



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ
ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ & ΠΕΡΙΦ. ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ**

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**ΧΩΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΜΕΣΩ ΠΟΛΥΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΣΕΝΑΡΙΩΝ**

ΚΥΡΑΤΣΩ Γ. ΜΗΛΑΚΑ, ΜΗΧ/ΚΟΣ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ ΠΘ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:

ΓΕΩΡΓΙΟΣ Ν. ΦΩΤΗΣ, ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΠΘ

ΒΟΛΟΣ, ΜΑΡΤΙΟΣ 2010

*.....Στο Γιαννιώ μου,
& στη μητέρα μου....*

*Στους ουρανόϛ αρμένισε
και το σακάκι ανέμισε
καιρός πάει που έφυγε
μα εγώ τον περιμένω
(στίχοι/Κατσούλης Ηλίας)*

Στον πατέρα που δεν πρόλαβε.....

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η δημιουργία της διδακτορικής διατριβής είναι μια διαδικασία κατά βάση πολύ μοναχική. Το τελικό αποτέλεσμα είναι απόρροια έντονης επιστημονικής αλλά και προσωπικής αναζήτησης. Έτσι, αν και το αποτέλεσμα υπήρξε καθαρά προσωπικό επίτευγμα, το ταξίδι σε αυτό είχε και συνοδοιπόρους τους οποίους και θα ήθελα να ευχαριστήσω. Κατ' αρχήν, θα ήθελα να ευχαριστήσω για τη συνεργασία και την καθοδήγηση του τον επιβλέποντα καθηγητή Δρ. Γεώργιο Ν. Φώτη, Αναπληρωτή Καθηγητή του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Η αμέριστη βοήθεια του σε κρίσιμα για την έρευνα σημεία της διδακτορικής διατριβής αλλά και η συνεχής παρουσία του στο πλευρό των υποψήφιων διδακτόρων που επιβλέπει υπήρξαν στοιχεία καθοριστικά του τελικού αποτελέσματος. Συνάμα και για τους ίδιους λόγους θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Αναπληρωτή Καθηγητή του Πανεπιστημίου Πάτρας, Δρ. Βασίλειο Παππά και τον Καθηγητή του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας Δρ. Θωμά Μαλούτα. Εκτός από τον απεριόριστο σεβασμό μου για το εξαιρετικό επιστημονικό τους έργο, τα τρία αυτά πρόσωπα χαίρουν και τον αμέριστο σεβασμό μου και σε ότι αφορά την προσωπικότητά τους. Με ήθος και αξιοπρέπεια στάθηκαν δίπλα μου ακόμα και στις πιο δύσκολες προσωπικές στιγμές ή αναζητήσεις μου.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω ειλικρινά τον Φιλόλογο και τέως Λυκειαρχη κ. Ξενάκη Χρήστο, τον οποίο και συνάντησα στο ιδιαίτερο γραφείο του Μητροπολίτου Δημητριάδος και ο οποίος με κατατόπισε πλήρως και με ιδιαίτερη υπομονή και ευχαρίστηση για το σύνολο των εκκλησιών του Δήμου Βόλου.

Μεγάλη συμβολή στην ολοκλήρωση της παρούσης διδακτορικής διατριβής έχουν δύο ακόμα άτομα που εκτός από συνεργάτες είναι κυρίως και φίλοι μου. Ο Υποψήφιος Διδάκτωρ του Π.Θ. κ. Παναγιώτης Μανέτος, Τοπογράφος Μηχανικός του Μετσόβιου Πολυτεχνείου και η Υποψήφια Διδάκτωρ του Π.Θ. κα Φωτεινή Αθανασίου, Μηχανικός Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης Π.Θ. Οι τεχνικές τους γνώσεις σε ζητήματα πέραν των δικών μου επιστημονικών γνώσεων υπήρξαν σημαντικές και οι παρεμβάσεις τους καίριες, κυρίως χρονικά. Η αυτοθυσία του χρόνου σε ορισμένες περιπτώσεις γίνεται ακόμα και συγκινητική ενώ και η ψυχολογική υποστήριξη που απλόχερα μου προσέφεραν αλλά και οι παντός επιστητού συμβουλές τους ήταν πάντα ανιδιοτελείς. Τους ευχαριστώ από τα βάθη της καρδιάς μου.

Τη μεγαλύτερη υποστήριξη σε προσωπικό επίπεδο έλαβα ως είναι φυσικό από την ίδια την οικογένειά μου αλλά και από τον αγαπημένο μου σύζυγο. Σε πολύ δύσκολες στιγμές ήταν και είναι στο πλευρό μου ενώ όταν εγώ είχα πάψει να πιστεύω στον εαυτό μου , εκείνοι πίστευαν ακόμα σε εμένα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ - ΕΙΣΑΓΩΓΗ	11
1.1 Ορισμός ακινήτου και προσδιορισμός της αξίας του	12
1.2 Παράγοντες διαμόρφωσης της αξίας ακινήτων	13
1.3 Η φυσιογνωμία της ελληνικής πόλης	15
1.3.1 Ιστορικά η πόλη του Βόλου.....	16
1.3.2 Ο ρόλος της εκκλησίας	19
1.4 Ζητήματα προς εξέταση και περιγραφή του μοντέλου	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ - ΘΕΩΡΙΕΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΤΩΝ ΑΞΙΩΝ ΓΗΣ	24
2.1 Οικονομικές θεωρίες	24
2.2 Ηδονικά μοντέλα	28
2.2.1 Ο προσδιορισμός της εξίσωσης	28
2.2.2 Η παραμετροποίηση των χαρακτηριστικών της κατοικίας.....	30
2.3 Παράμετροι επιρροής των τιμών των ακινήτων	31
2.3.1 Η έννοια της θέας.....	32
2.3.2 Ο παράγοντας περιβάλλον.....	34
2.4 Προσβασιμότητα σε υπηρεσίες	36
2.5 Γειτονεύοντας με το Θεό.....	38
2.6 Το ελληνικό παράδειγμα.....	40
2.7 Η πόλη του Βόλου ως μελέτη περίπτωσης	41
2.8 Οι εκκλησίες του Βόλου.....	42
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ - ΘΕΩΡΙΕΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	45
3.1 Γενική θεώρηση και ιστορική ανασκόπηση	45
3.2 Απλή γραμμική παλινδρόμηση	48
3.2.1 Προσαρμογή στην ευθεία παλινδρόμησης.....	49
3.2.2 Υποθέσεις παλινδρόμησης	51
3.2.3 Έλεγχος υποθέσεων στην παλινδρόμηση	54
3.3 Πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση	56
3.3.1 Ανάλυση διακύμανσης	57
3.3.2 Έκτοπες τιμές, και τιμές ισχύος	60
3.3.3 Συσχέτιση και πολυσυγγραμμικότητα.....	62
Ορισμός της συσχέτισης.....	62

3.4 Παραβίαση αρχικών υποθέσεων	64
3.4.1 Η έννοια της πολυσυγγραμμικότητας	64
Έλεγχος και τρόποι αντιμετώπισης της πολυσυγγραμμικότητας	65
3.4.2 Ετεροσκεδαστικότητα	67
Αποτελέσματα & διαγνωστικά τεστ	69
Τρόποι καταπολέμησης της ετεροσκεδαστικότητας	72
3.4.3 Αυτοσυσχέτιση	72
3.4.4 Χωρική αυτοσυσχέτιση	73
Τι προκαλεί η χωρική αυτοσυσχέτιση	75
Θεμελιώδεις έννοιες της χωρικής αυτοσυσχέτισης	76
Δείκτες χωρικής αυτοσυσχέτισης	77
3.5 Το τοπικό ενάντια στο γενικό.....	78
3.5.1 Χωρική μη-στασιμότητα	80
3.5.2 Η τοπικής κλίμακας ανάλυση.....	83
3.6 Γεωγραφικά σταθμισμένη παλινδρόμηση.....	84
3.6.1 Η εξίσωση.....	84
3.6.2 Επιλογή βαρών	86
3.6.3 Υπολογισμός εύρους.....	88
3.6.4 Υπολογισμός δεικτών.....	90
3.6.5 Έλεγχος συντελεστών παλινδρόμησης.....	92
3.6.6 Έλεγχος έκτοπων τιμών.....	92
3.6.7 Ετεροσκεδαστικότητα στην ΓΣΠ.....	94
3.6.8 Ζητήματα προς εξέταση	95
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ - ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	97
4.1 Το δείγμα	98
4.2 Επιλογή μεταβλητών.....	99
4.2.1 Αξία οικοπέδου.....	101
4.2.2 Προσβασιμότητα στην εκπαίδευση.....	108
4.2.3 Στάσεις αστικής συγκοινωνίας.....	111
4.2.4 Πάρκα και πλατείες	113
4.2.5 Θέα.....	113
4.2.6 Φαρμακεία.....	117
4.2.7 Τράπεζες.....	119
4.2.8 Κάτοικοι	121

4.2.9 Εκκλησίες	122
4.3 Πρόβλεψη επιρροής των μεταβλητών	125
4.4 Προσδιορισμός του μοντέλου.....	128
4.5 Έλεγχος συσχετίσεων και πολυσυγγραμμικότητας	131
4.6 Έλεγχος έκτοπων τιμών.....	134
4.7 Έλεγχος υποθέσεων.....	136
4.8 Συντελεστές παλινδρόμησης.....	141
4.9 Γεωγραφικά σταθμισμένη παλινδρόμηση.....	149
4.9.1 Αποτελέσματα ΓΣΠ.....	150
4.9.2 Χωρική αυτοσυσχέτιση στη ΓΣΠ	152
4.10 Χαρτογραφική απεικόνιση αποτελεσμάτων.....	154
4.10.1 Εκπαίδευση.....	154
4.10.2 Τράπεζες.....	161
4.10.3 Φυσικό περιβάλλον.....	163
4.10.4 Υπηρεσίες υγείας.....	166
4.10.5 Πληθυσμός.....	168
4.10.6 Αστικό πράσινο.....	169
4.10.7 Η επίδραση των εκκλησιών	173
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	179
5.1 Η ελληνική αστική πόλη.....	179
5.2 Αποτελέσματα ανάλυσης παλινδρόμησης.....	180
5.3 Αποτελέσματα γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης.....	183
5.4 Επίλογος.....	186
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	188

ΠΙΝΑΚΕΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1: Παράγοντες επίδρασης των τιμών των αστικών ακινήτων στην Ελλάδα ..	14
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1: Υποθέσεις Gauss-Markov	52
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2: Περίληψη της επιρροής των αποτελεσμάτων της παλινδρόμησης από την παραβίαση των υποθέσεων της	53
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.3: Δείκτες προσδιορισμού των τιμών επιρροής	62
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4: Διαφοροποίηση των χαρακτηριστικών στατιστικής ανάλυσης γενικής.....	80
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1: :Κατηγοριοποίηση ανεξάρτητων μεταβλητών	100
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2: Περιγραφή μεταβλητών του μοντέλου και η αναμενόμενη επιρροή τους .	124
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3: Περιγραφικά στοιχεία μεταβλητών.....	128
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4: Συσχετίσεις μεταβλητών του μοντέλου	131
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.5: Τιμές ανοχής και παράγοντας διόγκωσης διασποράς	132
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.6: Ιδιοτιμές και condition index	133
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.7: Δείκτης Mahalanobis, απόσταση Cook και τιμές επιρροής	135
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.8: Αποτελέσματα παλινδρόμησης	141
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.9: Επιρροή ανά μεταβλητή.....	144
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.10: Έλεγχος σημαντικότητας Monte Carlo	149
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.11: Σύγκριση αποτελεσμάτων GWR και OLS	150

ΕΙΚΟΝΕΣ

ΕΙΚΟΝΑ 1.1: Μετά τους σεισμούς.....	17
ΕΙΚΟΝΑ 1.2: Καπνεργοστάσιο αδερφών Ματσάγγου.....	17
ΕΙΚΟΝΑ 1.3: Η ανέγερση του Αγίου Κωνσταντίνου.....	18
ΕΙΚΟΝΑ 1.4: Το πρώτο λιμάνι το έτος 1899	19
ΕΙΚΟΝΑ 2.1: Κύκλοι επιρροής δύο διαφορετικών χρήσεων και οι γαιοπρόσοδοί τους.....	26
ΕΙΚΟΝΑ 3.1: Σχηματική παράσταση του σχήματος πυρήνα και του εύρους	87
ΕΙΚΟΝΑ 4.1: Αποτελέσματα του δείκτη Moran(I) στο ArcGis 9.3	145

ΧΑΡΤΕΣ

ΧΑΡΤΗΣ 1: Ζώνες αντικειμενικών αξιών Δ. Βόλου	104
ΧΑΡΤΗΣ 2: Τιμή ζώνης (€τμ)	105
ΧΑΡΤΗΣ 3: Αξίες γης ανά ΟΤ (€τμ).....	107
ΧΑΡΤΗΣ 4: Νηπιαγωγεία, δημοτικά & φροντιστήρια ξένων γλωσσών.....	110

ΧΑΡΤΗΣ 5: Στάσεις αστικής συγκοινωνίας	112
ΧΑΡΤΗΣ 6: Αστικό πράσινο	114
ΧΑΡΤΗΣ 7: Σημεία ακτογραμμής ιδιαίτερης ομορφιάς	115
ΧΑΡΤΗΣ 8: Φαρμακεία Δ. Βόλου	118
ΧΑΡΤΗΣ 9: Τράπεζες Δ. Βόλου	120
ΧΑΡΤΗΣ 10: Εκκλησίες Χριστιανών Ορθοδόξων Δ. Βόλου	123
ΧΑΡΤΗΣ 11: Υπόλοιπα γραμμικής παλινδρόμησης	147
ΧΑΡΤΗΣ 12: Υπόλοιπα γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης	152
ΧΑΡΤΗΣ 13: Συντελεστές παλινδρόμησης, φροντιστήρια ξένων γλωσσών	155
ΧΑΡΤΗΣ 14: Συντελεστές παλινδρόμησης δημοτικά σχολεία	156
ΧΑΡΤΗΣ 15: Συντελεστές παλινδρόμησης νηπιαγωγεία	159
ΧΑΡΤΗΣ 16: Συντελεστές παλινδρόμησης τράπεζες	161
ΧΑΡΤΗΣ 17: Συντελεστές παλινδρόμησης θέα	164
ΧΑΡΤΗΣ 18: Συντελεστές παλινδρόμησης φαρμακεία	166
ΧΑΡΤΗΣ 19: Συντελεστές παλινδρόμησης πληθυσμός	169
ΧΑΡΤΗΣ 20: Συντελεστές παλινδρόμησης αστικό πράσινο	171
ΧΑΡΤΗΣ 21: Συντελεστές παλινδρόμησης εκκλησίες	173
ΧΑΡΤΗΣ 22: Συντελεστές παλινδρόμησης εμβαδόν εκκλησιών	174
ΧΑΡΤΗΣ 23: Συντελεστές παλινδρόμησης εμβαδόν εκκλησιών (2)	177

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1: Διάγραμμα προβλεπόμενων τιμών των y επί των παρατηρηθέντων τιμών των y	68
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.1: Συγκεντρωτικό διάγραμμα διασποράς	129
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.2: Διάγραμμα κανονικότητας υπολοίπων	136
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.3: Έλεγχος ετεροσκεδαστικότητας	139

ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ

ΓΡΑΦΗΜΑ 4.1: Ιστόγραμμα υπολοίπων	136
--	-----

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο μελέτης στο παρόν τεύχος είναι η ανάλυση της συσχέτισης των αξιών γης με διάφορες παραμέτρους όπως αυτοί προτείνονται από τη γενική θεωρία αλλά και την εμπειρική ανάλυση των ηδονικών μοντέλων. Ιδιαίτερα εξετάζεται ο τρόπος και η ένταση της επίδρασης των εκκλησιών στις αξίες γης του αστικού χώρου. Για την επίτευξη του στόχου αυτού χρησιμοποιείται η μέθοδος της γραμμικής παλινδρόμησης. Η θεώρηση των ηδονικών μοντέλων όμως σχετίζεται άμεσα και με το ζήτημα της χωρικής αυτοσυσχέτισης. Η αντιμετώπισή αυτού του προβλήματος επιτυγχάνεται με την εφαρμογή της γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης. Επιπλέον η μέθοδος αυτή αποτελεί ένα σχετικά πρόσφατο, αλλά κυρίως ισχυρό εργαλείο διάγνωσης της μη σταθερότητας των συντελεστών παλινδρόμησης στο χώρο. Η συγκριτική αυτή διερεύνηση των δύο μοντέλων που προέκυψαν έχουν εφαρμογή σε δεδομένα που αφορούν μια μεσαίου μεγέθους ελληνική πόλη, γεγονός που αποτελεί και την καινοτομία στην παρούσα έρευνα. Από τα αποτελέσματα της ανάλυσης ανάγεται το συμπέρασμα ότι παρά το γεγονός της έντασης του θρησκευτικού αισθήματος των ελλήνων αστών, τα μειονεκτήματα που συνεπάγονται με την κατοίκηση πλησίον μιας εκκλησίας υπερτερούν έναντι των πλεονεκτημάτων. Αντίθετα οι μεγαλοπρεπείς εκκλησίες φαίνεται να αναστέλλουν αυτό το φαινόμενο προσδίδοντας στη γειτονιά τους οφέλη που δεν τα αποδίδουν μικρότερες σε μέγεθος εκκλησίες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η γη θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως το υπέρτατο αγαθό του ανθρώπου. Η ίδια η ανθρώπινη υπόσταση εξαρτάται, δημιουργείται και εξελίσσεται πάνω στη γη. Τρέφεται από αυτή, δημιουργεί και πράττει ένα πλήθος δραστηριοτήτων του σε αυτή. Για τον άνθρωπο αποτελεί στην κυριολεξία, την πρώτη και την τελευταία του κατοικία. Όλα αυτά προσδίδουν στην γη αντιστοίχως και οικονομική υπόσταση. Η γη γίνεται αντικείμενο συνδιαλλαγής και μετατρέπεται σε εμπράγματο δικαίωμα. Γίνεται η «μαγιά» για την ανάπτυξη των πόλεων με τη μορφή που έχουν σήμερα. Βαφτίζεται *ιδιοκτησία* και περιγράφεται αλλά και προστατεύεται πλήρως από ειδικό θεσμικό πλαίσιο.

Στην Ελλάδα αυτή η υπόσταση αποκτά ένα ιδιαίτερο νόημα. Ο αριθμός των ατόμων που έχουν στην κατοχή τους ένα ακίνητο είναι μεγαλύτερος απ'ότι σε άλλες χώρες της δύσης. Εν έτη 2010, τα ήθη και τα έθιμα της χώρας έχουν αλλάξει ελάχιστα και ακόμα και στις διαπροσωπικές μας σχέσεις πρυτανεύει η λογική της προίκας. Μόνο που αντί χρημάτων συναλλάσσονται ακίνητα, με αποτέλεσμα, μεγάλο ποσοστό των Ελλήνων να έχει στην ιδιοκτησία του τουλάχιστον από ένα. Βασική αιτία για την τάση αυτή είναι η ιδιότητα της ακίνητης περιουσίας η οποία δεν χάνει ποτέ την αξία της. Στους χαλεπούς καιρούς που ζούμε, με έντονα τα σημάδια της οικονομικής ύφεσης και με ένα κράτος στα πρόθυρα της χρεοκοπίας, γίνεται το πέρασμα από το «*Μακάριοι οι πτωχοί τω πνεύματι*» στο «*μακάριοι οι κατέχοντες τα ακίνητα*».

Η διαμόρφωση της αστικής ιδιοκτησίας στην μεταπολεμική Ελλάδα υποκινείται από τις τότε δύσκολες οικονομικές και κοινωνικές συνθήκες που ωθούν έναν ήδη ταλαιπωρημένο λαό στην ανεύρεση φθηνής γης για την ανέγερση μιας μόνιμης κατοικίας. Χαρακτηριστικό γνώρισμα εκείνης της περιόδου είναι η ερήμωση της υπαίθρου και συνακόλουθα η μετάβαση του πληθυσμού στις πόλεις και η διόγκωση των αστικών κέντρων πληθυσμιακά και χωρικά. Υπό το πρίσμα ενός σχεδόν ανύπαρκτου θεσμικού πλαισίου ή σε άλλες περιπτώσεις ενός σαθρού θεσμικού

πλαισίου, ο κατακερματισμός της αστικής γης, η εκτίναξη της άναρχης δόμησης και η θεμελίωση της μικροιδιοκτησίας θα γίνουν πλέον ο κανόνας για τη διαμόρφωση των ελληνικών πόλεων.

1.1 Ορισμός ακινήτου και προσδιορισμός της αξίας του

Ο Ζέντελης (2001) αναφέρεται στον ορισμό του ακινήτου ως «*το ιδεατό ή πραγματικό τμήμα του χώρου που τεκμηριώνει αυτοτελές ή εξ'αδιαιρέτου ιδιοκτησιακό δικαίωμα. Έτσι το Ακίνητο είναι ένα περιουσιακό στοιχείο, που απεικονίζει το συμβατικό δικαίωμα της ιδιοκτησίας.*» Νομικά η υπόσταση στα ακίνητα δίνεται από τον Αστικό κώδικα¹, ενώ η σύσταση οριζόντιας και κάθετης ιδιοκτησίας επί των αυτών ακινήτων δίνεται από τους Ν. 3741/29 και Ν. 1024/71 αντίστοιχα. Γίνεται κατανοητό ότι ο αριθμός των γεωτεμαχίων μιας περιοχής μπορεί να είναι πολύ μικρότερος του αριθμού των ακινήτων της, ενώ αντίστοιχα ο αριθμός των ακινήτων μιας περιοχής μπορεί να είναι πολύ μικρότερος του αριθμού των ιδιοκτησιακών δικαιωμάτων που έχουν θεμελιωθεί σε αυτή. Με λίγα λόγια σε ένα γεωτεμάχιο είναι δυνατή η ανέγερση πολλών κτισμάτων – κατοικιών που καθένα από αυτά μπορεί να έχει πάνω από έναν ιδιοκτήτες.

Ο προσδιορισμός της αξίας ενός ακινήτου είναι μια διαδικασία που τελικά βρίσκεται εκτός των ορίων που θέτει η αξία ανοιχτής αγοράς². Κατά περίπτωση η αξία ενός ακινήτου μπορεί να προσδιοριστεί σε μεγαλύτερα ή μικρότερα επίπεδα σε σχέση με την πραγματική αγοραστική του αξία, δεδομένου των συνθηκών που επικρατούν κατά το χρόνο πώλησης του ακινήτου. Για παράδειγμα, μια ξαφνική και έκτακτη ανάγκη άμεσης ρευστοποίησης μιας ιδιοκτησίας μπορεί να «ρίξει» την τιμή της σημαντικά χαμηλότερα από την πραγματική αγοραστική της αξία. Αντίθετα οι συναισθηματικοί δεσμοί που συνδέουν έναν ιδιοκτήτη με το ακίνητο που κατέχει ανεβάζουν αυτόματα και την αξία του για τον ίδιο. Επικρατέστερη προσδιοριστική αξία ενός ακινήτου ή μιας ιδιοκτησίας γενικότερα είναι τελικά η αγοραστική του αξία που άλλωστε είναι και η πιθανότερη τιμή πώλησης του.

Ποιους σκοπούς αποσκοπεί όμως ο προσδιορισμός της αξίας των ακινήτων; Κατ'αρχήν η γνώση της πραγματικής αγοραστικής αξίας ενός ακινήτου συμβάλλει στην πραγμάτωση συνδιαλλαγών με ορθολογικό τρόπο και χωρίς μονόπλευρες

¹ Άρθρα 948, 953 και 956.

² Προσδιορίζεται ως η αξία που προκύπτει στα πλαίσια μιας τέλεια ανταγωνιστικής αγοράς, ανευ υποκειμενικών εκτιμήσεων.

μεθοδεύσεις. Από την άλλη, πέραν των ιδιωτικών συναλλαγών, υπάρχει και από την πλευρά του Δημοσίου ιδιαίτερο ενδιαφέρον της πραγματικής αξίας της γης. Το ενδιαφέρον σε αυτήν την περίπτωση δεν είναι τόσο κερδοσκοπικό όσο ανθρωπιστικό. Στόχος σε αυτήν την περίπτωση είναι η δημιουργία βέλτιστων συνθηκών διαβίωσης και κοινωνικής δικαιοσύνης.

Στην Ελλάδα, η εκτίμηση των αξιών ακινήτων μέχρι και σήμερα δεν ακολουθεί ένα ενιαίο τρόπο προσδιορισμού αλλά κατά περίπτωση βασίζεται είτε στον κατάλογο των αντικειμενικών αξιών του Υπουργείου Οικονομικών, ή βασίζεται σε εκτιμήσεις του Σώματος Ορκωτών Εκτιμητών της Εφορίας, της Κτηματικής Εταιρείας του Δημοσίου ή ακόμα και του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (Ζέντελης, 2001). Οι τιμές που προκύπτουν από τους προαναφερθέντες φορείς δεν είναι ενιαίες, πράγμα που σημαίνει ότι για το ίδιο ακίνητο, το ίδιο το Κράτος προσδιορίζει την αξία του αποδίδοντας και διαφορετικές τιμές.

1.2 Παράγοντες διαμόρφωσης της αξίας ακινήτων

Η ανάγκη για τον καθορισμό τόσο της αξίας γης σε μια περιοχή όσο και των παραμέτρων που συντελούν στη διαμόρφωση της, είναι ανάγκη επιτακτική κυρίως για το ίδιο το κράτος. Βάσει αυτών των προσδιοριστικών χαρακτηριστικών είναι δυνατόν να προκύψουν μελλοντικά σημαντικές αποφάσεις σχεδιασμού και πολιτικών γης έτσι ώστε και η κατανομή των αστικών χρήσεων να είναι ορθολογική αλλά οι κάτοικοι της να ζουν με ευημερία καλύπτοντας όλες τις ανάγκες τους και όχι μόνο τις βασικές της διαβίωσής τους.

Ο Ζέντελης (2001) στο σύγγραμμα του διαχωρίζει τους παράγοντες επιρροής των αξιών των αστικών ακινήτων σε τέσσερις κατηγορίες ανάλογα με την κλίμακα της ανάλυσης: α) σε επίπεδο χώρας, β) σε επίπεδο πόλης, γ) σε επίπεδο τμήματος πόλης και δ) σε επίπεδο αστικού ακινήτου. Στην παρούσα φάση το ενδιαφέρον εστιάζεται στο τέταρτο επίπεδο ανάλυσης. Μία πόλη είναι ένας ζωντανός οργανισμός που χαρακτηρίζεται κυρίως από τον ανομοιογενή τρόπο της εξέλιξης των διαφορετικών του μερών – τμημάτων. Διάφοροι παράγοντες συντελούν στη δημιουργία διαφορετικών πυρήνων μέσα στην πόλη, άλλοτε ενισχύοντας τους και άλλοτε υποβαθμίζοντας τους.

Σχεδόν οι ίδιοι παράγοντες που επιδρούν στη διαμόρφωση μιας πολυπυρηνικής πόλης, επιδρούν και στη διαμόρφωση της τιμής ενός ακινήτου. Χαρακτηριστικά αναφέρονται η κατανομή του πληθυσμού, τα δίκτυα υποδομής οι χρήσεις γης της

περιοχής, το πολεοδομικά στοιχεία, τα χαρακτηριστικά θέσης κλπ. Καθοριστικός παράγοντας στην περίπτωση που εξετάζεται η αξία ενός ακινήτου είναι τα δομικά χαρακτηριστικά του και η θέση του ως προς το οικοδομικό τετράγωνο. Σημαντική επιρροή επίσης παρουσιάζουν η κατάσταση του περιβάλλοντα χώρου του, η κατάσταση του τοπίου του περιβάλλοντα χώρου του, τα πολεοδομικά δεδομένα της περιοχής, το κόστος δόμησης της περιοχής αλλά και ειδικοί αστάθμητοι παράγοντες. Στον πίνακα 2.1 αναφέρονται αναλυτικά όλοι εκείνοι οι παράγοντες που σύμφωνα με τον Ζέντελη (2001) επηρεάζουν την αξία ενός αστικού ακινήτου.

Παράμετροι θέσης	Προσβασιμότητα του ακινήτου	Χρόνος, κόστος μεταφοράς, αποστάσεις από το εμπορικό κέντρο, σχολείο, πρώτες ύλες κλπ
	Θέση οικοπέδου στο ΟΤ	Οικόπεδο διαμπερές γωνιακό, τυφλό κλπ
	Θέση ακινήτου στο οικοπέδο	Θέση στο κτίριο, προσανατολισμός κλπ
Περιβάλλοντας χώρος	Κατάσταση περιβάλλοντος	Γειτονιά, πράσινο, υποδομές, αυθαίρετες κατασκευές κλπ.
	Κατάσταση τοπίου	Θέα, καλή (πράσινο, θάλασσα), κακή (νεκροταφείο, νοσοκομείο) κλπ
	Θόρυβος	Δρόμος, τρένα, ειδικές χρήσεις το ΟΤ κλπ
Δομικά χαρακτηριστικά	Φυσικά χαρακτηριστικά	Μορφολογία εδάφους, κλίσεις, υπόγεια ύδατα κλπ
	Γεωμετρικά χαρακτηριστικά	Επιφάνεια, σχήμα, διαστασιολόγηση πλάτος δρόμου κλπ
	Ειδικά χαρακτηριστικά	Εμπορικότητα δρόμου, ειδική περίπτωση στο ΓΟΚ κλπ
Πολεοδομικά δεδομένα	ΓΟΚ	Διάταξη δόμησης, κάλυψη, τακτοποίηση οικοπέδου κλπ
	Όροι δόμησης	Αρτιότητα, παρεκκλίσεις, συντελεστής δόμησης κλπ
	Χρήση	Επιτρεπόμενες, ειδικές, νόμιμες ή μη, αλλαγή χρήσης κλπ
Τρόπος και μορφή δόμησης	Μορφή δόμησης	Πρότυπο κατασκευής, μορφολογία, λειτουργικότητα κλπ
	Τρόπος δόμησης	Αριθμός κτιρίων, όγκος, όροφοι, βοηθητικοί χώροι κλπ
	Κόστος κατασκευής	Περίβλημα κτιρίου, υλικά τεχνολογία, τέχνη ανέσεις κλπ
Ειδικοί παράγοντες	Δεσμεύσεις	Ρυμοτομία, απαλλοτριώσεις, διατηρητέα κλπ
	Επίδραση του χρόνου	Ηλικία, φθορά, παλαιότητα
	Αδυναμία λειτουργίας	Με περάτωση, διακοπή εργασιών, ζημιές από φυσικές καταστροφές
	Νομική κατάσταση	Οριζόντια ή κάθετη συνιδιοκτησία, περιορισμοί συμβολαίου κλπ
	Ειδικές συνθήκες αγοράς	Φορολογία, μεσίτης, πλειστηριασμοί κλπ.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1: Παράγοντες επίδρασης των τιμών των αστικών ακινήτων στην Ελλάδα (Πηγή: Ζέντελης, 2001)

Στην περίπτωση που κάποιος θελήσει να συνυπολογίσει όλες τις παραμέτρους που συμβάλλουν στη διαμόρφωση της αξίας ενός ακινήτου θα διαπιστώσει το πολύπλοκο του

πράγματος και δεν είναι πάντα μέσω της πολυπλοκότητας ο δρόμος προς τον ρεαλισμό. Σε κάθε περίπτωση, δεν είναι δυνατόν και δεν πρέπει στην προσπάθεια προσδιορισμού της τιμής ενός ακινήτου να συνυπολογίζονται όλες οι μεταβλητές που την επηρεάζουν και την καθορίζουν. Επιστημονικά, η συνήθης πρακτική είναι ότι ανάλογα με το επίπεδο της έρευνας και ανάλογα με το επιστημονικό πεδίο εφαρμογής κάθε μοντέλου επιλέγονται και οι αντίστοιχες μεταβλητές. Σε ένα χωρικό μοντέλο επομένως το ενδιαφέρον εστιάζεται στα χαρακτηριστικά θέσης και στα δομικά χαρακτηριστικά του υπό εξέταση ακινήτου, μη λαμβάνοντας υπόψη εξειδικευμένα πολεοδομικά δεδομένα και ειδικούς παράγοντες, όπως αναλύονται και στον πίνακα 2.1

Το μοντέλο που προτείνεται λόγω της ιδιομορφίας που παρουσιάζει με την ανάλυση να γίνεται σε επίπεδο οικοδομικού τετραγώνου και όχι σε επίπεδο ακινήτου, αφήνει εκτός και μία ακόμα κατηγορία παραμέτρων, αυτή των δομικών χαρακτηριστικών των ακινήτων. Έτσι, η ανάλυση εστιάζεται κυρίως στον τρόπο που ο περιβάλλοντας χώρος επιδρά στην αγορά γης σε μια μεσαίου μεγέθους ελληνική πόλη όπως είναι ο Βόλος. Η επιλογή της συγκεκριμένης πόλης έγινε εξαιτίας της δυναμικής που παρουσιάζει από άποψη οικονομική αλλά και αναπτυξιακή. Προερχόμενη από μια περίοδο σημαντικής οικονομικής ύφεσης, η πόλη καταφέρνει εν μέρει να ορθοποδήσει οικονομικά και να στραφεί και να αναπτύξει άλλους λιγότερο φθίνοντες κλάδους της οικονομίας, κυρίως του τριτογενή τομέα. Ιστορικά, η οικονομική εξέλιξη της πόλης συγκλίνει της πορείας και άλλων ελληνικών πόλεων, καθιστώντας την ένα από τα χαρακτηριστικότερα ελληνικά παραδείγματα.

1.3 Η φυσιογνωμία των ελληνικών πόλεων

Βιβλιογραφικά υπάρχει μεγάλο πλήθος αναφορών και ερευνών σε σχέση με τις διαδικασίες και τα αίτια που καθορίζουν τις αξίες γης σε μια πόλη. Τα αποτελέσματα των ερευνών αυτών αναφέρονται σε πραγματικά δεδομένα πόλεων που στην πλειοψηφία τους τοποθετούνται γεωγραφικά στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, στην Κίνα και στην Βόρεια Ευρώπη. Όμως τα συστήματα και οι θεσμοί που διαμορφώνουν την αγορά γης των χωρών της Μεσογείου είναι κατά βάση διαφορετικά από εκείνα των υπολοίπων χωρών (van Vliet, 2000).

Χαρακτηριστικά οι Allen et al (2004) διακρίνουν τρία βασικά χαρακτηριστικά των χωρών της μεσογείου που ενώ κυριαρχούν στις χώρες της Νότιας Ευρώπης δεν χαρακτηρίζουν τις γειτονικές τους του Βορρά. Με βάση την πρώτη ιδιαιτερότητα οι οικογένειες χαρακτηρίζονται από την ακίνητη περιουσία που τους έχει κληροδοτηθεί, με αποτέλεσμα να μην είναι εύκολα διαθέσιμη προς πώληση ή προς διαπραγμάτευση, αλλά περνά από γενιά σε γενιά και είτε μοιράζεται ισότιμα στα παιδιά της οικογένειας

είτε κληροδοτείται απευθείας στο πρωτότοκο παιδί. Η εικόνα που κυριαρχεί στην ελληνική πραγματικότητα είναι εκείνη του παιδιού που μέχρι να παντρευτεί συνήθως κατοικεί με τους γονείς του και μετά το γάμο μετακομίζει σε σπίτι ιδιόκτητο που του κληροδοτείται.

Το δεύτερο βασικό χαρακτηριστικό περιγράφεται ως η ανάγκη των οικογενειών για δημιουργία και διατήρηση του καλού της «ονόματος» μέσα στην κοινωνία σχετίζεται κυρίως με την προσπάθεια που καταβάλλει κάθε οικογένεια για να δημιουργήσει, να διατηρήσει και να αυξήσει την περιουσία της. Στην Ελλάδα κρίσιμα ιστορικά σημεία που εντείνουν αυτό το φαινόμενο είναι η περίοδος μετά τον Πρώτο Παγκόσμιο Πόλεμο με τον επαναπατρισμό των 1.5 εκατομμυρίων Ελλήνων και την εγκατάστασή τους στις μεγάλες πόλεις της εποχής, και πολλά χρόνια αργότερα ο ξενιτεμός πολλών Ελλήνων προς Αμερική, Γερμανία και Αυστραλία και τα εμβάσματα που επενδύθηκαν από τις οικογένειές τους στην αγορά ακίνητης περιουσίας. (Allen et al, 2004)

Το τρίτο ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των χωρών της Μεσογείου είναι η ανυπαρξία κρατικού παρεμβατισμού, ελέγχου και ουσιαστικού σχεδιασμού των χρήσεων γης (Allen et al, 2004) σε κοινωνίες που κυριαρχεί κατά βάση το τοπικιστικό στοιχείο, οι δεσμοί της οικογένειας και η τάση της «ανάδειξης» στην κοινωνία με τη συσσώρευση ακίνητης περιουσίας (Tosi, 1995). Αυτά εν περιλήψει είναι τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα των κατοίκων των ελληνικών πόλεων και η πόλη του Βόλου ακολουθεί πιστά αυτόν τον κανόνα. Η μικροϊδιοκτησία είναι κυρίαρχο φαινόμενο ακόμα και στις μέρες μας και η κατάτμησή της περιορίζεται τα τελευταία χρόνια μόνο από πολεοδομικούς όρους, όταν και αυτοί δεν καταπατώνται στο όνομα του χρήματος και της διαφθοράς. Ο δε θεσμός της οικογένειας έχει σημαίνοντα ρόλο αφού πρόκειται στην ουσία για μια πληθυσμιακά μεγάλη πόλη με την ιδεολογία και το χαρακτήρα μικρού οικισμού. Επομένως και στην πόλη του Βόλου η αγορά γης υποκινείται κατά κάποιον τρόπο και επιτάσσεται από τους δυνατούς οικογενειακούς δεσμούς των κατοίκων της.

1.3.1 Ιστορικά η πόλη του Βόλου

Η απελευθέρωση της πόλης από τους Τούρκους πραγματοποιείται το 1881 οπότε και απαριθμεί μόλις 5000 κατοίκους ενώ τα όριά της περιορίζονται εντός του κάστρου της. Το 1883 ολοκληρώνεται η έγκριση του σχεδίου πόλεως με την εφαρμογή του Ιπποδάμειου συστήματος και τη **δέσμευση οικοπέδων για σχολεία**

και εκκλησίες σε μια προσπάθεια εθνικοθρησκευτικής ομογενοποίησης του πληθυσμού. Μόλις το 1956, μετά τους σεισμούς του 55 δηλαδή, η πόλη σχεδόν ανοικοδομείται από την αρχή και στο σχέδιο πόλης εντάσσονται νέες περιοχές όπως η συνοικία των Αγίων Αναργύρων, της Νεάπολης, της Χιλιαδούς, του Καραγάτς και της Νέας Δημητριάδας. (Δημόγλου κα, 1999)

Η περίοδος των σεισμών είναι από τις πιο δύσκολες περιόδους που έχει ζήσει η πόλη. Ιστορικά κτίρια και μέγαρα της εποχής ισοπεδώνονται (Εικόνα 1.1). Στα άρθρα των εφημερίδων της εποχής είναι έκδηλη η απόγνωση των κατοίκων και η ανησυχία τους για το μέλλον της πόλης τους «...Οι παλαιοί Βολιώτες ενθυμούνται και θα νοσταλγούν πάντοτε τον προσεισμικό Βόλον με τας ωραίας οικοδομάς αι οποίαι εσωρεύθησαν εις ερείπια και μελαγχολούν με την



ΕΙΚΟΝΑ 1.1: Μετά τους σεισμούς (Πηγή: Δημόγλου 1999)

ιδέαν ότι η νέα πόλις θα είναι ένα συγκρότημα ισογείων ή διωρόφων το πολύ οικοδομών, με ελαχίστας εξαιρέσεις.

Παραβλέπουν όμως το γεγονός ότι αυτή θα είναι η πρώτη φάσις της ανοικοδομήσεως – ένα στάδιον μεταβατικών – και ότι αν η πόλις διατηρήση την ακμήν της ασφαλώς θα ξαναγίνουν ωραία μέγαρα, τα οποία θα εξωραίσουν πάλιν τον Βόλον...» (Στούρνας, 1955). Και έτσι και έγινε...

Από οικονομικής άποψης οι κάτοικοι της πόλης ήδη από τις αρχές του 20^{ου} αιώνα προσανατολίζονται στη βιομηχανία (Εικόνα 1.2), ένας κλάδος που άνθησε στην πόλη για πολλές δεκαετίες. Οι καπνοβιομηχανίες έχουν σημαίνουσα γεωγραφική θέση στην



ΕΙΚΟΝΑ 1.2: Καπνεργοστάσιο αδερφών Ματσάγγου (Πηγή: Δημόγλου 1999)

πόλη αλλά κυρίως έχουν ουσιαστική συμβολή στην αστικοποίησή της (υπό την έννοια της αστικής εξέλιξης). Κάποια βέβαια από τα εισοδήματα της πόλης απορρέουν και από την εκμετάλλευση της ακίνητης περιουσίας.

Το μότο της εποχής είναι το γνωστό «Πατρίδα, θρησκεία και

οικογένεια» που για κάποιους είναι και ο ακρογωνιαίος και συνδεδετικός κρίκος του Ελληνισμού. Αργότερα μετατρέπεται σε πολιτικό κίνημα. Στον αντίποδα βρίσκονται οι αθεϊστές ή για άλλους οι προοδευτικοί. Το ενδιαφέρον βέβαια δεν εστιάζεται στις πολιτικές πεποιθήσεις της εποχής αλλά κυρίως στο γεγονός ότι η εκκλησία βρίσκεται στο επίκεντρο των ιδεολογικών αντιλήψεων και κινημάτων στις αρχές του 19^{ου} αιώνα. Αν αυτό συνδυαστεί γενικότερα με την αντίληψη του Έλληνα για την οικογένεια, τα ήθη, για το τι είναι ηθικό και τι μεμπτό, αλλά και την προέλευση της ελληνικής κοινωνίας και την ανάδειξή της εν μέσω σημαντικών ιστορικών γεγονότων και τέλος τη σχέση Κράτους και Εκκλησίας, διαπιστώνει κανείς τη δεσπόζουσα θέση της Εκκλησίας στην ελληνική κοινωνία και στη ζωή του έλληνα αστού κατ' επέκταση.

Σήμερα η πόλη του Βόλου εκτείνεται παραλιακά στο κεντρικό τμήμα της χώρας και αποτελεί μία από τις μεγαλύτερες πληθυσμιακά πόλεις, με πληθυσμό άνω των 100.000 κατοίκων. Όπως και στο σύνολο των ελληνικών πόλεων, η αστικοποίηση του Βόλου άργησε ιστορικά και



ΕΙΚΟΝΑ 1.3: Η ανέγερση του Αγίου Κωνσταντίνου (Πηγή: Δημόγλου 1999)

χρονολογικά τοποθετείται κυρίως μετά τον πρώτο παγκόσμιο πόλεμο. Πολιτιστικά και κοινωνικά η πόλη του Βόλου παρουσιάζει επιπλέον κάποιες ιδιαιτερότητες εν συγκρίσει με άλλες ελληνικές πόλεις. Ο Μαλούτας (1995) συνοψίζει αυτά τα χαρακτηριστικά που διαμορφώνουν την ιδιομορφία του Βόλου «..στη βιομηχανική ιστορία και παράδοση, στη θέση του δίπλα σε ένα φυσικό τοπίο ιδιαίτερου κάλλους (Πήλιο) και στην πολιτιστική φυσιογνωμία του, κράμα του ανοιχτού ορίζοντα της πόλης-λιμανιού, της μικρασιατικής κουλτούρας και της προοδευτικής πνευματικής του παράδοσης.»



ΕΙΚΟΝΑ 1.4: Το πρώτο λιμάνι το έτος 1899 (Πηγή: Δημόγλου 1999)

1.3.2 Ο ρόλος της εκκλησίας

Αναμφισβήτητα ο ρόλος της Εκκλησίας είναι σημαντικός αλλά και πολυσήμαντος. Η συμμετοχή της Εκκλησίας στα δρώμενα της χώρας μας κατά καιρούς έχει υπάρξει καταλυτική και ουσιαστική. Σε αυτό βέβαια έχει συμβάλει και το γεγονός ότι ως λαός οι Έλληνες εμφανίζονται ιδιαίτερα θρησκόληπτοι συγκριτικά και με τις υπόλοιπες Ευρωπαϊκές χώρες καταλαμβάνοντας την τρίτη θέση μεταξύ των χωρών με τους πιο θρήσκους πολίτες στην Ευρωπαϊκή Ένωση (Βολουδάκης, 2008). Επί της ουσίας το θρησκευτικό αίσθημα του έλληνα πολίτη ενισχύεται από τις ίδιες τις πολιτικές και κοινωνικές εξελίξεις όπως το μεταναστευτικό κύμα των τελευταίων δεκαετιών, η κατάρρευση της παγκόσμιας οικονομίας και η σταδιακή ηθική απαξίωση. Τελευταία οι κοινωνικές εξελίξεις προκαλούν έντονους κλυδωνισμούς στον ακρογωνιαίο λίθο του ελληνισμού: στο θεσμό της οικογένειας.

Θεσμικά η αναγνώριση της Ορθόδοξης εκκλησίας γίνεται ήδη από το Σύνταγμα της Επιδάουρου (1822), το πρώτο σύνταγμα μετά την απελευθέρωση της χώρας από τον τουρκικό ζυγό, με αναφορά σε αυτήν ως «επικρατούσα θρησκεία» (Βολουδάκης,

2008). Ουσιαστικά η ζωή και ο βίος του Έλληνα πολίτη χαρακτηρίζεται σε όλες του τις εκφάνσεις από την ίδια την Εκκλησία. Τα χριστιανικά σύμβολα κοσμούν τα δημόσια κτίρια, οι πιο σημαντικές Χριστιανικές γιορτές είναι και επίσημες αργίες του κράτος ακόμα και η πρωϊνή προσευχή στα σχολεία είναι αναπόσπαστο κομμάτι της λειτουργίας τους.

Στην ουσία της όμως η ελληνική Ορθόδοξη εκκλησία έχει αφομοιωθεί και έχει αφομοιώσει τον ίδιο τον ελληνισμό γι' αυτό άλλωστε και αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι στη ζωή του νεοέλληνα. Ο Λόγος του Θεού, όπως αυτός εκφράζεται από τα κείμενα της εκκλησίας, έρχεται σε απόλυτη σύμπνοια με τους λόγους αρχαίων Ελλήνων φιλοσόφων, με τους Πλάτωνα και Αριστοτέλη να ασκούν κυρίαρχη επιρροή στο Χριστιανισμό (Sophocles, 1961). Η δε συνύφανσή της με την ελληνική γλώσσα και την ελληνική παιδεία είναι τέτοια που πλέον Ορθοδοξία και Ελληνισμός είναι άρρηκτα συνδεδεμένες έτσι ώστε η μία να χαρακτηρίζει την άλλη (Θεοτοκάς, 1975).

Δεν είναι όμως μόνο αυτός ο λόγος της συμπίεσης των Ελλήνων με το Χριστιανισμό. Είναι κυρίως και πάνω απ' όλα τα 400 χρόνια σκλαβιάς και ο ρόλος της Εκκλησίας στην οργάνωση του Αγώνα για την απελευθέρωση όταν από την υποκινούμενη από τα ιστορικά γεγονότα ανάγκη γίνεται εν μέρει «Κράτος εν Κράτει» (Θεοτοκάς, 1975). Την ισχυρή της παρουσία όμως, δεν την χάνει ούτε και μετά την απελευθέρωση. Ο ρόλος της εκκλησίας επαναπροσδιορίζεται ιστορικά και με βάση τα σύγχρονα γεγονότα, συμπορεύεται με την ιστορία ενώ συμπάσχει και συμμετέχει στα προβλήματα του σύγχρονου ανθρώπου. Δεν οργανώνει επαναστάσεις, όμως δηλώνει καθημερινά την παρουσία της σε όλες τις εκφάνσεις της ζωής του σύγχρονου ανθρώπου.

1.4 Ζητήματα προς εξέταση και περιγραφή του μοντέλου

Το ζήτημα που τίθεται λοιπόν έχει ως εξής: αν πραγματικά ο ρόλος της εκκλησίας είναι τόσο καίριος στη ζωή του Έλληνα αστού, και εφόσον κυριαρχεί σε όλες σχεδόν τις εκφάνσεις της μικροαστικής του ζωής, ποια εν τέλει είναι η επιρροή που ασκεί σε μια από τις βασικότερες επιλογές που τον χαρακτηρίζει και τον ακολουθεί εφ' όρου ζωής; Πώς επιδρά η γεωγραφική θέση μιας εκκλησίας στην επιλογή κατοικίας ενός ατόμου; Αποτελεί άραγε καθοριστικό παράγοντα στον προσδιορισμό της αξίας γης των γειτνιαζόντων γη-πέδων; Ή μήπως τελικά παρ' όλο που πρόκειται για δύο κυρίαρχα χαρακτηριστικά του έλληνα είναι μεταξύ τους ασυσχέτιστα;

Ένα λοιπόν από τα σημαντικότερα ζητήματα στην ανάλυση του αστικού περιβάλλοντος είναι η περιγραφή των φαινομένων που επηρεάζουν και τελικά προσδιορίζουν τις αξίες γης και ακινήτων. Στόχος γίνεται ο προσδιορισμός των μεταβλητών που ερμηνεύουν σε σημαντικό βαθμό την εξελικτική διαδικασία στην αγορά γης στις αστικές περιοχές και η διερεύνηση της ενδεχόμενης ύπαρξης χωρικής αστάθειας του τρόπου επίδρασης αυτών των παραμέτρων στην τιμή τους. Το πρώτο τμήμα της ανάλυσης είναι ιδιαίτερα πολύπλοκο καθώς ο τρόπος με βάση τον οποίο διαμορφώνονται οι αξίες γης αποτελεί ιδιαίτερο πεδίο έρευνας με το οποίο έχουν κατά καιρούς ασχοληθεί σημαντικοί επιστήμονες (Azar et al, 1994; Pérez et al, 2001; Thrall, 2002; Alonso, 1960; O'Sullivan, 1995; Burgess's, 1925; Haig's, 1926; Hoyt, 1939). Το δεύτερο τμήμα αποτελεί τη σύγχρονη προσέγγιση του ιδίου φαινομένου και αποτελεί απόρροια της συμβολής της γεωγραφίας στην οικονομική ανάλυση.

Η έρευνα στο επίπεδο του αστικού χώρου συχνά απαιτεί την χρήση μεθόδων παλινδρόμησης στον προσδιορισμό μοντέλων αξιών γης τα οποία χρησιμοποιούνται στην ανάλυση της χωρικής δομής του αστικού ιστού αλλά και στην εκτίμηση της ενδεχόμενης επιρροής του από άλλα χαρακτηριστικά, περιβαλλοντικά, δημογραφικά κλπ (Mills et al, 1996; Rosen, 1974; Lancaster, 1966; Waugh, 1929; Court, 1939). Η περιγραφή της εξέλιξης των αξιών γης είναι ένα ζήτημα που στην πλειοψηφία των περιπτώσεων απαιτεί τη συνεισφορά της παλινδρόμησης. Σε αυτή την περίπτωση οι αξίες γης θεωρείται ότι σχετίζονται και προσδιορίζονται από ένα σύνολο διαφορετικών παραμέτρων – μεταβλητών με μια σχέση που στόχος είναι να προσδιοριστεί. Έμφαση δίνεται στο ζήτημα της επιρροής που θεωρητικά ασκεί η γεωγραφική θέση μιας εκκλησίας στην τιμή των γειτνιαζόντων οικοδομικών τετραγώνων. Στην επιλογή των υπολοίπων μεταβλητών προσδιορισμού της εξαρτημένης μεταβλητής του υποδείγματος σημαντική υπήρξε η συμβολή της βιβλιογραφίας για την γνώση της αποκτηθείσας εμπειρίας. (Azar et al, 1994)

Η επιλογή της παλινδρόμησης ως η μέθοδος προσδιορισμού της συσχέτισης της αξίας γης με μια σειρά παραμέτρων βασίζεται κυρίως στο γεγονός ότι ο κατάλληλος τρόπος για την περιγραφή περίπλοκων φαινομένων είναι μέσω απλών μεθόδων ανάλυσης. Στη βιβλιογραφία άλλωστε η παλινδρόμηση στην ανάλυση ηδονικών μοντέλων είναι κυρίαρχη. Παρουσιάζει όμως ένα βασικό μειονέκτημα. Ενώ επιλέγεται για να εξετάσει τον προσδιορισμό και τις διεργασίες που υποκρύπτουν τα χωρικά φαινόμενα, εντούτοις η ίδια είναι μια μέθοδος α-χωρική. Η έννοια της γεωγραφικής θέσης είναι τόσο σημαντική, σε σημείο που οι ίδιες οι διαδικασίες που

χαρακτηρίζουν το μοντέλο να παύουν να είναι α-χωρικές αλλά εν δυνάμει χωρικά διαφοροποιούμενες.

Αυτού του είδους η χωρική εξάρτηση μπορεί να αποδοθεί μόνο με την χρήση περισσότερο εξειδικευμένων μεθόδων ανάλυσης τοπικής κλίμακας. Σε αυτήν την κατηγορία ανήκει και η γεωγραφικά σταθμισμένη παλινδρόμηση. Μέσω της συγκεκριμένης μεθόδου, εν ολίγοις, επιχειρείται ο προσδιορισμός εκείνων των «κρίσιμων» παραμέτρων που δεν ελήφθησαν εξαρχής υπόψη στο μοντέλο και που όμως συμβάλλουν σημαντικά στη διαμόρφωση της εξαρτημένης μεταβλητής. Πρόκειται στην ουσία για ένα *διαγνωστικό* εργαλείο που δεν αντικαθιστά αλλά ενισχύει την μέθοδο της γραμμικής παλινδρόμησης, υπερσκελίζοντας τις αδυναμίες της.

Στα κεφάλαια που ακολουθούν διαπιστώνεται η ενδεχόμενη γραμμική συσχέτιση των αξιών γης με μεταβλητές που εκφράζουν τον περιβάλλοντα χώρο ενός οικοδομικού τετραγώνου (English et al, 1990; Leiva και Page, 2000; Anderson και West, 2006; Kong et al, 2007; Wu et al, 2000; Geoghegan et al., 1997; Turvainen και Miettinen, 2002; Morancho, 2003; Bolitzer and Netusil, 2000; Lutzenhiser and Netusil, 2001; Smith et al., 2002; Do and Grudnitski, 1995; Weicher and Zerbst, 1973; Espey and Owusu-Edusei, 2001; Correll et al., 1978; Lee and Linneman, 1998; Doss and Taff, 1996; Mahan et al., 2000; Earnhart, 2001; Geoghegan et al. 2003; Cheshire and Sheppard 1995; Garrod and Willis, 1992; Acharya and Bennett, 2001; Anderson και West, 2006), την προσβασιμότητα σε συγκεκριμένες υπηρεσίες (Ottensmann et al, 2008; Nelson, 1977; Mozolin, 1994; Katz και Rosen, 1998; Des Rosiers et al 2000), την προσβασιμότητα από σχολικές μονάδες (Kain και Quigley, 1970; Hayes και Taylor, 1996; Brasington και Haurin, 2009; Brasington και Hite, 2008; Brasington, 2003), την προσβασιμότητα σε θέα (Brown και Pollakowski, 1977; Correll et al, 1978; Davies, 1974; Bourassa et al, 2004; Beron et al, 2001; Benson et al, 1997) και την απόσταση από υποδομές μεταφορών (McDonald και McMillen 1990; Bender και Hwang 1985; Orford 1999; Heikkila et al. 1989; Waddell et al. 1993) με τη χρήση μεθόδων πολυμεταβλητής ανάλυσης. Μελέτη περίπτωσης είναι ο Δήμος Βόλου, επιλέχθηκε δηλαδή τμήμα της εντός σχεδίου δόμησης. Αυτό σημαίνει ότι τα δεδομένα αλλά και τα τελικά αποτελέσματα της παλινδρόμησης αφορούν σε εντός σχεδίου οικοδομικά τετράγωνα.

Στο κεφάλαιο που ακολουθεί γίνεται συνοπτική αναφορά στις βασικές οικονομικές θεωρίες που σχετίζονται με τον προσδιορισμό των αστικών αξιών γης.

Στη συνέχεια, στο τρίτο κεφάλαιο της παρούσης διδακτορικής διατριβής, γίνεται περιγραφή του μεθοδολογικού πλαισίου πάνω στο οποίο βασίστηκε η συγκεκριμένη έρευνα. Επίσης παρουσιάζεται αναλυτικά το θεωρητικό υπόβαθρο των μεθόδων, τεχνικών και στατιστικών ελέγχων που εφαρμόζονται στο επόμενο κεφάλαιο στην ανάλυση – εφαρμογή. Οι μέθοδοι αυτές είναι: η πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση και η γεωγραφικά σταθμισμένη παλινδρόμηση. Για ευνότητους λόγους στο κεφάλαιο αυτό περιλαμβάνεται και τμήμα του θεωρητικού πλαισίου της απλής γραμμικής παλινδρόμησης.

Το τέταρτο κεφάλαιο αποτελεί περιγραφή της εφαρμογής των παραπάνω μεθόδων με μελέτη περίπτωσης, το Δήμο Βόλου. Γίνεται αναλυτική παρουσίαση της υφιστάμενης κατάστασης καθώς και του τρόπου υπολογισμού των παραμέτρων του μοντέλου. Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τις δύο αυτές μεθόδους καθώς και οι απαντήσεις των ερωτημάτων που τίθενται στο παρόν εισαγωγικό κεφάλαιο παρουσιάζονται στο πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΘΕΩΡΙΕΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ

ΤΩΝ ΑΞΙΩΝ ΓΗΣ

Η ανάλυση της αγοράς γης σε ένα αστικό περιβάλλον είναι μια πολύπλοκη διαδικασία η οποία απαιτεί ουσιαστική γνώση της γενικής θεωρίας που σχετίζεται με τις διαδικασίες της αγοράς που διαμορφώνουν τον αστικό χώρο. Στόχος του παρόντος κεφαλαίου είναι η παρουσίαση των βασικότερων θεωριών που σχετίζονται με την αγορά γης και τον τρόπο κατανομής των χρήσεων γης στην πόλη. Στο κείμενο που ακολουθεί γίνεται επιλεκτική αναφορά στις βασικές οικονομικές θεωρίες για τη διαμόρφωση των αξιών γης στον αστικό χώρο.

2.1 Οικονομικές θεωρίες

Η ανάλυση της αγοράς αστικής γης είναι μια πολύπλοκη διαδικασία που απαιτεί καλή γνώση των θεωριών που σχετίζονται με της διαδικασίες της αγοράς οι οποίες διαμορφώνουν τον αστικό χώρο. Οι θεωρίες που αφορούν στη διαμόρφωση των αξιών γης καθώς και η αποκτηθείσα συν τω χρόνω εμπειρία με επιστημονικά εμπεριστατωμένες έρευνες επί του θέματος συμβάλλουν στην κατανόηση των δυνάμεων που προσδιορίζουν και επηρεάζουν της αξίες γης (Azar et al 1994; Pérez et al 2001).

Από τις πρώτες θεωρίες για τον προσδιορισμό των αξιών γης υπήρξε αυτή του Ricardo στις αρχές του 19^{ου} αιώνα. Σύμφωνα με τον Ricardo χαρακτηριστικό των υψηλών ενοικίων είναι η σπανιότητα τους. Υποστηρίζει επίσης ότι η αξία (ενοίκιο) που είναι κάποιος διατεθειμένος να πληρώσει για ένα αγροτεμάχιο αυξάνει αναλογικά με την παραγωγικότητα του. Έτσι η γη με την μεγαλύτερη παραγωγικότητα όχι μόνο χρησιμοποιείται άμεσα αλλά παρουσιάζει και τη μεγαλύτερη αξία. Το αμέσως επόμενο κομμάτι γης (ως προς την παραγωγικότητα) θα έχει ενοίκιο που θα ισούνται

με το ενοίκιο της γης υψηλής παραγωγικότητας μείον την αξία της επένδυσης που απαιτείται για την αύξηση της παραγωγικότητάς του. (Thrall, 2002)

Η παραπάνω πρόταση, όντας το βασικότερο σημείο της θεωρίας του Ricardo, συνεχίζει να αποτελεί την καρδιά του σύγχρονου τρόπου αποτίμησης της ακίνητης περιουσίας. Το βασικότερο μειονέκτημά αυτής της θεωρίας είναι ότι δεν λαμβάνει υπόψη στους υπολογισμούς της την παράμετρο θέσης. Η απουσία της χωρικής διάστασης των παραμέτρων, δηλαδή της «θέσης» εισάγεται αργότερα με τη θεωρία του Von Thünen και στη συνέχεια με εκείνη του Alonso (1960) με εφαρμογή στον αστικό χώρο και με αποτέλεσμα την ανάδυση της έννοιας της προσβασιμότητας. Η εισαγωγή αυτών των εννοιών στις θεωρίες αστικής εξέλιξης δίνει το έναυσμα για την απαρχή των ερευνών που σχετίζονται με τις πολύπλοκες διαδικασίες που προκαλούν την αστική ανάπτυξη – μεγέθυνση.

Στο υπόδειγμά του ο Von Thünen υποστηρίζει ότι η αιτία για την αύξηση του ενοικίου γης είναι η προσβασιμότητα στη γη. Αντικαθίσταται δηλαδή η παραγωγικότητα της γης όπως περιγράφηκε στο υπόδειγμα του Ricardo από την προσβασιμότητα. Επομένως σε αυτήν την περίπτωση εισάγεται η έννοια της γεωγραφικής θέσης στον υπολογισμό της αξίας γης. Ο Von Thünen (Thrall, 2002) πρώτος επίσης εισαγάγει την έννοια της υψηλότερης και καλύτερης χρήσης. Η ίδια η αγορά καθορίζει μέσα από την διαδικασία της γαιοπροσόδου τη θέση που θα καταλάβει τελικά κάθε χρήση στο χώρο γεγονός που γεωγραφικά αποδίδεται από τους ομόκεντρους κύκλους των χρήσεων γης όπως χαρακτηριστικά φαίνεται στην εικόνα 2.1.

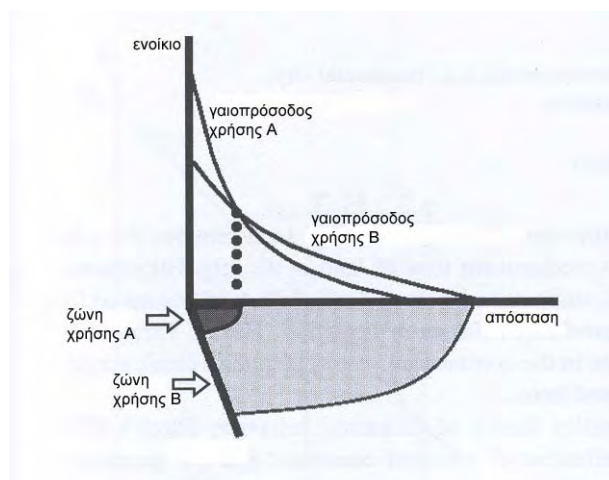
Γύρω στα 1960 ο Alonso (Alonso, 1960) επεκτείνει την θεωρία του Von Thünen στον αστικό χώρο και επαναπροσδιορίζει τη θεωρία της γαιοπροσόδου (bid rent function theory). Η γαιοπρόσοδος παριστάνεται γραφικά ως μια καμπύλη η οποία αποδίδει την τιμή που κάθε χρήση προτίθεται να «πληρώσει» σε διαφορετικές θέσεις (απόσταση από το κέντρο της πόλης).

Με μηδέν οικονομικό όφελος η εξίσωση της γαιοπροσόδου ανά χρήση δίνεται από τον τύπο (O'Sullivan, 1995):

$$R = PQ - C - tQU \quad (2.1)$$

όπου R είναι η γαιοπρόσοδος, PQ είναι τα έσοδα από τη συγκεκριμένη χρήση, C είναι το κόστος παραγωγής και tQU είναι το κόστος μεταφοράς. Στο κέντρο επομένως της πόλης θα εγκατασταθεί η χρήση με την μεγαλύτερο γαιοπρόσοδο. Για

όλες τις άλλες χρήσεις η απομάκρυνση από το κέντρο της πόλης συνεπάγεται αναλογικά αύξηση του κόστους μεταφοράς και μείωση της αξίας της γης.



ΕΙΚΟΝΑ 2.1: Κύκλοι επιρροής δύο διαφορετικών χρήσεων και οι γαιοπρόσοδοί τους (Thrall, 2002)

Στην θεωρία του Burgess's (1925), οι χρήσεις γης δημιουργούν ομόκεντρους κύκλους γύρω από το εμπορικό κέντρο ενώ στη θεωρία του Haig's (1926) η χωροθέτηση των χρήσεων γης βασίζεται στην ελαχιστοποίηση του αθροίσματος [ενοίκιο + κόστος μεταφοράς], παράγοντες που κατά τον Haig, χαρακτηρίζουν την τιμή μιας συγκεκριμένης θέσης. Από αυτές τις θεωρίες διατηρείται μέχρι και σήμερα η ιδέα ότι το εμπορικό κέντρο αλλά και οι μεταφορικές υποδομές σχετίζονται άμεσα με τη χωροθέτηση των χρήσεων γης και κατ'επέκταση και με τον προσδιορισμό της αγοράς γης και κατοικίας. Λίγα χρόνια αργότερα ο Hoyt (1939) εισαγάγει τις έννοιες των κοινωνικών κριτηρίων και των περιβαλλοντικών παραγόντων αυξάνοντας με αυτόν τον τρόπο τον αριθμό των παραμέτρων που συμβάλλουν στην επιλογή κατοικίας. Η θεωρία του αποδίδει με αυτόν τον τρόπο στον αστικό ιστό ένα περισσότερο ανομοιογενές μοτίβο από εκείνα των προγενέστερων θεωριών.

Ποιοι είναι όμως τελικά οι παράγοντες που προσδιορίζουν και αναδιαμορφώνουν τις αξίες γης στον αστικό χώρο; Στα απλοποιημένα μοντέλα που επιγραμματικά αναφέρθηκαν λίγο πιο πάνω που ως στόχο έχουν την δημιουργία απλουστευμένων υποδειγμάτων η έννοια της θέσης εισάγεται με τον υπολογισμό της απόστασης από το εμπορικό κέντρο. Αυτός θεωρείται ως ο πρωταρχικός παράγοντας επιρροής των αξιών γης στο χώρο. Είναι όμως και ο μοναδικός; Η απάντηση σε αυτό το ερώτημα είναι σχεδόν αυτονόητη. Πολυάριθμοι είναι οι παράγοντες που επηρεάζουν και διαμορφώνουν τις αξίες γης μιας πόλης χωρίς ωστόσο να προσδιορίζονται απόλυτα

και με συγκεκριμένο τρόπο από κάποιο υπόδειγμα ή θεωρία. Άλλωστε το βασικό μειονέκτημα όλων των θεωριών που αναπτύχθηκαν από τα βάθη των χρόνων και της ιστορίας είναι τελικά ότι στερούνται διαχρονικότητας αφού αναφέρονται σε κοινωνίες και αστικές δομές που πλέον δεν υφίστανται. Κάποιες πάλι, στερούνται εξ'αρχής πρακτικής εφαρμογής αφού κινούνται σχεδόν αποκλειστικά στη σφαίρα του ιδεατού και του φανταστικού. Το σίγουρο είναι ότι από την εποχή του Αριστοτέλη και μέχρι σήμερα η αξία γης ως έννοια προκαλεί έντονα το επιστημονικό ενδιαφέρον, εμπλουτίζοντας τις μέχρι τώρα οικονομικές θεωρίες με νέες και περισσότερο εξελιγμένες εφαρμογές αλλά και καινούριες τεχνικές.

Στην πλειοψηφία τους πάντως οι σύγχρονες θεωρίες δεν περιορίζονται μόνο στον υπολογισμό της απόστασης από το εμπορικό κέντρο αλλά ενισχύουν τα υποδείγματα τους με παραμέτρους όπως οι μεταφορές, τα κοινωνικό-οικονομικά χαρακτηριστικά του πληθυσμού, το επίπεδο της κοινωνικής ευημερίας, περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά κλπ. Τα σύγχρονα υποδείγματα εξάλλου γίνονται λιγότερο στατικά με αρχικές υποθέσεις περισσότερο ρεαλιστικές.

Πιο σύγχρονες θεωρίες υποστηρίζουν ότι μία πόλη δεν χαρακτηρίζεται μόνο από πολύπλοκα και ανομοιογενή μοτίβα αλλά και από πολλά κέντρα δραστηριοτήτων. Έχει προ πολλού ξεπεραστεί η ιδέα ότι μια πόλη έχει ένα εμπορικό κέντρο και εξελίσσεται γύρω από αυτό, γι'αυτό άλλωστε και πλέον η παράμετρος της απόστασης από το εμπορικό κέντρο δεν είναι ο πρωταρχικός παράγοντας σε ένα μοντέλο αστικής ανάπτυξης. Η πλειοψηφία των σύγχρονων θεωριών ενισχύουν τα προτεινόμενα μοντέλα με παραμέτρους που σχετίζονται με τις συγκοινωνίες, τα κοινωνικο-οικονομικά χαρακτηριστικά του πληθυσμού, τα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά κα. (Mills et al, 1996).

Ακόμη και σήμερα, η χρήση των μεθόδων παλινδρόμησης κυριαρχούν στην ανάλυση για την αγορά γης και κατοικίας. Αποτελούν αναμφισβήτητα ένα επαρκές στατιστικό εργαλείο για τον προσδιορισμό του βαθμού και του είδους της συσχέτισης μεταξύ δύο παραγόντων. Εν κατακλείδι, η απλότητα αυτών των στατιστικών μεθόδων οδήγησε και στην μεγάλη ώθηση των ηδονικών μοντέλων παρέχοντας στον αναλυτή ένα εύχρηστο εργαλείο αναπαραγωγής της πολυπλοκότητας της αστικής ανάπτυξης με τη χρήση απλών μοντέλων.

2.2 Ηδονικά μοντέλα

Η ανοικοδόμηση μιας πόλης είναι ένα σημαντικό μέτρο προσδιορισμού του βιοτικού επιπέδου μιας κοινωνίας καθώς είναι απόρροια του πλούτου και της οικονομικής δραστηριότητας της περιοχής. Για το λόγο αυτό είναι έντονο το επιστημονικό ενδιαφέρον διεθνώς για την κατανόηση των δυναμικών που διαμορφώνουν και επηρεάζουν τη ζήτηση για κατοικία. Στην ουσία η κατοικία είναι το πιο πολύτιμο ατομικό αγαθό γεγονός ιδιαίτερα έντονο στην Ελλάδα όπου το ποσοστό των κατοίκων που διαθέτουν στην κυριότητά τους τουλάχιστον από ένα ακίνητο, είναι το μεγαλύτερο Ευρωπαϊκά.

Το βασικότερο εμπόδιο για την αποκρυπτογράφηση αυτών των δυναμικών είναι η ετερογένεια του προϊόντος. Η διαμόρφωση διαφορετικών τιμών κατοικίας χωρικά και χρονικά δεν είναι εύκολο να αιτιολογηθεί και μπορεί να οφείλεται σε μια σειρά παραμέτρων όπως για παράδειγμα τα διαφορετικά εισοδήματα που με τη σειρά τους προκαλούν ανομοιομορφία στις ανάγκες και κατ'επέκταση και στις επιλογές για κατοικία. Στο σημείο αυτό υπεισέρχεται η έννοια των ηδονικών μοντέλων ως το μέσο για την κατανόηση αυτών των δυναμικών που τελικά προσδιορίζουν την τελική αξία του προϊόντος, της αστικής κατοικίας.

2.2.1 Ο προσδιορισμός της εξίσωσης

Η θεωρία των ηδονικών μοντέλων συγκροτήθηκε από τον Rosen (1974) και βασίστηκε στη θεωρία του Lancaster (1966) βάσει της οποίας η χρησιμότητα ενός αγαθού είναι απόρροια των χαρακτηριστικών και των ιδιοτήτων του. Ο Rosen λοιπόν επεκτείνει αυτήν την ιδέα στην αγορά κατοικίας και αναπτύσσει τη θεωρία των ηδονικών μοντέλων. Πιο συγκεκριμένα οι ηδονικές τιμολογιακές τεχνικές αποσκοπούν στο να προσδιορίσουν το πώς ορισμένα χαρακτηριστικά των ιδιοκτησιών επηρεάζουν τις τιμές πώλησης και διαμορφώνουν την αγορά γης (Lake et al, 2000).

Ο Waugh (1929) είναι ο πρώτος που εισάγει τη έννοια της «ποιότητας» και το πώς αυτή επηρεάζει την τιμή ενός αγαθού. Στην ουσία υποστηρίζει ότι το προϊόν χαρακτηρίζεται από κάποια ιδιαίτερα ποιοτικά χαρακτηριστικά την τιμή των οποίων καταφέρνει επιτυχώς να υπολογίσει. Με τον τρόπο αυτό ο Waugh αποτελεί τον πρωτοπόρο της πολυκριτηριακής ανάλυσης και των ηδονικών μοντέλων. Βεβαίως, η εισαγωγή του όρου “hedonic” ακολουθεί μια δεκαετία αργότερα από τον Court

(1939) στην ανάλυσή του για τις τιμές και τη ζήτηση για αγαθά (Griliches 1961, 1971).

Η γενική θεώρηση των ηδονικών μοντέλων βασίζεται στο γεγονός της ετερογένειας των τιμών πώλησης των κατοικιών υποστηρίζοντας ότι αυτή η ανομοιομορφία προκαλείται από την ποιότητα του τελικού προϊόντος και από το σύνολο των χαρακτηριστικών που το περιγράφουν. Στη βασική προσέγγισή τους, τα ηδονικά μοντέλα, υιοθετούν τη λογική ότι η τελική τιμή του προϊόντος διαφοροποιείται χωρικά και χρονικά όμως τα επιμέρους τμήματα που το απαρτίζουν χαρακτηρίζεται, θεωρητικά, από μεγαλύτερη ομοιογένεια την οποία επιχειρούν να προσδιορίσουν και να «κοστολογήσουν». Μεθοδολογικά, ένα ηδονικό μοντέλο προσδιορίζει πρακτικά την αξία των επιμέρους χαρακτηριστικών μιας κατοικίας.

Η μεγαλύτερη πρόκληση εν τέλει είναι ο προσδιορισμός του μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης. Μια πρόκληση που βασίζεται στην επιλογή των παραμέτρων που θα περιλαμβάνει και στο είδος της παλινδρόμησης που θα περιγράψει καλύτερα τη σχέση μεταξύ της εξαρτημένης και των ανεξάρτητων μεταβλητών. Στην πορεία ο ερευνητής έρχεται αντιμέτωπος με όλα τα ζητήματα που καθορίζουν ένα σωστά προσδιορισμένο μοντέλο παλινδρόμησης όπως για παράδειγμα το ζήτημα της ετεροσκεδαστικότητας, των έκτοπων τιμών, της χωρικής αυτοσυσχέτισης κλπ.

Τα ηδονικά μοντέλα κατηγοριοποιούνται σε δύο βασικές ομάδες στατιστικών μεθόδων: τις παραμετρικές και τις μη παραμετρικές. Από την εποχή των πρώτων ηδονικών μοντέλων έως και τις μέρες μας, οι παραμετρικές αναλύσεις προτιμώνται έναντι των μη παραμετρικών

Κοινή πρακτική για τη δημιουργία απλών, ρεαλιστικών αλλά ταυτόχρονα και αποδοτικών μοντέλων είναι η χρήση γραμμικών παλινδρομικών μοντέλων. Έτσι, με απλά μοντέλα παλινδρόμησης είναι δυνατόν να αποδοθούν οι πολύπλοκες δυναμικές του χώρου που προσδιορίζουν και καθορίζουν τις αξίες κατοικίας στην πόλη. Η εξαρτημένη μεταβλητή στα ηδονικά μοντέλα είναι οι αξίες γης ανά ιδιοκτησία ενώ οι ανεξάρτητες μεταβλητές, οι παράγοντες που επηρεάζουν και καθορίζουν την εξαρτημένη, δηλαδή είναι το σύνολο των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών μιας κατοικίας καθώς και των ιδιαιτεροτήτων ή των ιδιομορφιών της γειτονιάς της. Η αρχική ιδέα των ηδονικών μοντέλων παλινδρόμησης βασίζεται στην υπόθεση ότι οι παράμετροι του μοντέλου διατηρούνται σταθερές στο χώρο ακολουθώντας συναρτήσεις του τύπου:

$$y = X\beta + \varepsilon$$

όπου y η διανυσματική έκφραση της εξαρτημένης μεταβλητής, X ο πίνακας των ανεξάρτητων μεταβλητών και β η διανυσματική απόδοση των συντελεστών παλινδρόμησης.

2.2.2 Η παραμετροποίηση των χαρακτηριστικών της κατοικίας

Βασικό χαρακτηριστικό των κατοικιών είναι ότι πρόκειται για ένα αγαθό που δεν μετακινείται, εξού και η δεύτερη χαρακτηριστική ονομασία μιας κατοικίας ως «ακίνητο». Είναι επομένως αναμενόμενο ότι η αξία μιας κατοικίας κυρίως επηρεάζεται και εν τέλει καθορίζεται από τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντα χώρου της. Η επιλογή μιας κατοικίας επομένως γίνεται βάσει δύο κριτηρίων, της τοποθεσίας του ακινήτου και των δομικών του στοιχείων. Πρακτικά η ταξινόμηση των παραμέτρων που επηρεάζουν τις τιμές πώλησης των κατοικιών γίνεται σε τέσσερις κατηγορίες: τα δομικά χαρακτηριστικά του οικήματος (ηλικία, μέγεθος κλπ), χαρακτηριστικά της γειτονιάς, μεταβλητές που εκφράζουν προσβασιμότητα και περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά.

Όπως χαρακτηριστικά αναφέρει ο Harvey (2000) σε ένα κλασσικό ηδονικό μοντέλο είναι η προσβασιμότητα το χαρακτηριστικό που μεγιστοποιεί τη δυνατότητα για κέρδος και/ή την χρησιμότητα (utility) της αστικής γης. Η αύξηση του κέρδους ευνοεί τις επιχειρήσεις όταν αυτές χωροθετούνται ιδανικά στο χώρο ενώ η μεγιστοποίηση της χρησιμότητας ευνοεί τα νοικοκυριά όταν από την επιλογή της κατοικίας τους απορρέουν τα περισσότερα δυνατά οφέλη. Είναι γενικά αποδεκτό ότι και στις δύο περιπτώσεις η περιοχή που αποδίδει τα μεγαλύτερα οφέλη από την άποψη της προσβασιμότητας είναι το εμπορικό κέντρο μιας πόλης.

Από την άλλη, με την αύξηση των κατοικιών σε μια περιοχή, αυξάνεται η ζήτηση για ορισμένα οικοδομικά τετράγωνα που με τη σειρά τους αυξάνουν τις τιμές πώλησης των αντίστοιχων οικοπέδων πράγμα που σημαίνει ότι η επιλογή της θέσης για κατοικία υπόκειται στους κανόνες της συγκέντρωσης και της συμπληρωματικότητας. Με άλλα λόγια η αύξηση των ιδιοκτησιών σε μια περιοχή και επομένως και η αύξηση του πληθυσμού της περιοχής αντιστοίχως, οδηγεί στη συγκέντρωση εκπαιδευτικών, ψυχαγωγικών και πολιτιστικών υποδομών και στη συμπληρωματικότητα και σύμπνοια των γειτνιαζόντων χρήσεων (Harvey 2000). Η ίδια η επιρροή της γειτονιάς στην τιμή μιας τοποθεσίας, μιας κατοικίας ή ακόμα και

ενός οικοδομικού τετραγώνου είναι μείζονος σημασίας σε ένα ηδονικό μοντέλο (Ο' Sullivan, 2003).

Από την άλλη μεγάλο μέρος της ανάλυσης των ηδονικών μοντέλων επικεντρώνεται στην ανάλυση των μεταβλητών και παραμέτρων που επιδρούν στις τιμές των ιδιοκτησιών και είναι μεγάλο το πλήθος των βιβλιογραφικών αναφορών βασισμένων σε έρευνες που ερμηνεύουν τον τρόπο και την ένταση αυτής της επιρροής. Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων, τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τις διάφορες στατιστικές αναλύσεις βρίσκονται σε συμφωνία με αποτέλεσμα τη δημιουργία μιας γενικής τάσης. Δεν είναι όμως πάντα αυτός ο κανόνας.

Η επιρροή μιας μεταβλητής στις τιμές γης ενός αστικού κέντρου διαφέρει από έρευνα σε έρευνα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα η έρευνα των Do, Wilbur και Short (1994) οι οποίοι εξετάζουν την επίδραση των εκκλησιών σε δείγμα ιδιοκτησιών στην Καλιφόρνια των Ηνωμένων Πολιτειών. Από την ανάλυσή τους προκύπτει ότι οι εκκλησίες παρουσιάζουν έντονη αρνητική επιρροή στις γειτνιάζουσες κατοικίες με το φαινόμενο να εξασθενεί όσο η απόσταση από την εκκλησία μεγαλώνει. Από την άλλη οι Carol, Claurette και Jensen (1996) υποστηρίζουν με την έρευνά τους το ακριβώς αντίστροφο φαινόμενο: ότι δηλαδή η γειτνίαση σε εκκλησία μπορεί να προκαλέσει αύξηση στην τιμή του εκάστοτε ακινήτου.

Στην ουσία στα δύο παραπάνω παραδείγματα η ίδια μεταβλητή κατηγοριοποιείται με βάση την επιρροή της σε δύο τελείως διαφορετικές κατηγορίες. Από την μια ταξινομείται στην κατηγορία των μεταβλητών που προκαλούν «περιβαλλοντικές οχλήσεις» ενώ από την άλλη στη δεύτερη περίπτωση αποκτά όλα τα πλεονεκτήματα της κατηγορίας «προσβασιμότητα σε υπηρεσίες». Λαμβάνοντας αυτά υπόψη, αναρωτιέται κανείς αν είναι δυνατόν να συναντήσει κανείς ταυτόχρονα και τις δύο περιπτώσεις κάτω υπό το πρίσμα της ίδιας μελέτης περίπτωσης, δηλαδή στην ίδια πόλη. Αν όντως αυτό μπορεί να συμβεί, τότε είναι η ίδια η γεωγραφική θέση μιας κατοικίας που προσδιορίζει την τιμή της επιδρώντας στις παραμέτρους που την επηρεάζουν.

2.3 Παράμετροι επιρροής των τιμών των ακινήτων

Οι μεταβλητές που περιλαμβάνονται στην πλειοψηφία των ηδονικών μοντέλων μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις βασικές κατηγορίες. Η πρώτη αφορά τα δομικά χαρακτηριστικά μιας κατοικίας και περιλαμβάνει εκείνα τα στοιχεία που άμεσα χαρακτηρίζουν μια κατοικία (π.χ. αριθμό δωματίων, ηλικία, τζάκι κλπ). Η δεύτερη

αφορά τις μεταβλητές προσβασιμότητας και περιλαμβάνει μεταβλητές που καθορίζουν την ευκολία στην πρόσβαση υπηρεσιών και τέλος η τρίτη κατηγορία αφορά τα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά της γειτονιάς μιας κατοικίας περιγράφοντας δηλαδή την «ποιότητα» του περιβάλλοντα χώρου της (Freeman 1993; Lake et al 2000, Kong et al 2007).

2.3.1 Η έννοια της θέας

Η ποιότητα της γειτονιάς που περιβάλλει μια κατοικία μετράται συνήθως με κοινωνικο-οικονομικές μεταβλητές όπως το μέσο εισόδημα ή το ποσοστό ανεργίας (Lang and Jones, 1979). Λαμβάνονται υπόψη όμως και μεταβλητές που σχετίζονται με τη γεωγραφική θέση μιας ιδιοκτησίας όπως για παράδειγμα η απόσταση από το εμπορικό κέντρο της πόλης ή από γειτνιάζοντα σχολεία, μεταβλητές που για τον υπολογισμό τους γίνεται κατά κύριο λόγο χρήση των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών. Υπάρχουν βέβαια και μεταβλητές που για τον υπολογισμό τους απαιτείται επί τόπου έρευνα όπως στην περίπτωση που η μεταβλητή που πρέπει να υπολογιστεί σχετίζεται με τη θέα μιας ιδιοκτησίας.

Ιστορικά η θέα έχει στρατηγική σημασία καθώς η καλύτερη οπτική επαφή ήταν πλεονέκτημα για την αποφυγή των εισβολέων σε αντίθεση με τη σημερινή εποχή που η θέα αποτελεί πλεονέκτημα κυρίως αισθητικό. Ο Appleton (1975) αναφέρει ότι ο άνθρωπος ως βιολογικό ον επιζητά να κατοικεί σε σημεία από τα οποία μπορεί να βλέπει χωρίς όμως απαραίτητα να μπορούν να τον βλέπουν.

Ο τρόπος μέτρησης της μεταβλητής που αφορά στη θέα μπορεί να γίνει είτε με την μέτρηση της απόστασης από τα σημεία ενδιαφέροντος είτε με τη χρήση δυαδικών μεταβλητών. Επίσης βιβλιογραφικά η επιρροή της θέας στις αξίες γης είναι κατά κύριο λόγο θετική αν και υπάρχουν αναφορές σύμφωνα με τις οποίες η επίδραση της δεν είναι και τόσο σημαντική όσο κατά καιρούς έχει λεχθεί (Brown and Pollakowski, 1977; Correll et al, 1978; Davies, 1974). Οι Bourassa et al (2004) αμφισβητούν αυτές τις έρευνες υιοθετώντας την επικρατούσα θεώρηση της πλειοψηφίας, το γεγονός δηλαδή ότι η επιρροή της θέας και υφίσταται και είναι σημαντική.

Η πλειοψηφία των βιβλιογραφικών ερευνών αναφέρουν ότι η θέα έχει σημαντική και θετική επιρροή στις τιμές των κατοικιών της πόλης με αναφορές στις τιμές αυτής της επιρροής που ποικίλλουν από 1% (Beron et al, 2001) έως και 147% (Benson et al, 1997). Το μεγάλο αυτό εύρος είναι αναμενόμενο αν λάβει κανείς υπόψη του ότι σε κάθε έρευνα ο τρόπος μέτρησης της θέας είναι διαφορετικός, το τι θεωρείται θέα

ορίζεται διαφορετικά αλλά και η εκάστοτε μελέτη περίπτωσης είναι διαφορετική. Θα πρέπει σε αυτό το σημείο να αναφερθεί ότι το μεγαλύτερο ποσοστό επιρροής που έχει αναφερθεί (το 147%) αφορά κατοικίες με πρόσοψη σε υδάτινο περιβάλλον.

Το τι ακριβώς νοείται ως θέα διαφέρει από περίπτωση σε περίπτωση. Ανά έρευνα η έννοια της θέας προσδιορίζεται με ποικίλους τρόπους και προσδιορίζει διαφορετικές διαδικασίες και επιδράσεις. Ενδεικτικά αναφέρονται περιπτώσεις για τις οποίες η θέα μπορεί να είναι η απόσταση από μια λίμνη (Darling 1973; Plattner και Campbell 1978; Pollard 1980; Casel and Mendelsohn 1985; Smith 1994; Lansford και Jones 1995; Doss και Taff 1996; Benson et al 1998; Seiler et al 2001; Bond et al 2002), η απόσταση γενικά από υδάτινο περιβάλλον (Brown και Pollakowski 1977; Abelson 1979; Bourassa et al 2003), η απόσταση από ποτάμι (McLeod 1984; Kulshreshtha και Gillies 1993), η απόσταση από βουνά (Song και Knapp 2003; Casel και Mendelsohn 1985), η απόσταση από τη θάλασσα (Tse 2002; Benson et al 1997; Benson et al 1998; Pompe και Rinehart 1995; Kask και Maani 1992), η απόσταση από πάρκα που στην συγκεκριμένη περίπτωση ενσωματώνεται στην έννοια της θέας (McLeod 1984; Lake et al 2000b) ή ακόμα και η οπτική επαφή με δρόμους και σιδηροδρομικές γραμμές (Lake et al 2000a).

Για άλλους πάλι (Li και Brown 1980; Des Rosier et al 2002) ο ορισμός της θέας περιλαμβάνει και το φυσικό περιβάλλον της γειτονιάς μιας κατοικίας ή ακόμα και γειτονικά κτίρια όταν σε αυτά έχουν γίνει σημαντικές αισθητικές παρεμβάσεις. Μακροπρόθεσμα όμως αυτού του είδους οι μεταβλητές έχουν το λιγότερο ενδιαφέρον και αυτό γιατί η προσφορά κατοικιών που γειτνιάζουν σε χώρους ή κτίρια καλής αισθητικής θα είναι συνεχής στο χρόνο, δεν συμβαίνει όμως το ίδιο και για τις ιδιοκτησίες με θέα στη θάλασσα ή σε άμεση γειτνίαση με υδάτινο στοιχείο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα μεταβλητές που “μετρούν” την απόσταση από θάλασσα να έχουν μεγαλύτερη επιρροή στις τιμές των ακινήτων σε σύγκριση με εκείνες που συνυπολογίζουν τη αισθητική της γειτονιάς τους (Bourassa et al 2004).

Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων ο τρόπος με τον οποίο υπολογίζεται η θέα για την δημιουργία της αντίστοιχης μεταβλητής είναι είτε ως δυαδική μεταβλητή, είτε ως η απόσταση από το σημείο ενδιαφέροντος. Στην δεύτερη μάλιστα περίπτωση οι αναφορές συγκλίνουν ότι πάντοτε η σχέση μεταξύ των τιμών κατοικίας και της απόστασης από το σημείο ενδιαφέροντος είναι αρνητική που σημαίνει ότι όσο μεγαλώνει η απόσταση μεταξύ των ιδιοκτησιών και του σημείου της θέας, τόσο ελαττώνεται και η αξία του ακινήτου. Ιδανική πάντως είναι η περίπτωση κατά την

οποία συνδυάζεται η απόσταση από τη θέση της θέας και η άμεση οπτική επαφή. Οι Benson et al (1998) καταλήγουν σε ενδιαφέροντα συμπεράσματα ελέγχοντας το πώς αλληλεπιδρά η απόσταση από τον ωκεανό και η οπτική επαφή (ολική ή μερική) με αυτόν, στο αντίστοιχο ηδονικό μοντέλο που παρουσιάζουν.

Στην πλειοψηφία των άρθρων που αναφέρθηκαν οι αντίστοιχες μελέτες περιπτώσεις αφορούν πόλεις των Ηνωμένων Πολιτειών, του Καναδά, της Νέας Ζηλανδίας, της Αγγλίας, της Σκωτίας και της Φινλανδίας³. Γεγονός είναι ότι όσο μεγαλύτερη είναι η πόλη αναφοράς τόσο μεγαλύτερη είναι και η ζήτηση για κατοικίες με θέα. Στη σύγκριση των αποτελεσμάτων ηδονικών μοντέλων διαφορετικών πόλεων η τιμή που δύναται κάποιος να «πληρώσει» για να αποκτήσει το αγαθό της θέας χαρακτηρίζεται και προσδιορίζεται από τους κανόνες της προσφοράς και ζήτησης που καθορίζει η ίδια η αγορά. Είναι πάντως γεγονός ότι σε πληθυσμιακά μεγαλύτερες πόλεις, όπου το μέσο εισόδημα των νοικοκυριών είναι μεγάλο και το ποσοστό των διαθέσιμων προς πώληση σπιτιών με θέα είναι μικρό η ένταση της σχέσης (τιμή κατοικίας και θέα) θα είναι συγκριτικά μεγάλη.

2.3.2 Ο παράγοντας περιβάλλον

Ο σύγχρονος τρόπος ζωής αλλά και τα μεγέθη και η φύση των πόλεων στις μέρες μας έχει μεγεθύνει αντίστοιχα και την ανάγκη των κατοίκων της για περισσότερο πράσινο στις πόλεις τους. Τα πάρκα και οι πλατείες στον αστικό χώρο προσφέρουν οφέλη στο σύγχρονο μεγαλοαστό που, αν και δεν είναι άμεσα μετρήσιμα, είναι αδιαμφισβήτητης αξίας και σημασίας. Κατά τον Miller (1997) η αισθητική απόλαυση, η διασκέδαση και η πρόσβαση στον καθαρό αέρα και συνήθως σε ένα ήσυχο περιβάλλον είναι τα βασικά ανταποδοτικά οφέλη ενός πάρκου σε μια πόλη. Το σύνθημα βέβαια στις μέρες μας είναι ότι παρόλο που αναγνωρίζεται η αξία των πάρκων σε μια πόλη και τα οφέλη που προκύπτουν από αυτό, το αστικό πράσινο συρρικνώνεται όλο και περισσότερο (English et al 1990; Leiva και Page 2000) γεγονός που ίσως να αποτρεπόταν αν ήταν δυνατή η ποσοτικοποίηση των ωφελειών που απορρέουν από αυτά (Anderson και West, 2006).

Τα αστικά πάρκα θεωρητικά είναι χώροι με θετική επιρροή στις τιμές των κατοικιών που γειτνιάζουν σε αυτά καθώς δημιουργούν γειτονιές στις οποίες ο

³ Ενδεικτικά αναφέρονται οι πόλεις Nottingham (Αγγλία), Perth και Sydney (Αυστραλία), η περιοχή του Salo (Φινλανδία), το Saskatoon (Καναδάς), το Auckland (Νέα Ζηλανδία) και η Γλασκώβη (Σκωτία)

καθένας θα ήθελε να κατοικεί (Kong et al, 2007). Η εισαγωγή τους στα αστικά μοντέλα ενισχύθηκε από την εξέλιξη των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών τη δεκαετία του 80 (Wu et al, 2000) οπότε και έγινε δυνατή η ποσοτικοποίηση της χωρικής δομής (Geoghegan et al., 1997). Η ποσοτικοποίηση της επίδρασης στις αξίες των ακινήτων μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους όπως με βάση το είδος του αστικού πρασίνου, με βάση την απόσταση από το κοντινότερο πάρκο, με βάση το μέγεθος του κοντινότερου πάρκου ή ακόμα και με βάση δεικτών που συνδυάζουν το μέγεθος και την απόσταση από το πλησιέστερο πάρκο (Turvainen και Miettinen 2002, Morancho 2003, Kong et al 2007).

Τα αστικά πάρκα αποτελούν μια αρκετά δημοφιλή παράμετρο η οποία απαντάται συχνά στον προσδιορισμό των παραμέτρων που επηρεάζουν τις τιμές κατοικίας σε μια πόλη. Έτσι υπάρχει πληθώρα ερευνών και βιβλιογραφικών αναφορών που την περιλαμβάνουν ποικιλοτρόπως. Σε κάποιες έρευνες το αστικό πράσινο και οι ελεύθεροι χώροι διακρίνονται σε κατηγορίες ανάλογα με το είδος τους και υπολογίζεται η απόσταση από αυτά (Bolitzer and Netusil, 2000; Lutzenhiser and Netusil, 2001; Smith et al., 2002; Do and Grudnitski, 1995; Weicher and Zerbst, 1973; Espey and Owusu-Edusei, 2001; Correll et al., 1978; Lee and Linneman, 1998; Doss and Taff, 1996; Mahan et al., 2000; Earnhart, 2001). Χαρακτηριστικό επίσης είναι το παράδειγμα δύο Αγγλικών πόλεων σε άρθρο των Cheshire και Sheppard (1995,1998) οι οποίοι βασίζουν την έρευνά τους στο διαχωρισμό του αστικού πρασίνου σε δύο κατηγορίες: σε αυτό που είναι προσβάσιμο από τους κατοίκους και σε εκείνο που δεν είναι προσβάσιμο. Τα συμπεράσματα που εξάγονται από την ανάλυσή τους είναι ιδιαίτερα ενδιαφέροντα με τις προσβάσιμες περιοχές να επιδρούν αυξητικά στις τιμές των ακινήτων σε αντίθεση με εκείνες για τις οποίες δεν επιτρέπεται η πρόσβαση.

Δεν είναι όμως μόνο το είδος των ελεύθερων χώρων που επηρεάζουν τις αξίες των ακινήτων αλλά και ο τρόπος που διαμορφώνεται ο περιβάλλοντας χώρος τους. Οι Geoghegan et al. (1997) χαρακτηριστικά αναφέρουν ότι η ένταση της επίδρασης του αστικού πρασίνου κλιμακώνεται σε περιοχές που βρίσκονται κοντά στο εμπορικό κέντρο και εξασθενεί όσο η απόσταση από αυτό μεγαλώνει. Αλλού πάλι διαπιστώνεται ότι η ζήτηση ελεύθερων χώρων αυξάνει με το εισόδημα (Geoghegan et al. 2003; Cheshire and Sheppard 1995), με τον αριθμό των παιδιών μιας οικογένειας . (Garrod and Willis, 1992) και με την πληθυσμιακή πυκνότητα της περιοχής (Acharya and Bennett, 2001). Έκπληξη προκαλεί το γεγονός ότι τα οφέλη από τη γειτνίαση με

αστικό πράσινο συνάδουν και με τα ποσοστά εγκληματικότητας της περιοχής και μάλιστα όσο μεγαλύτερα είναι τόσο μεγαλώνει και η ανάγκη για χώρους πρασίνου. Κατά κάποιο τρόπο τα πάρκα λειτουργούν εξισορροπητικά λειτουργώντας ενισχυτικά στην εξάλειψη του εγκλήματος (Anderson και West, 2006)

Πιο συγκεκριμένα, υπάρχουν αναφορές για τη μέγιστη απόσταση μέχρι την οποία ένα πάρκο ασκεί σημαντική επιρροή στις γειτνιάζουσες σε αυτό κατοικίες. Χαρακτηριστικά οι Bolitzer και Netusil (2000) προσδιορίζουν αυτή την απόσταση στα 456 μέτρα. Από την άλλη πολυάριθμες είναι οι έρευνες που αφορούν την ποσοστιαία αύξηση στις αξίες γης, που επιφέρει η πρόσβαση στα αστικά πάρκα. Οι Turvainen και Miettinen (2000) προσδιορίζουν αυτό το ποσοστό στο 4.9% επί της αξίας των ακινήτων αν και περιορίζουν την ερευνά τους στα Φινλανδικά άλση. Ο Tajima (2003) από την άλλη, παρατηρεί στο άρθρο του ότι όταν η απόσταση στο κοντινότερο πάρκο διπλασιάζεται, η αξία του ακινήτου αναμένεται να μειωθεί σε ποσοστό 6%. Τέλος αναφέρεται και παράδειγμα στην πόλη Castellon της Ισπανίας όπου παρατηρήθηκε ότι η απόσταση από πάρκο επηρεάζει σημαντικά τις αξίες γης, όχι όμως και το μέγεθος του πάρκου ή η άμεση πρόσβαση σε πάρκο (Bengochea και Morancho, 2003).

Είναι εξίσου σημαντικό σε αυτό το σημείο να αναφερθεί και ο τρόπος με τον οποίο αλληλεπιδρά η άμεση γειτνίαση ενός πάρκου με το υδάτινο στοιχείο. Είναι σχεδόν αυτονόητο ότι εφόσον τα δύο αυτά στοιχεία ξεχωριστά έχουν θετική επίδραση στην αγορά γης, ο συνδυασμός τους απλά προκαλεί εκτίναξη των τιμών. Ο Luttik (2000) ποσοτικοποιεί τη συνδυαστική αυτή επίδραση και αναφέρει ότι είναι 28% μεγαλύτερη από την αντίστοιχη ενός πάρκου που δεν έχει άμεση επαφή με το υδάτινο στοιχείο. Η ποσοτικοποίηση των ωφελειών που προκύπτουν τελικά από την γειτνίαση με ανοιχτούς χώρους αποδεικνύεται ένα ισχυρό εργαλείο στην άσκηση πολιτικής και τη λήψη αποφάσεων στον αστικό σχεδιασμό (Jim και Chen, 2006). Οι αναλύσεις και τα αποτελέσματα που προκύπτουν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διατήρηση αλλά και την ενίσχυση των υφιστάμενων περιοχών αστικού πρασίνου (Mazzotti και Morgenstern 1997; Cook 2002; Leitão και Ahern 2002; Jim και Chen, 2003)

2.4 Προσβασιμότητα σε υπηρεσίες

Ακόμα και από τις πρώτες οικονομικές θεωρίες, που αποτέλεσαν τη βάση των αστικών οικονομικών μοντέλων (Alonso 1964; Mills 1972), η απόσταση από το εμπορικό κέντρο της πόλης είναι καθοριστικός παράγοντας στη διαμόρφωση των

αξιών κατοικίας της. Σε μοντέλα που ακολούθησαν χρονικά (Kain και Quigley, 1970) η ανάλυση εμπλουτίζεται και με άλλες μεταβλητές και διευρύνεται έτσι ώστε να συμπεριλαμβάνει πλέον και άλλες παραμέτρους. Έτσι κατά καιρούς δημοσιεύονται έρευνες για τον προσδιορισμό των τιμών γης και ακινήτων που λαμβάνουν υπόψη την απόσταση από τα πολλαπλά εμπορικά κέντρα μιας πόλης καθώς και την απόσταση από υποδομές μεταφορών (McDonald και McMillen 1990; Bender και Hwang 1985; Orford 1999; Heikkila et al. 1989; Waddell et al. 1993) καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι οι μεταβλητές που υπολογίζουν αποστάσεις από το εμπορικό ή τα εμπορικά κέντρα μιας πόλης είναι στατιστικά σημαντικοί παράμετροι σε ένα ηδονικό μοντέλο.

Οι Ottensmann et al (2008) χαρακτηριστικά αναφέρονται σε άρθρο των Day et al (2003) οι οποίοι συνυπολογίζουν στο μοντέλο τους την έννοια της προσβασιμότητας σε μαγαζιά, σχολεία πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, υποδομές μεταφορών, πάρκα κα. Επιπλέον υποστηρίζουν την ιδέα ότι σε ορισμένες περιπτώσεις εκτός από τον υπολογισμό της απόστασης από ένα σημείο το ίδιο αποδοτικός, ίσως και περισσότερο, είναι ο υπολογισμός της προσβασιμότητας με βάση τους χρόνους μετακίνησης (Nelson 1977; Mozolin 1994; Katz και Rosen 1998; Des Rosiers et al 2000). Στον αντίποδα βρίσκεται η έρευνα του Song (1994), ο οποίος στο άρθρο του συγκρίνει διαφορετικούς τρόπους υπολογισμού της προσβασιμότητας καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι οι χρόνοι μετακίνησης δεν υποκαθιστούν σε καμία περίπτωση τον υπολογισμό της προσβασιμότητας με βάση την απόσταση (Ottensmann et al, 2008).

Ειδικότερα σε ότι αφορά την επιρροή της εκπαίδευσης στις γειτνιάζουσες αξίες γης είναι συχνό το φαινόμενο ο υπολογισμός της να μην βασίζεται στην απόσταση αλλά αντί αυτής να χρησιμοποιείται η ποιότητα κάθε σχολείου. Με άλλα λόγια υπάρχουν έρευνες που θεωρούν ότι η ποιότητα του σχολικού περιβάλλοντος ασκεί μεγαλύτερη επίδραση στις τιμές των ακινήτων από ότι απλά η απόσταση από το εκάστοτε σχολείο (Kain and Quigley 1970; Hayes and Taylor 1996; Brasington και Haurin 2009; Brasington και Hite 2008; Brasington 2003). Στην πραγματικότητα σημασία δεν έχει μόνο το πόσο απέχει κάποιος από μια σχολική μονάδα, αλλά κυρίως το ποια είναι αυτή η σχολική μονάδα και πόσες είναι οι επιτυχίες των μαθητών της στις σχολικές εξετάσεις.

Σταδιακά γίνεται η αντικατάσταση της προσβασιμότητας από το εμπορικό κέντρο με την παραμετροποίηση της επιρροής υπηρεσιών, κάποιες από τις οποίες τυγχάνει

να χωροθετούνται στο εμπορικό κέντρο μιας πόλης, όπως για παράδειγμα οι τράπεζες.

2.5 Γειτονεύοντας με το Θεό

Ολιγάριθμες είναι οι έρευνες στη βιβλιογραφία με αντικείμενο μελέτης κατ'αποκλειστικότητα το αν και κατά πόσο μια εκκλησία συμπαράσχει τις τιμές των ακινήτων που τη γειτνιάζουν (Do et al 1994; Carroll et al 1996). Η δε ελληνική βιβλιογραφία πάσχει τα μέγιστα σε αυτόν τον τομέα καθώς δεν υπάρχει ούτε μια αναφορά επί του θέματος. Και όμως, στην πραγματικότητα η εγκατάσταση μιας εκκλησίας σε μια περιοχή μπορεί να επηρεάσει με δυναμικό τρόπο τη ζωή των κατοίκων της, είτε θετικά είτε αρνητικά.

Κατ'αρχήν είναι η ίδια η δυναμική παρουσία των λειτουργιών μιας εκκλησίας που καθιστούν την παρουσία της αισθητή στον περίγυρό της, και όχι πάντοτε με τον επιθυμητό τρόπο. Γιατί όσο ευχάριστη μπορεί να είναι η τέλεση ενός γάμου, είναι πολλαπλά δυσάρεστη η τέλεση μιας κηδείας, ακόμα και αν πρόκειται για κάποιον που δεν γνωρίζουμε. Επίσης μπορεί να γίνει ιδιαίτερα ενοχλητικός ο ήχος του καμπαναριού που συντονίζεται κάθε μία ώρα για τη σήμανση της ώρας. Επιπλέον, σε περιπτώσεις μεγάλων πληθυσμιακά ενοριών η τέλεση λειτουργιών συνεπάγεται και με αύξηση του φόρτου των αυτοκινήτων που κινούνται στην περιοχή, με μείωση των διαθέσιμων θέσεων για παρκάρισμα (Harlan, 1991) καθώς και με αύξηση των ρύπων εξαιτίας του μεγάλου όγκου των αυτοκινήτων (Niebuhr, 1991). Ο Brogan (1991), σε άρθρο του στους New York Times, επίσης αναφέρεται στον τρόπο με τον οποίο μια εκκλησία μπορεί να είναι ασύμβατη με την περιοχή στην οποία εγκαθίσταται από αρχιτεκτονικής άποψης ή απλά ενδέχεται να νοείται ως ένας ακόμη κτιριακός όγκος που περιορίζει τη θέα για άλλους.

Υπάρχουν πολλοί άλλοι λόγοι για τους οποίους κάποιος θα επέλεγε να ζει δίπλα ή έστω κοντά σε μία εκκλησία. Ο Drummond (1992) συνοψίζει έντεχνα το σύνολο των θετικών αυτών επιρροών, αναφέροντας ότι μια εκκλησία είναι στην ουσία και πάνω απ' όλα ένα σύμβολο τάξης και ηθικής που στους κόλπους της συγκεντρώνει ανθρώπους που θέλουν να λατρέψουν το Θεό από τη μια, και να βοηθήσουν το συνάνθρωπό τους από την άλλη.

Από την άλλη υπάρχει μια κατηγορία ατόμων που θα επιζητούσε ή τουλάχιστον θα προτιμούσε να κατοικεί σε μικρή απόσταση από μια εκκλησία, αυτή των ηλικιωμένων. Είναι γνωστή η τάση των ανθρώπων κάποιας ηλικίας που θεωρητικά

βρίσκονται πιο κοντά στο θάνατο να ανακαλύπτουν ένα καινούριο νόημα στη μικρή ζωή που τους απομένει ασκώντας πιο συχνά, πιο συνειδητά και με μεγαλύτερο πάθος, τα θρησκευτικά τους καθήκοντα. Για αυτούς λοιπόν τους ανθρώπους, που σημειωτέον σε αυτήν την ηλικία αντιμετωπίζουν μεγαλύτερη δυσκολία στις μετακινήσεις τους, η άμεση πρόσβαση στις εκκλησίες τις ενορίας τους είναι πολλές φορές ζήτημα μείζονος σημασίας και αναιρεί όλα τα μειονεκτήματα της άμεσης γειτνίασης.

Τέλος σε πολλές περιπτώσεις ο προαύλιος χώρος μιας εκκλησίας μπορεί να λειτουργεί σχεδόν όπως και μια πλατεία σε κάθε άλλη περίπτωση, συγκεντρώνοντας τις ίδιες λειτουργίες και δραστηριότητες, πάντα όμως στα πλαίσια των χρηστών ηθών. Δεν είναι τυχαίο ότι σε πολλές περιπτώσεις ο προαύλιος χώρος της εκκλησίας ταυτίζεται με τη βασική πλατεία μιας πόλης. Σε μικρότερους δε οικισμούς, αυτό είναι σχεδόν ο κανόνας.

Η πρώτη ουσιαστική έρευνα αναφορικά με την επίδραση των εκκλησιών στην αγορά εκκλησίας προέρχεται από τους Do, Wilbur και Short (1994) με αφορμή τα δημοσιογραφική και πολιτική διαμάχη που ξεσπά στις αρχές της δεκαετίας του 1990 αναφορικά με το κατά πόσο η κατασκευή μιας εκκλησίας σε μια αμιγώς περιοχή κατοικίας επηρεάζει θετικά ή αρνητικά την αγορά γης στην περιοχή⁴. Τα αποτελέσματα της έρευνας ενισχύουν την άποψη ότι η εγκατάσταση των εκκλησιών λειτουργεί αρνητικά, μειώνοντας τις τιμές των κατοικιών που τις γειτνιάζουν προσδιορίζοντας αυτήν την απόσταση επιρροής στα 850 πόδια.

Δύο χρόνια αργότερα η έρευνα των Carroll, Claurette και Jensen (1996) έρχεται ως αντιστάθμισμα στις φωνές που θέλουν την εγκατάσταση των εκκλησιών (η αναφορά γίνεται για τη Νεβάδα των ΗΠΑ) σε κατοικημένη περιοχή ως προβληματική για την αγορά κατοικίας στην περιοχή. Με συγκριτικά μεγαλύτερο δείγμα από την έρευνα των Do, Wilbur και Short και για μια περιοχή δίπλα στο Λας Βέγκας (την πόλη του τζόγου και της αμαρτίας) τα αποτελέσματα των Carroll, Claurette και Jensen είναι τελείως αντίθετα της πρώτης έρευνας. Έτσι στη Νεβάδα η εγκατάσταση μιας εκκλησίας προκαλεί αυξητικές τάσεις στην αγορά κατοικίας με ζώνη επιρροής το 1 μίλι.

⁴ Μελέτη περίπτωσης είναι το San Diego των Ηνωμένων Πολιτειών

2.6 Το ελληνικό παράδειγμα

Ο ελλαδικός χώρος χαρακτηρίζεται από ορισμένες ιδιαιτερότητες αναφορικά με την αγορά γης. Οι μεταβολές των οικονομικών και κοινωνικών της δομών το δεύτερο μισό του προηγούμενου αιώνα έχουν συνεισφέρει κατά πολύ στην ανάπτυξη των αστικών της δομών. Παράγοντες όπως η ώθηση της αστικοποίησης με μετακίνηση πληθυσμού από τον αγροτικό χώρο και η μετάβαση από την ενασχόληση με αγροτικές εργασίες προς την βιομηχανοποίηση και πιο πρόσφατα η αποβιομηχανοποίηση και μετάβαση στον τριτογενή τομέα δημιουργούν την εικόνα του σύγχρονου Έλληνα αστού.

Οι Delladetsima και Leontidou (1995) αναφέρονται χαρακτηριστικά στην κυριαρχία του ιδιωτικού τομέα στην ελληνική αγορά γης και στην έλλειψη πολιτικών σχεδιασμού του αστικού χώρου. Ιδιαίτερη μνεία γίνεται στον τρόπο με τον οποίο ασκείται η κρατική παρέμβαση η οποία περιορίζεται σε πολιτικές φορολογίας αλλά και στο σύστημα των αντικειμενικών αξιών. Στην ουσία, το κράτος αντιμετωπίζει την αγορά γης και κατοικίας ως ένα μέσο για την αύξηση των εσόδων του με αποτέλεσμα σήμερα στην Ελλάδα οι μεγαλύτερες πληθυσμιακά πόλεις να αντιμετωπίζουν έντονα προβλήματα με το περιβάλλον, τις οδικές υποδομές τους κ.α.

Σε αυτό το πλαίσιο υπάρχει μια προηγούμενη έρευνα (ΚΠΟΕ, 1985) για τον προσδιορισμό των αξιών γης στην πόλη της Πάτρας. Οι μεταβλητές που παραμετροποιούνται στο συγκεκριμένο μοντέλο είναι: η απόσταση από το εμπορικό κέντρο, οι αποστάσεις από τους βασικούς οδικούς άξονες, οι περιορισμοί που προκύπτουν από τους πολεοδομικούς όρους κ.α. Για τον υπολογισμό της συσχέτισης μεταξύ της εξαρτημένης και των ανεξάρτητων μεταβλητών χρησιμοποιείται η μέθοδος της πολλαπλής παλινδρόμησης. Η επιλογή των παραμέτρων είναι πλήρως εναρμονισμένη με τη βιβλιογραφία της εποχής ενώ βιβλιογραφικά ίσως και να αποτελεί τον πρωτοπόρο των ηδονικών μοντέλων στη χώρα μας.

Επιπλέον η λογική που επικρατεί γύρω από τη μετάδοση των πληροφοριών των σχετικών με τις αγοραπωλησίες θυμίζει και μπορεί με άνεση να συγκριθεί με άλλες κοινωνίες και άλλα πολιτικά καθεστώτα. Χαρακτηριστικά αναφέρεται το παράδειγμα της Κίνας, για την οποία η απελευθέρωση της αγοράς κατοικίας είχε ως αποτέλεσμα σήμερα πλέον το ζήτημα των αγοραπωλησιών να αντιμετωπίζεται ως το απόλυτο εμπορικό μυστικό από τους μεσίτες (Kong et al 2007). Έτσι ενώ για την πλειοψηφία του δυτικού κόσμου το θέμα των αγοραπωλησιών αντιμετωπίζεται ως κοινή

στατιστική πληροφορία που διαχέεται ακόμα και μέσω του διαδικτύου, στην Ελλάδα ακολουθείται η λογική της Ανατολής με ότι αυτό συνεπάγεται. Ίσως αυτός να είναι εν μέρει και ο λόγος για τον οι περισσότερες έρευνες που υπάρχουν στη βιβλιογραφία αναφέρονται σε πόλεις και αστικές περιοχές των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής (Laakso, 1997). Χαρακτηριστικό πάντως είναι ότι ελάχιστες είναι έρευνες που αφορούν γενικότερα σε Ευρωπαϊκές πόλεις (Sandberg, 2004).

2.7 Η πόλη του Βόλου ως μελέτη περίπτωσης

Η κοινωνική διάρθρωση της πόλης του Βόλου και η νοοτροπία των κατοίκων της, λίγο διαφέρει από την αντίστοιχη άλλων ελληνικών πόλεων. Στην έλλειψη ισχυρού κράτους πρόνοιας οι κάτοικοι «απαντούν» με την δυναμική παρουσία της οικογένειας η οποία χαρακτηρίζει κατά κύριο λόγο την κοινωνική ταυτότητα της πόλης.

Ο Μαλούτας (1995), σε έρευνά του σε 977 νοικοκυριά της πόλης διαπιστώνει ότι μεγάλο ποσοστό του πληθυσμού εργάζεται στον τομέα των υπηρεσιών και κυρίως στο Δημόσιο ενώ όλο και περισσότερο αυξάνει και ο αριθμός των εργαζομένων γυναικών. Επίσης εύστοχα παρατηρεί ότι περισσότερα νοικοκυριά με δύο εργαζόμενους και πάνω είναι εκείνα που ανήκουν στα μεσαία και υψηλά στρώματα εισοδήματος ενώ νοικοκυριά με μόλις έναν εργαζόμενο είναι κυρίως εκείνα που ανήκουν στα χαμηλά και λαϊκά στρώματα. Αυτό είναι επίσης χαρακτηριστικό γνώρισμα της ελληνικής κοινωνίας που μέχρι και σήμερα διατηρεί νοοτροπίες των προηγούμενων αιώνων. Ιδιαίτερα στα χαμηλά εισοδήματα, που συνήθως συνδέονται με άτομα με στοιχειώδη ή και καθόλου εκπαίδευση, η θέση της γυναίκας είναι αυτή της νοικοκυράς και εκείνη που είναι αποκλειστικά υπεύθυνη για το μέγεθος των παιδιών της.

Στο ίδιο άρθρο αναφέρεται η ιδιοκατοίκηση ως το κύριο χαρακτηριστικό της κοινωνίας στην πόλη του Βόλου, και μάλιστα για όλα τα κοινωνικά και οικονομικά στρώματα της. Όπως ήδη αναφέρθηκε κύριες αιτίες αυτής της ιδιοκατοίκησης είναι η αυτοστέγαση, η ενδοοικογενειακή παραχώρηση και η κατά παραγγελία οικοδόμηση. Από την άλλη η μέριμνα για την φροντίδα των παιδιών και των ηλικιωμένων σε μία οικογένεια αναλαμβάνεται κατά κόρον από μέλη της ίδιας της οικογένειας, όπου αυτό είναι δυνατό, γεγονός που αιτιολογεί τη χωροθέτηση των κατοικιών των πλησιέστερων συγγενών μιας οικογένειας πολύ κοντά μεταξύ τους.

Επίσης, αναφορικά με τον τομέα της εκπαίδευσης, η πόλη του Βόλου χαρακτηρίζεται κυρίως από δημόσια εκπαιδευτήρια και λιγότερο από ιδιωτικά. Ο

ιδιωτικός τομέας όμως κυριαρχεί σε όλες τις εξωσχολικές δραστηριότητες ή αλλιώς στον τομέα της παραπαιδείας και της εκμάθησης ξένων γλωσσών. Είναι χαρακτηριστικό ότι το 71% των Βολιωτών διδάσκονται μια ξένη γλώσσα σε φροντιστήριο ξένων γλωσσών και μάλιστα το φαινόμενο είναι διαδεδομένο ανεξαρτήτως της κοινωνικοοικονομικής κλίμακας των ερωτηθέντων (Μαλούτας, 1995). Άλλωστε, ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια, η γνώση τουλάχιστον μιας ξένης γλώσσας είναι συνυφασμένη με την έννοια της υποχρεωτικής εκπαίδευσης, ενώ σε κάποιες περιπτώσεις αποτελεί το εισιτήριο για μια καλύτερη θέση στον επαγγελματικό τομέα, ίσως και στο Δημόσιο.

Τέλος σε ότι αφορά τις μετακινήσεις των κατοίκων της πόλης προς την εργασία τους, αυτές γίνονται στο μεγαλύτερο ποσοστό τους με ΙΧ, με τα πόδια ή με τη χρήση δίτροχου. Η χρήση των δημόσιων μέσων μεταφοράς γίνεται κυρίως από τις γυναίκες και σίγουρα δεν αντιστοιχεί στο κυρίαρχο μέσο μετακίνησης στην πόλη. (Μαλούτας, 1995)

2.8 Οι εκκλησίες του Βόλου

Στην πόλη του Βόλου (εξαιρείται από την ανάλυση ο Δήμος Νέας Ιωνίας) υπάρχουν συνολικά 35 εκκλησίες Ορθόδοξων Χριστιανών, μία Εβραϊκή Συναγωγή, μία Καθολική εκκλησία και μια Παλαισημερολογίτικη. Το ενδιαφέρον εστιάζεται στις Ορθόδοξες εκκλησίες και για το λόγο αυτό από δω και στο εξής όπου γίνεται μνεία στον όρο «εκκλησίες», αυτός θα αναφέρεται στις Ορθόδοξες. Χωρικά διαπιστώνει κανείς μια σχεδόν συμμετρική διασπορά των εκκλησιών στον αστικό ιστό, γεγονός που τις καθιστά προσιτές από κάθε σημείο της πόλης. Σε αυτό το σημείο ακολουθεί μια περιληπτική αναφορά των μεγαλύτερων και ιστορικά σημαντικότερων εκκλησιών της πόλης.

Στο κέντρο της πόλης συναντά κανείς την εκκλησία του **Αγίου Νικολάου** που περικλείεται από τις οδούς Ερμού – Γκλαβάνη – 28ης Οκτωβρίου και Αγίου Νικολάου. Ιστορικά η ανέγερση της ολοκληρώθηκε το 1856 αλλά όχι με τη σημερινή της μορφή. Στο προαύλιο της υπήρχαν επιπλέον τρεις χώροι: μία αποθήκη, ένα άσυλο ηλικιωμένων (γηροκομείο) και ένα δημοτικό σχολείο το οποίο λειτούργησε μέχρι το έτος 1870. Όπως χαρακτηριστικά αναφέρει η αρχαιολόγος Ασπασία Ντίνα η συγκεκριμένη εκκλησία είναι η «πρώτη εκκλησία με πολλαπλές αρμοδιότητες και το κύρος Δημοτικής Αρχής». Αρχιτέκτονας του κτιρίου της εκκλησίας με τη σημερινή της μορφή είναι ο γνωστός στην πόλη για το έργο του Αριστοτέλης Ζάχος.

Σε ότι αφορά τη δεύτερη μεγαλύτερη εκκλησία της πόλης, τον **Άγιο Κωνσταντίνο**, αυτός κτίστηκε μαζί με την ομώνυμη συνοικία στις αρχές του 20ου αιώνα. Στην αρχική της μορφή, επρόκειτο για μια απλή ξύλινη κατασκευή που κατασκευάστηκε από τους ίδιους τους ενορίτες για να μπορούν να εκτελούν με κάποιο τρόπο τα θρησκευτικά τους καθήκοντα. Τριάντα οκτώ χρόνια μετά την κατασκευή αυτού του παραπήγματος και λόγω των αυξημένων αναγκών των ενοριτών της περιοχής και πάλι πρωτοστάτης είναι ο Αρχιτέκτονας Αριστοτέλης Ζάχος στην ανέγερση του ναού με τη μορφή που έχει μέχρι και σήμερα. Λόγω της θέσης του ναού παραπλεύρως της θάλασσας η θεμελίωσή του έγινε από ελβετική εταιρεία και άντεξε ακόμα και τους σεισμούς της πόλης που ακολούθησαν χρονικά.

Η εκκλησία της **Ανάληψης** λειτούργησε για πρώτη φορά σε κτίριο του αμαξοστασίου εν έτη 1896. Μία ακόμα δραστηριότητα που εκτελούνταν στη συγκεκριμένη εκκλησία όπως χαρακτηριστικά αναφέρει η κα Ντίνα και που παρεκκλίνει των γνωστών θρησκευτικών καθηκόντων και αναγκών είναι ότι μέχρι «το 1909 η εκκλησία της Αναλήψεως είχε γίνει προσφιλής χώρος συγκέντρωσης των απεργών καπνεργατών του Βόλου. Ο ναός λειτουργούσε κανονικά, το εκκλησίασμα γινόταν περισσότερο και το ετήσιο πανηγύρι συγκέντρωνε πλήθη κόσμου από όλα τα χωριά της περιοχής του Βόλου». Δυστυχώς ο ναός σε εκείνη τη μορφή δεν ακολούθησε την τύχη του Αγίου Κωνσταντίνου και κατεδαφίστηκε με τους σεισμούς για να κτιστεί στη μορφή που έχει σήμερα αρκετά χρόνια μετά, το 1975. Ο ναός της Ανάληψης είναι ο μεγαλύτερος σε επιφάνεια, όχι μόνο για την πόλη του Βόλου αλλά για ολόκληρη της περιοχή της Θεσσαλίας με επιφάνεια κτιρίου στα 750 μέτρα.

Μία ακόμα από τις κεντρικές εκκλησίες της πόλης είναι η **Μεταμόρφωση**. Η συγκεκριμένη εκκλησία κτίστηκε στη σημερινή της μορφή το 1936 αλλά προϋπήρχε από το 1891. Το εμβαδόν της είναι 625τμ.. Η εκκλησία των **Αγίων Θεοδώρων** είναι κτισμένη στο παλιό Κάστρο της πόλης και ακριβώς στο σημείο της αρχαίας εκκλησίας ενώ έχει εμβαδόν μόλις 152τμ.. Δωρεά ιδιώτη αποτελεί ο χώρος όπου χτίστηκε ο ναός του **Αγίου Βασιλείου** το 1952 με εμβαδόν 300τμ..

Είναι χαρακτηριστικό ακόμα και για την ίδια την αστική εξέλιξη και δομή της πόλης, ότι η περιοχή της Νέας Δημητριάδας δεν έχει δική της εκκλησία μέχρι και το έτος 1937, οπότε και ανεγείρεται ο ναός του **Αγίου Δημητρίου**. Είναι επίσης αξιοσημείωτο ότι η ανέγερσή της πραγματοποιήθηκε με συνεισφορές και δωρεές. Σε ξύλινο παράπηγμα γίνονταν αρχικά και η θρησκευτικές δραστηριότητες των ενοριτών των Αγίων Αναργύρων. Παρά τις όποιες επεκτάσεις, επενδύσεις και προσθήκες, οι

ανάγκες των ενοριτών δεν ήταν δυνατόν να καλυφθούν από το ενισχυμένο παράπηγμα. Έτσι, μια δεκαετία σχεδόν μετά τον πόλεμο του 40, και πιο συγκεκριμένα το 1953 ανεγέρθη το νέο κτίριο της εκκλησίας των **Αγίων Αναργύρων** με τη σημερινή του μορφή, και πάλι μέσω δωρεών και προσφορών.

Από τις μικρότερες σε εμβαδόν εκκλησίες της πόλης είναι και αυτή της **Αγίας Τριάδας**. Με εμβαδόν μόλις 100 τετραγωνικών μέτρων πρόκειται ουσιαστικά για παρεκκλήσι του Νοσοκομείου της πόλης η ανέγερση του οποίου ολοκληρώθηκε το 1954 με έξοδα ενοριτών. Τέλος, μόνον ως στολίδι της πόλης μπορεί να χαρακτηριστεί ο ναός της **Παναγίας Τρύπας**. Πρόκειται στην ουσία για εκκλησία κτισμένη κυριολεκτικά μέσα σε σπήλαιο του λόφου της Γορίτσας, γεγονός που την καθιστά πρωτότυπη και από αρχιτεκτονικής άποψης ενώ προϋπάρχει ήδη από το 1892. Είναι πάντως χαρακτηριστικό ότι πριν αποτελέσει χώρο θρησκευτικής συνάθροισης η συγκεκριμένη σπηλιά ήταν χώρος στον οποίο οι ψαράδες φύλαγαν τα σύνεργά τους και οι ζωέμποροι τα σφάγια τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΘΕΩΡΙΕΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

3.1 Γενική θεώρηση και ιστορική ανασκόπηση

Η έννοια της παλινδρόμησης εισάγεται στην έρευνα από τον πολυπράγμων⁵ Francis Galton (1885) σε μελέτες του για την ανάλυση του ανθρωπίνου σώματος. Πιο συγκεκριμένα παρατήρησε ότι το ύψος των αγοριών του δείγματός του δεν έμοιαζε με εκείνο των πατέρων τους αλλά έκλινε περισσότερο προς το μέσο όρο του πληθυσμού. Έτσι προκύπτει η φράση “regression towards mediocrity” δηλαδή παλινδρόμηση προς την μετριότητα. Από τότε μέχρι σήμερα η στατιστική μέθοδος της παλινδρόμησης έχει υποστεί πολλές παρεμβάσεις και μετατροπές που στόχο έχουν τη δημιουργία ρεαλιστικών μοντέλων. Το 1809 ο Carl Friedrich Gauss διατυπώνει τη θεωρία της μεθόδου των ελαχίστων τετραγώνων (Myers, 1990). Από το συνδυασμό των δύο αυτών τεχνικών θα παραχθεί η ανάλυση πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης με τη χρήση της μεθόδου των ελαχίστων τετραγώνων.

Η παλινδρόμηση χρησιμοποιούνταν και χρησιμοποιείται ακόμα για δύο κυρίως λόγους, την πρόβλεψη και την ερμηνεία φαινομένων. Ο λόγος λοιπόν για τον οποίο χρησιμοποιείται κάθε φορά η συγκεκριμένη μέθοδος στην ανάλυση, είναι αυτός που καθορίζει και τη μεθοδολογία που ακολουθείται. Στην περίπτωση λοιπόν που σκοπός της έρευνας είναι η πρόβλεψη, στόχος της παλινδρόμησης είναι ο προσδιορισμός της πιο φειδωλής εξίσωσης η οποία τελικά αποδίδει και τα λιγότερα λάθη στην πρόβλεψη. Έτσι, δίνεται από τον ερευνητή λιγότερη έμφαση στη θεωρία επιλογής των μεταβλητών αλλά και στην εκτίμηση των παραμέτρων. Οι Montgomery & Peck (1992) και ο Myers (1990) αναλύουν το πώς η ανάλυση παλινδρόμησης εξελίχθηκε

⁵ Ο συγκεκριμένος άνθρωπος δεν είναι γνωστός στην παγκόσμια επιστημονική κοινότητα μόνο για αυτή του την ανακάλυψη. Ο Sir Francis Galton πρώτος εισαγάγει την έννοια της συσχέτισης και χρησιμοποιεί τις στατιστικές μεθόδους στην ανάλυση της ανθρωπίνης διαφορετικότητας. Εισάγει την τεχνική των ερωτηματολογίων και της έρευνας για τη συλλογή δεδομένων από ανθρώπους. Πρωτοστατεί στις ανθρωπομετρικές επιστήμες, ανακαλύπτει την ψυχομετρία και τη διαφορική ψυχολογία. Ενισχύει με νέες μεθόδους την εγκληματολογία και ως πρωτεργάτης της μετεωρολογίας παράγει τον πρώτο μετεωρολογικό χάρτη. (Πηγή: Wikipedia)

στον τομέα της πρόβλεψης όπου με μικρό αριθμό ανεξάρτητων μεταβλητών είναι δυνατόν να προκύψουν ακριβείς προβλέψεις.

Και εδώ συμβαίνει το εξής παράδοξο. Ενώ στη βιβλιογραφία (Ethington et al, 2002; Ezekiel et al, 1959) υπάρχει κορεσμός από την περιγραφή μεθόδων με απώτερο σκοπό την πρόβλεψη, ελάχιστες είναι οι μελέτες που τις εφαρμόζουν στην πράξη. Αντίθετα, στην πλειοψηφία σχεδόν των εφαρμογών η παλινδρόμηση χρησιμοποιείται ως ερμηνευτικό εργαλείο ανάλυσης. Η πρόβλεψη πλέον δεν είναι αυτοσκοπός, αλλά απώτερος στόχος είναι η ερμηνεία των αιτιών που προκαλούν τη διαφοροποίηση ενός φαινομένου από άτομο σε άτομο ή γενικά στο χώρο. Η επιτυχία αυτών των «ερμηνευτικών» εργαλείων βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στον προσδιορισμό ενός σωστού μοντέλου. Με απλά λόγια ένα σωστό μοντέλο είναι εκείνο για το οποίο έχουν προσδιοριστεί με σαφή τρόπο όλες εκείνες οι μεταβλητές (ανεξάρτητες μεταβλητές) που επηρεάζουν το υπό εξέταση φαινόμενο (εξαρτημένη μεταβλητή). Γίνεται δηλαδή *a priori* η υπόθεση ότι ένα σύνολο ανεξάρτητων μεταβλητών που συσχετίζονται μεταξύ τους, επηρεάζουν και συσχετίζονται παράλληλα και με την εξαρτημένη. Το θεμέλιο της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης είναι επομένως η διερεύνηση της συνδιακύμανσης των ανεξάρτητων μεταβλητών μεταξύ τους και με την εξαρτημένη. Αυτού του είδους η ανάλυση δεν μπορεί να αποδοθεί από απλά διμεταβλητά μοντέλα, καθώς η πολυπλοκότητα των σχέσεων όπως υφίστανται στην πραγματική ζωή απαιτεί περισσότερο πολύπλοκα μοντέλα.

Η ερμηνεία επομένως του τρόπου συσχέτισης των μεταβλητών μεταξύ τους αλλά και η επιλογή των ανεξάρτητων μεταβλητών βασίζεται σε ένα θεωρητικό υπόβαθρο το οποίο προηγουμένως έχει υποστηριχθεί επαρκώς από την επιστημονική κοινότητα και έχει εφαρμοστεί επιτυχώς σε ανάλογες περιπτώσεις. Σε κάθε περίπτωση, η αποτελεσματική εφαρμογή της μεθόδου της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης στηρίζεται στην ύπαρξη σωστού θεωρητικού υποβάθρου και μεθοδολογικής επάρκειας.

Κατά τον Kerlinger (1973) η ερμηνεία φαινομένων είναι ο ορισμός του τι είναι θεωρία και θεωρητικό υπόβαθρο. Ποιο συγκεκριμένα αναφορικά με την έννοια της θεωρίας υποστηρίζει⁶ ότι πρόκειται για ένα σύνολο συσχετισμένων εννοιών,

⁶ "a set of interrelated constructs (concepts), definitions, and propositions that present a systematic view of phenomena by specifying relations among variables, with the purpose of explaining and predicting the phenomena" (σελ.9)

ορισμών και θεωρημάτων που με τη σειρά τους παρουσιάζουν μια συστηματική αντίληψη των φαινομένων, βασισμένη στον προσδιορισμό των σχέσεων μεταξύ των μεταβλητών, με απώτερο σκοπό την ερμηνεία και την πρόβλεψη των φαινομένων. Επομένως η δόμηση του μοντέλου που θα χρησιμοποιηθεί αλλά και οι υποθέσεις που πρέπει να ελεγχθούν βασίζονται σε ένα συγκεκριμένο θεωρητικό υπόβαθρο. Επομένως και η επιλογή των μεταβλητών που θα ενταχθούν στο υπό εξέταση μοντέλο είναι μια διαδικασία που ακολουθεί κάποια κοινά αποδεκτή θεωρία.

Το ζήτημα της επιλογής των μεταβλητών στα μοντέλα παλινδρόμησης είναι καίριο και όπως χαρακτηριστικά προαναφέρθηκε καθορίζει τελικά το είδος της παλινδρόμησης που θα εφαρμοστεί. Αν η επιλογή των μεταβλητών γίνει με αυτοματοποιημένο τρόπο και χωρίς προηγουμένως να υπάρχει κατάλληλο θεωρητικό υπόβαθρο, τότε τα αποτελέσματα της παλινδρόμησης δεν είναι δυνατόν να ερμηνεύσουν τη συσχέτιση και τη δυναμική των μεταβλητών και το μοντέλο που θα προκύψει θα είναι απλά ένα μοντέλο πρόβλεψης (Thompson, 1995; Pedhazur, 1982). Τα μοντέλα πρόβλεψης δεν συμβάλλουν επ' ουδενί τρόπο στην ερμηνεία του τρόπου επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών επί της εξαρτημένης, αντιθέτως αποδίδουν εκείνο τον συνδυασμό που δίνει το καλύτερο αποτέλεσμα πρόβλεψης.

Στην παρούσα έρευνα στόχος του μοντέλου δεν είναι η πρόβλεψη όσο η ερμηνεία των φαινομένων και κατ'επέκταση των δυναμικών που τα καθορίζουν. Το ενδιαφέρον επομένως εστιάζεται τόσο στην επιλογή των παραμέτρων που επιλέγονται ότι ερμηνεύουν καλύτερα το υπό εξέταση φαινόμενο (αξίες γης) όσο και στην επιλογή της κατάλληλης συνάρτησης που περιγράφει όσο το δυνατόν πιο ρεαλιστικά τη μεταξύ τους συσχέτιση. Οι μέθοδοι που αναλύονται στα επόμενα κεφάλαια είναι της απλής και πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης και της γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης.

Η αναφορά στην απλή γραμμική παλινδρόμηση γίνεται μόνο για την κατανόηση και την ομαλή μετάβαση στην ανάλυση των τεχνικών της πολλαπλής παλινδρόμησης η οποία εφαρμόζεται κατ'αρχήν στο υπό εξέταση μοντέλο. Από τον έλεγχο των βασικών υποθέσεων της συγκεκριμένης μεθόδου γίνεται κατανοητό ότι στις περισσότερες περιπτώσεις τα ηδονικά μοντέλα αντιμετωπίζουν έντονα τα προβλήματα της ετεροσκεδαστικότητας, της αυτοσυσχέτισης αλλά κυρίως της χωρικής αυτοσυσχέτισης. Και αν και τα δύο πρώτα ζητήματα είναι σχετικά εύκολα στην αντιμετώπισή τους, το τρίτο ζήτημα της χωρικής αυτοσυσχέτισης είναι περισσότερο πολύπλοκο και απαιτεί τη χρήση πιο εξειδικευμένων μεθόδων. Στην

προκειμένη περίπτωση επιλέγεται η χρήση της γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης.

3.2 Απλή γραμμική παλινδρόμηση

Στην περίπτωση δύο φαινομένων, έστω X το ένα και Y το άλλο, τα οποία συσχετίζονται μεταξύ τους, δηλαδή το φαινόμενο X ερμηνεύει ή ερμηνεύεται από το φαινόμενο Y , τότε με τη χρήση απλών στατιστικών μεθόδων είναι δυνατόν να υπολογιστεί η μεταξύ τους συνδιακύμανση. Ένας από τους πλέον προσιτούς τρόπους έκφρασης της συσχέτισης μεταξύ δύο ποσοτικών μεταβλητών είναι η γραμμική παλινδρόμηση, η απλή στην περίπτωση που εξετάζουμε δύο μεταβλητές και η πολλαπλή στην περίπτωση που εξετάζουμε τη συσχέτιση περισσότερων των δύο μεταβλητών (Cochran, 1957). Στα πλαίσια της απλής γραμμικής παλινδρόμησης στόχος είναι ο προσδιορισμός της γραμμικής συνάρτησης που περιγράφει καλύτερα τα φαινόμενα Y και X και ακολουθεί τον γενικό τύπο:

$$Y = b_0 + b_1 X \quad (3.1)$$

έστω λοιπόν ότι η ζητούμενη ευθεία είναι

$$\hat{Y} = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 X_i \quad (3.2)$$

Με τον υπολογισμό των συντελεστών παλινδρόμησης (b_0, b_1) , είναι δυνατή η πρόβλεψη της τιμής του Y για οποιαδήποτε τιμή του X . Η ανάλυση γραμμικής παλινδρόμησης ξεκινά με την υπόθεση ότι υπάρχει γραμμική συσχέτιση μεταξύ των υπό εξέταση μεταβλητών. Στόχος είναι η προσαρμογή μιας ευθείας γραμμής (3.2) στο νέφος των σημείων του υποδείγματος και στη συνέχεια η ανάλυση των επιπτώσεων της ανεξάρτητης μεταβλητής στην εξαρτημένη. Τελικά, «ουσία της παλινδρόμησης είναι η υποκατάσταση της γραμμικής στατιστικής σχέσης δύο χαρακτήρων από μια συναρτησιακή γραμμική σχέση η οποία θα αποτελεί την καλύτερη δυνατή περίληψη της προηγούμενης». Δηλαδή χωρίς σημαντικό σφάλμα είναι δυνατόν να «περιορίσουμε όλη την πληροφορία που περιέχεται στην (γραμμικής μορφής) κατανομή δύο χαρακτήρων σε μια ευθεία». (Μαλούτας, 1994)

Στην παραπάνω εξίσωση το b_0 είναι ο σταθερός όρος, λέγεται **διαφορά ύψους** και εκφράζει την τομή της ευθείας με τον άξονα των Y ενώ το b_1 είναι ο **συντελεστής παλινδρόμησης** ή κλίση της ευθείας και εκφράζει την μεταβολή της εξαρτημένης μεταβλητής όταν η ανεξάρτητη μεταβλητή μεταβληθεί κατά μία μονάδα. Ένας από τους πιο προσφιλείς τρόπους υπολογισμού των b_0, b_1 της εξίσωσης

παλινδρόμησης είναι με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων (Δημητριάδης, 2002) και σύμφωνα με τους τύπους:

$$\hat{b}_1 = \frac{\nu \sum_{i=1}^{\nu} x_i y_i - (\sum_{i=1}^{\nu} x_i)(\sum_{i=1}^{\nu} y_i)}{\nu \sum_{i=1}^{\nu} x_i^2 - (\sum_{i=1}^{\nu} x_i)^2} \quad (3.3)$$

και

$$\hat{b}_0 = \bar{y} - \hat{b}_1 \bar{x} \quad (3.4)$$

Σκοπός είναι η ελαχιστοποίηση του αθροίσματος των τετραγώνων των κατακόρυφων αποστάσεων των σημείων (X,Y) από την ευθεία παλινδρόμησης. Στην περίπτωση που προκύψει το κατάλληλο μοντέλο παλινδρόμησης, όταν δηλαδή προσδιοριστεί η ευθεία που καλύτερα «περιγράφει» τη σχέση μεταξύ των X και Y τότε κάθε σημείο y αντιπροσωπεύεται από την προβολή του (\hat{y}) πάνω στην ευθεία. Η διαφορά ($y - \hat{y}$) ονομάζεται *υπόλοιπο* (Μαλούτας, 1994) ή κατά άλλους *κατάλοιπο* (Χάλκος, 2000).

3.2.1 Προσαρμογή στην ευθεία παλινδρόμησης

Γίνεται εύκολα κατανοητό ότι όσο μικρότερο είναι το άθροισμα των υπολοίπων τόσο καλύτερα προσαρμόζεται η ευθεία παλινδρόμησης στο νέφος των σημείων. Στόχος της παλινδρόμησης είναι η καλύτερη δυνατή προσαρμογή σε αυτήν την ευθεία η οποία συνεπάγεται και ένα αποδεκτό μοντέλο παλινδρόμησης. Αναφορικά με τη διαφορά ($y - \hat{y}$) γίνεται κατανοητό ότι προκύπτει από τη σχέση (3.5), δηλαδή η πληροφορία της εξαρτημένης μεταβλητής (y) είναι το άθροισμα της πληροφορίας της εκτίμησης της από τη μεταβλητή x (\hat{y}) και των υπολοίπων (e) (Rogerson, 2001).

$$y = \hat{y} + e \Rightarrow e = y - \hat{y} \quad (3.5)$$

Ο έλεγχος της ποιότητας προσαρμογής της ευθείας παλινδρόμησης γίνεται με δύο τρόπους. Ο πρώτος αφορά τον *έλεγχο των υπολοίπων* ήτοι η προσαρμογή της ευθείας θα πρέπει να γίνει κατά τέτοιο τρόπο έτσι ώστε το άθροισμα των υπολοίπων να ελαχιστοποιείται. Ο δεύτερος αφορά τη μέτρηση του ποσοστού της πληροφορίας της εξαρτημένης μεταβλητής που εξηγείται από την μοντέλο παλινδρόμησης. Στη πρώτη περίπτωση, χρησιμοποιείται ως μέτρο ελέγχου της προσαρμογής της ευθείας παλινδρόμησης το μέσο τετραγωνικό σφάλμα ή αλλιώς ο αριθμητικός μέσος των τετραγώνων των υπολοίπων (3.6).

$$\sigma^2 = \frac{\sum d_i^2}{n} = \frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{n} \quad (3.6)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{n}} \quad (3.7)$$

Στην περίπτωση που το αποτέλεσμα της εξίσωσης 3.6 λαμβάνει μεγάλες τιμές σημαίνει ότι τα σημεία (x_i, y_i) είναι διεσπαρμένα γύρω από την ευθεία παλινδρόμησης ενώ όταν $\sigma^2 = 0$, τότε τα σημεία βρίσκονται πάνω στην ευθεία παλινδρόμησης. Επειδή ο συγκεκριμένος δείκτης δεν ενδείκνυται για συγκρίσεις χρησιμοποιείται σε αντικατάσταση η τετραγωνική ρίζα του μέσου τετραγωνικού σφάλματος όπως δίνεται και από τον τύπο 3.7.

Ο δεύτερος τρόπος ελέγχου της ποιότητας προσαρμογής της ευθείας παλινδρόμησης και στην ουσία ελέγχου της προβλεπτικής ικανότητας της εξίσωσης παλινδρόμησης είναι ο συντελεστής προσδιορισμού (R^2). Ο συντελεστής προσδιορισμού (Coefficient of determination) αποτελεί μέτρο του βαθμού προσαρμογής στην ευθεία και εκφράζει «το ποσοστό της συνολικής μεταβλητότητας που εξηγείται από το παλινδρομικό μοντέλο ή την αναλογία της διακύμανσης που ερμηνεύεται από τη γραμμική εξίσωση παλινδρόμησης.»⁷ (Rogerson, 2001).

$$R^2 = \frac{\sum (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}{\sum (Y_i - \bar{Y})^2} \quad (3.8)$$

Ο αριθμητής στην εξίσωση 3.7 είναι το άθροισμα των αποκλίσεων των προβολών των y στην ευθεία παλινδρόμησης από το μέσο όρο και ο παρονομαστής είναι το άθροισμα των αποκλίσεων των y από το μέσο όρο. Επομένως ο συντελεστής προσδιορισμού υπολογίζεται από το λόγο της πληροφορίας που αποδίδει το μοντέλο παλινδρόμησης προς τη συνολική πληροφορία που περιέχεται στην κατανομή της εξαρτημένης μεταβλητής (Μαλούτας, 1994). Εκφράζει δηλαδή το ποσοστό της πληροφορίας της εξαρτημένης μεταβλητής που εξηγείται από την ανεξάρτητη μεταβλητή. Η τιμή του R^2 κυμαίνεται στο διάστημα $[0, +1]$. Όταν η τιμή του δείκτη ισούνται με τη μονάδα τότε στην ουσία υπάρχει μηδενικό σφάλμα και η ευθεία της παλινδρόμησης περνά από όλα τα σημεία του νέφους.

⁷ Μακράκης Β. Ανάλυση δεδομένων στην επιστημονική έρευνα με τη χρήση του SPSS, από τη θεωρία στην πράξη. Εκδόσεις Gutenberg, Αθήνα 2005, σελ: 161

3.2.2 Υποθέσεις παλινδρόμησης

Οι τιμές των εκτιμητών πρέπει έχουν τις ακόλουθες ιδιότητες (Fox, 1997):

α. Είναι **αμερόληπτοι**⁸ εκτιμητές των συντελεστών παλινδρόμησης του πληθυσμού.

$$E(\hat{b}_1) = b_1, E(\hat{b}_2) \quad (3.9)$$

β. Είναι **συνεπής**⁹ διότι με την επ' άπειρον αύξηση του δείγματος, οι εκτιμητές \hat{b}_0 και \hat{b}_1 συγκλίνουν προς τους συντελεστές παλινδρόμησης του πληθυσμού b_0 και b_1 .

γ. Είναι **αποτελεσματικός**¹⁰ διότι έχουν την μικρότερη διακύμανση άρα και το μικρότερο τυπικό σφάλμα (standard error) εκτίμησης μεταξύ όλων των αμερόληπτων εκτιμητών.

δ. Το άθροισμα των καταλοίπων (e_i) γύρω απ την γραμμή παλινδρόμησης Y_i ισούται με το μηδέν.

Στη στατιστική δηλαδή ένας εκτιμητής χαρακτηρίζεται ως αμερόληπτος εκτιμητής μιας παραμέτρου του πληθυσμού αν η μέση τιμή του εκτιμητή, που υπολογίζεται από όλα τα πιθανά τυχαία δείγματα ενός δεδομένου μεγέθους που εκλέγονται από τον πληθυσμό αυτό, ισούνται με την αντίστοιχη παράμετρο. Επιπλέον ένας εκτιμητής είναι αποτελεσματικότερος από έναν δεύτερο εκτιμητή, όταν η διακύμανση του πρώτου είναι μικρότερη της διακύμανσης του δεύτερου εκτιμητή, σε επαναλαμβανόμενη δειγματοληψία. Τέλος, ένας εκτιμητής μιας παραμέτρου χαρακτηρίζεται ως συνεπής, όταν ο εκτιμητής προσεγγίζει την παράμετρο που εκτιμά όσο το μέγεθος του δείγματος αυξάνει.

Οι υποθέσεις που πρέπει να ικανοποιούνται έτσι ώστε οι εκτιμητές των παραμέτρων να είναι αμερόληπτοι, συνεπείς και αποδοτικοί συνοψίζονται στον πίνακα 1. Καταρχήν το δείγμα που χρησιμοποιείται πρέπει να είναι αντιπροσωπευτικό του πληθυσμού από τον οποίο προκύπτει και να έχει προκύψει με τυχαίο τρόπο. Το σφάλμα επίσης θεωρείται τυχαίο με μέση τιμή μηδέν ενώ οι τιμές των σφαλμάτων μεταξύ τους πρέπει να είναι ανεξάρτητες. Επιπλέον οι ανεξάρτητες μεταβλητές δεν πρέπει να εμφανίζουν γραμμική συσχέτιση μεταξύ τους. Σε περίπτωση που αυτό συμβαίνει τότε αντιμετωπίζεται το ζήτημα της

⁸ Unbiased

⁹ Consistent

¹⁰ Efficient

πολυσυγγραμμικότητας. Μία εξίσου βασική υπόθεση των γραμμικών μοντέλων είναι ότι η διακύμανση του σφάλματος είναι ίδια κάθε X . Σε αντίθετη περίπτωση υφίσταται το πρόβλημα της ετεροσκεδαστικότητας. Τέλος τα σφάλματα δεν πρέπει να είναι συσχετισμένα μεταξύ τους. Σε περίπτωση που είναι συσχετισμένα υπάρχει το πρόβλημα της αυτοσυσχέτισης. Τα προβλήματα που δημιουργούνται από την καταπάτηση των υποθέσεων Gauss-Markov καθώς και οι τρόποι αντιμετώπισής τους αναλύονται εκτενέστερα σε επόμενα κεφάλαια.

Τύπος	Περιγραφή	Φαινόμενο
$E\{\varepsilon_i\} = 0$ $i = 1 \dots n$	Τα σφάλματα είναι τυχαία με μέση ή αναμενόμενη τιμή μηδέν	
$V\{\varepsilon_i\} = \sigma^2$ $i = 1 \dots n$	Η διακύμανση του σφάλματος είναι ίδια για όλες τις τιμές της μεταβλητής X	Ομοσκεδαστικότητα
$Cov\{\varepsilon_i, \varepsilon_j\} = 0$ $i, j = 1 \dots n$	Η συσχέτιση μεταξύ διαφορετικών σφαλμάτων είναι μηδενική	Μηδενική αυτοσυσχέτιση
$\{\varepsilon_1 \dots \varepsilon_n\}$ και $\{x_1 \dots x_n\}$ ανεξάρτητα	Οι τιμές του σφάλματος είναι ανεξάρτητες	

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1: Υποθέσεις Gauss-Markov (Oktaba W., 2007)

Το Θεώρημα Gauss-Markov έχει εφαρμογή μόνο σε γραμμικά μοντέλα. Σε περίπτωση που το θεώρημα δεν ισχύει τότε και οι εκτιμητές του μοντέλου δεν είναι **BLUE** (Best Linear Unbiased Estimator). Λαμβάνοντας υπόψη την πρώτη και την τέταρτη υπόθεση του πίνακα, αποδεικνύεται με απλούς στατιστικούς υπολογισμούς (βλέπε Verbeek, 2004 σελ. 17) ότι ο εκτιμητής \hat{b}_1 είναι αμερόληπτος αρκεί τα σφάλματα να έχουν μέση τιμή μηδενική και οι τιμές του σφάλματος να είναι ανεξάρτητες των τιμών των ανεξάρτητων μεταβλητών. Το ίδιο ισχύει ακόμα και όταν από το μοντέλο δεν ικανοποιούνται οι υποθέσεις της ομοσκεδαστικότητας ή της μηδενικής αυτοσυσχέτισης. Όταν ικανοποιούνται ταυτόχρονα όλες οι υποθέσεις κατά Gauss-Markov τότε το \hat{b}_1 είναι ο καλύτερος γραμμικός εκτιμητής.

Σε συνδυασμό των τριών πρώτων υποθέσεων προκύπτει επιπλέον η υπόθεση ότι η κατανομή των σφαλμάτων είναι κανονική. Ισχύει δηλαδή:

$$\varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I_n) \quad (3.10)$$

ή εναλλακτικά

$$\varepsilon \sim NID(0, \sigma^2) \quad (3.11)$$

δηλαδή τα σφάλματα (ε) ακολουθούν την κανονική κατανομή με μέση τιμή μηδέν και διακύμανση (covariance) σ^2 . Συμπερασματικά προκύπτει ότι και ο εκτιμητής $\hat{\beta}_1$ ακολουθεί την κανονική κατανομή.

Στον πίνακα 3.2 συνοψίζονται τα αποτελέσματα της παραβίασης των υποθέσεων Gauss-Markov. Έτσι για παράδειγμα, σε περίπτωση που υπάρχουν μεταβλητές που δεν έχουν συνυπολογιστεί στο μοντέλο, δηλαδή στην περίπτωση παραλειπόμενων μεταβλητών, επηρεάζονται όλα τα αποτελέσματα που αποδίδει το μοντέλο, γι' αυτό και το ζήτημα του μη σωστού προσδιορισμού ενός μοντέλου παλινδρόμησης θεωρείται μείζονος σημασίας. Στην ίδια κατηγορία ανήκει και η λανθασμένη μορφή στον τύπο της εξίσωσης που θα χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό των παραμέτρων. Είναι αυτονόητο ότι μια μη γραμμική σχέση μεταξύ των μεταβλητών δεν είναι δυνατόν να αποδίδεται σωστά και ταυτόχρονα να αποδίδει σωστά αποτελέσματα με μια γραμμική εξίσωση.

Είδος Παραβίασης	F	R ²	β	Τυπικό σφάλμα (of	Τυπικό σφάλμα (β)	T
Λάθος υπολογισμός της εξαρτημένης μεταβλητής	OK	OK	OK	OK	X ↑	X ↓
Λάθος υπολογισμός της ανεξάρτητης μεταβλητής	X	X	X	X	X	X
Εισαγωγή στο μοντέλο μη σχετικής μεταβλητής	OK	OK	OK	OK	X ↑	X ↓
Παραλειπόμενη μεταβλητή	X	X	X	X	X	X
Λανθασμένη επιλογή του είδους της εξίσωσης (γραμμική κλπ)	X	X	X	X	X	X
Ετεροσκεδαστικότητα	X	OK	OK	X	X	X
Συγγραμμικότητα	✖	OK	OK	OK	X ↑	X ↓

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2¹¹: Περίληψη της επιρροής των αποτελεσμάτων της παλινδρόμησης από την παραβίαση των υποθέσεων της (Gupta, 2000)

¹¹ Υπόμνημα πίνακα: OK: τα αποτελέσματα είναι αξιόπιστα

X: τα αποτελέσματα είναι αμφιλεγόμενα και μη αξιόπιστα

↑: υπάρχει εκτίμηση προς τα πάνω

↓: εκτίμηση προς τα κάτω

3.2.3 Έλεγχος υποθέσεων στην παλινδρόμηση

Σημαντικό κεφάλαιο για την παραγωγή αξιόπιστων συμπερασμάτων στην γραμμική παλινδρόμηση είναι ο έλεγχος των υποθέσεων. Πρόκειται δηλαδή για τη διαδικασία μέσω της οποίας μεταξύ δύο αρχικών υποθέσεων, της μηδενικής H_0 και της εναλλακτικής H_1 , γίνεται η επαλήθευση της μιας και η απόρριψη της άλλης. Βασική εφαρμογή του ελέγχου υποθέσεων στη γραμμική παλινδρόμηση είναι για την επαλήθευση της υπόθεσης ότι η ανεξάρτητες μεταβλητές του μοντέλου έχουν σημαντική επίδραση στην εξαρτημένη. Σε αυτήν την περίπτωση, η μηδενική υπόθεση υποστηρίζει ότι δεν υπάρχει επίδραση της ανεξάρτητης μεταβλητής στην εξαρτημένη και η εναλλακτική υπόθεση ότι υφίσταται στατιστικά σημαντική επίδραση της μιας μεταβλητής στην άλλη. Τα όρια αυτής της στατιστικής σημαντικότητας βρίσκονται στο 1% ή 5% οπότε και γίνεται αποδοχή της H_1 υπόθεσης και απόρριψη της μηδενικής.

Σε περίπτωση λάθους εκτίμησης είναι δυνατόν να προκύψουν τα εξής σφάλματα. Είτε να γίνει αποδοχή της μηδενικής υπόθεσης χωρίς αυτή να ισχύει, είτε να γίνει απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης ενώ αυτή ισχύει. Τα όρια της στατιστικής σημαντικότητας που αναφέρθηκαν προηγουμένως αφορούν την πιθανότητα που υπάρχει στο να γίνει τελικά η επιλογή της λανθασμένης υπόθεσης ως σωστή. Έτσι, στην ουσία όταν επιλέγεται επίπεδο σημαντικότητας $p < 0.01$ σημαίνει πως υπάρχει λιγότερο από μία στις εκατό πιθανότητες να επιλεγεί ή να απορριφθεί μια υπόθεση λανθασμένα. Στις περισσότερες περιπτώσεις η επιλογή $p < 0.05$ είναι ένα αποδεκτό επίπεδο σημαντικότητας (Μακράκης, 2005) ενώ σε πολύ μεγάλα δείγματα κρίνεται πιο κατάλληλη η επιλογή του 1%.

Τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο υποθέσεων διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: αυτά των παραμετρικών ελέγχων και εκείνα των μη παραμετρικών ελέγχων. Στην ουσία, ακόμα και αν χρειάζεται να παραβιαστούν μερικώς κάποιες από τις προϋποθέσεις εφαρμογής των παραμετρικών ελέγχων, αυτοί προτιμώνται έναντι των μη παραμετρικών γιατί θεωρούνται περισσότερο ισχυροί (Μακράκης, 2005). Τα κριτήρια για την επιλογή των παραμετρικών ελέγχων είναι: η κανονική κατανομή του πληθυσμού, η επιλογή του δείγματος με βάση τους κανόνες της τυχαίας δειγματοληψίας, εξαρτημένες μεταβλητές που ανήκουν στην κατηγορία των συνεχών και ίσες διακυμάνσεις στις ομάδες σύγκρισης του πληθυσμού. Με άλλα λόγια πρέπει να ικανοποιούνται οι υποθέσεις Gauss-Markov.

Για να γίνει περισσότερο κατανοητή η διαδικασία του ελέγχου υποθέσεων ακολουθεί ένα θεωρητικό παράδειγμα. Έστω λοιπόν ότι ελέγχεται ο βαθμός σημαντικότητας της παραμέτρου b_k που προκύπτει από το αρχικό μοντέλο. Δύο είναι οι υποθέσεις που εξετάζονται: η μηδενική υπόθεση $H_0 : b_k = 0$ που στην ουσία δέχεται ότι οι ανεξάρτητες μεταβλητές έχουν μηδενική επίδραση επί της εξαρτημένης, και η εναλλακτική της $H_1 : b_k \neq 0$ που δέχεται ότι οι ανεξάρτητες ή κάποιες από τις ανεξάρτητες μεταβλητές έχουν σημαντική επίδραση στην εξαρτημένη.

Ο έλεγχος βασίζεται στην t-κατανομή.

$$t_k = \frac{b_k}{se(b_k)} \quad (3.12)$$

όπου b_k είναι η εκτίμηση του συντελεστή παλινδρόμησης της παραμέτρου k και $se(b_k)$ το τυπικό της σφάλμα.

Κρίσιμο μέγεθος της t-κατανομής είναι η τιμή \mathbf{p} . Η συγκεκριμένη πιθανότητα εκφράζει το ελάχιστο μέγεθος βάσει του οποίου η μηδενική υπόθεση θα έπρεπε και πάλι να απορριφθεί. Ορίζεται ως η πιθανότητα, να προκύψει μια τιμή του t που σε απόλυτη τιμή υπερβαίνει την τιμή που υπολογίζεται από το δείγμα. Εάν η τιμή του \mathbf{p} είναι μικρότερη από την τιμή του επιπέδου εμπιστοσύνης α τότε η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται χωρίς καν να χρειάζεται να γίνει έλεγχος της τιμής του t . Το α είναι το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας και ορίζει με ακρίβεια την περιοχή του διαστήματος εμπιστοσύνης. Στην κανονική κατανομή το κρίσιμο μέγεθος της τιμής t για επίπεδο εμπιστοσύνης $\alpha=0.05$ είναι το $|t|=1.96$. Το οποίο πρακτικά σημαίνει ότι όταν $|t|>1.96$ και $p < .05$ η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται και γίνεται αποδοχή της στατιστικής σημαντικότητας της ανεξάρτητης μεταβλητής έναντι της εξαρτημένης. (Cuthbertson et al, 1992)

Τα διαστήματα εμπιστοσύνης από την άλλη παρέχουν ένα διάστημα τιμών μέσα στο οποίο κυμαίνονται οι εκτιμώμενες τιμές των συντελεστών παλινδρόμησης σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Ο τύπος 3.13 δίνει το για 95% διάστημα εμπιστοσύνης του συντελεστή b_k .

$$[b_k - 1.96se(b_k), b_k + 1.96se(b_k)] \quad (3.13)$$

Σε επαναλαμβανόμενα δείγματα, το 95% του διαστήματος θα περιέχει την πραγματική τιμή του b_k .

3.3 Πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση

Στα προηγούμενα κεφάλαια έγινε επιγραμματική αναφορά στη χρήση της απλής γραμμικής παλινδρόμησης ως μέσο έκφρασης της συνδιακύμανσης δύο μεταβλητών. Σπάνια όμως η διακύμανση ενός φαινομένου εξηγείται από μία και μόνο μεταβλητή. Η έννοια και ειδικότερα το θεωρητικό υπόβαθρο γύρω από την πολλαπλή παλινδρόμηση δεν διαφέρει από εκείνο της απλής παλινδρόμησης. Η βασική διαφορά τους έγκειται στο γεγονός ότι στην πολλαπλή παλινδρόμηση η διακύμανση ενός φαινομένου εξηγείται με βάση τη συνδυασμένη διακύμανση πολλών άλλων φαινομένων και όχι αποκλειστικά ενός όπως συμβαίνει στην απλή παλινδρόμηση. Το γεγονός αυτό επιφέρει και τις αντίστοιχες μετατροπές όλων των δεικτών της απλής παλινδρόμησης.

Η πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση ανήκει στην κατηγορία των γενικών γραμμικών μοντέλων που εκφράζονται από το γενικό τύπο 3.14.

$$Y = Xb + \varepsilon \quad (3.14)$$

Η εξίσωση που περιγράφει καλύτερα ένα μοντέλο πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης είναι της μορφής:

$$Y = b_0 + b_1 x_{1i} + b_2 x_{2i} + \dots + b_k x_{ki} + \varepsilon_i \quad (3.15)$$

με $i = 1, 2, \dots, k$

Το δεύτερο μισό της εξίσωσης 3.15 αποτελείται από δύο τμήματα. Το μεν πρώτο προσδιορίζει την καλύτερη γραμμική σχέση μεταξύ της εξαρτημένης και των ανεξάρτητων μεταβλητών, αφού για κάθε τιμή του x υπάρχει η αντίστοιχη προβλεπόμενη τιμή του y . Το δεύτερο τμήμα είναι το σφάλμα της εξίσωσης.

Το σφάλμα της εξίσωσης είναι μια τυχαία μεταβλητή με τις εξής ιδιότητες (ακολουθώντας τις υποθέσεις Gauss-Markov όπως αναλύθηκαν προηγουμένως):

1. Η μέση τιμή των σφαλμάτων είναι πάντα ίση με το μηδέν $E(\varepsilon_i) = 0$
2. Η διακύμανση του σφάλματος είναι σταθερή για κάθε τιμή του x , $Var(\varepsilon_i) = \sigma^2$ (ομοσκεδαστικότητα)
3. Για οποιεσδήποτε δύο παρατηρήσεις τα σφάλματα είναι ασυσχέτιστα μεταξύ τους, δηλαδή για τις παρατηρήσεις i και j θα ισχύει $Cov(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0$ (ανεξαρτησία των υπολοίπων).
4. Τα σφάλματα ακολουθούν την κανονική κατανομή.

Στη βιβλιογραφία υπάρχει πληθώρα μεθόδων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην επίλυση αυτής της εξίσωσης, αλλά η επικρατέστερη και η ευρύτερα

εφαρμοσμένη είναι η μέθοδος των ελαχίστων τετραγώνων (Ordinary Least Squares Analysis ή εν συντομία OLS regression). Με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων ο υπολογισμός των συντελεστών παλινδρόμησης γίνεται έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται το άθροισμα των τετραγώνων των υπολοίπων ($\sum \varepsilon^2$). Οι συντελεστές της εξίσωσης 3.15 είναι οι πληθυσμιακοί παράμετροι b_k . Οι εκτιμήσεις αυτών των παραμέτρων δίνονται με τον όρο \hat{b} .

Στην ουσία οι συντελεστές παλινδρόμησης υπολογίζουν τη μεταβολή που θα επέλθει στην εξαρτημένη μεταβλητή για κάθε αύξηση κατά μία μονάδα της ανεξάρτητης μεταβλητής (x) όταν όλες οι υπόλοιπες ανεξάρτητες μεταβλητές είναι σταθερές. Αυτή είναι η λεγόμενη συνθήκη *ceteris paribus* (Davidson and MacKinnon, 1993). Η διαφορά ύψους της εξίσωσης (intercept) συνήθως δεν έχει ουσιαστική σημασία καθώς εκφράζει την τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής όταν οι τιμές των ανεξάρτητων μεταβλητών είναι ταυτοχρόνως μηδενικές. Είναι χρήσιμο να αναφερθεί σε αυτό το σημείο η έννοια των τυποποιημένων συντελεστών παλινδρόμησης (standardized coefficient betas). Είναι πολύ πιθανό σε μια εξίσωση παλινδρόμησης οι ανεξάρτητες μεταβλητές να μην έχουν τις ίδιες μονάδες μέτρησης, με αποτέλεσμα οι συντελεστές παλινδρόμησης που θα προκύψουν από την επίλυση της εξίσωσης να μην είναι άμεσα συγκρίσιμοι. Η χρήση των τυποποιημένων συντελεστών παλινδρόμησης εκφράζει το αποτέλεσμα της εξίσωσης αν οι ανεξάρτητες μεταβλητές είχαν υπολογιστεί με το ίδιο μετρικό σύστημα.

3.3.1 Ανάλυση διακύμανσης

Μετά τον υπολογισμό των συντελεστών παλινδρόμησης, ακολουθεί η διαδικασία της **ανάλυσης διακύμανσης** (ANOVA). Η ανάλυση διακύμανσης είναι μια μέθοδος για τον έλεγχο της σημαντικότητας της παλινδρόμησης και της στατιστικής δύναμης του μοντέλου και βασίζεται στην παρατηρηθείσα διακύμανση από την οποία στη συνέχεια προκύπτουν και οι υπόλοιποι στατιστικοί έλεγχοι. Στην ανάλυση διακύμανσης καλείται «άθροισμα των υπολοίπων» (SS_T) το αποτέλεσμα της εξίσωσης 3.16, από το οποίο προκύπτει και η συνολική διακύμανση των παρατηρήσεων (3.17). (Johnston and Dinardo, 1997)

$$SS_T = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \quad (3.16)$$

Η διακύμανση του δείγματος, αλλιώς και μέσο σφάλμα των τετραγώνων των υπολοίπων (mean square) υπολογίζεται ως το πηλίκο του αθροίσματος των υπολοίπων προς τους αντίστοιχους βαθμούς ελευθερίας.

$$MS_T = \frac{SS_T}{n-1} \quad (3.17)$$

Η καλή προσαρμογή ενός μοντέλου παλινδρόμησης στην ουσία αφορά το βαθμό ερμηνείας της διακύμανσης του μοντέλου. Αν για παράδειγμα, το μοντέλο είναι τέτοιο ώστε η ευθεία παλινδρόμησης να διαπερνά όλες τις παρατηρήσεις τότε το μοντέλο ερμηνεύει το σύνολο της διακύμανσης των παρατηρήσεων και επομένως το άθροισμα των τετραγώνων της παλινδρόμησης (SS_R), θα είναι ίσο με τη συνολική διακύμανση ($SS_R = SS_T$). Επειδή όμως το τέλει μοντέλο παλινδρόμησης στην πραγματικότητα είναι ουτοπικό παραμένει ένα ποσοστό της συνολικής διακύμανσης ανερμηνεύτο. Αυτό το ποσοστό δίνεται από την εξίσωση 3.18.

$$SS_E = SS_T - SS_R \quad (3.18)$$

όπου

$$SS_E = \sum_{i=1}^n e_i^2 \quad (3.19)$$

Ο έλεγχος της ερμηνευτικής ικανότητας ενός μοντέλου παλινδρόμησης γίνεται με τη συνάρτηση F (Jarque and Bera, 1980). Ο συγκεκριμένος έλεγχος προσδιορίζει το κατά πόσο υπάρχει γραμμική σχέση μεταξύ της εξαρτημένης μεταβλητής και κάποιων ή όλων των ανεξάρτητων. Οι υποθέσεις που εξετάζονται είναι:

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$$

$$H_1: \beta_j \neq 0 \text{ για τουλάχιστον μία μεταβλητή}$$

Η απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης συνεπάγεται ότι τουλάχιστον μία εκ των ανεξάρτητων μεταβλητών εμφανίζει στατιστικά σημαντική γραμμική συσχέτιση με την εξαρτημένη μεταβλητή παρουσία των υπολοίπων ανεξάρτητων μεταβλητών. Η συνάρτηση F (3.20) ακολουθεί την $F_{1,n-2}$ κατανομή **ελέγχει την ισχύ της υπόθεσης, ότι τα δεδομένα του μοντέλου μπορούν να περιγραφούν ικανοποιητικά από το γραμμικό μοντέλο.**

$$F = \frac{MS_{reg}}{MS_{res}} = \frac{SS_R / 1}{SS_E / (n-2)} \quad (3.20)$$

Ένας ακόμα δείκτης της παλινδρόμησης είναι ο συντελεστής προσδιορισμού (R^2). **Ο συντελεστής προσδιορισμού εκφράζει το ποσοστό της μεταβλητότητας της μεταβλητής Y που εξηγείται από την μεταβλητή X** και υπολογίζεται ως το πηλίκο του αθροίσματος των τετραγώνων της παλινδρόμησης προς το άθροισμα των τετραγώνων των υπολοίπων (3.21). Εκφράζει δηλαδή την αναλογία της συνολικής διακύμανσης του y που ερμηνεύεται από το μοντέλο. Αποτελεί έναν δείκτη του ελέγχου προσαρμογής του μοντέλου και οι τιμές του κυμαίνονται μεταξύ του 0, και του 1. Όσο περισσότερο πλησιάζει τη μονάδα τόσο πιο ισχυρή είναι και η σχέση εξάρτησης μεταξύ της εξαρτημένης και των ανεξάρτητων μεταβλητών. (Hayashi, 2000)

$$R^2 = SS_{reg} / SS_{total} \quad (3.21)$$

Εξαιτίας του γεγονότος ότι το R^2 αυξάνεται όσο αυξάνει ο αριθμός των ανεξάρτητων μεταβλητών που εισάγονται στο μοντέλο, ακόμα και αν στην ουσία δεν προσφέρουν στην ερμηνεία της εξαρτημένης μεταβλητής, προτιμάται η χρήση του προσαρμοσμένου συντελεστή προσδιορισμού (adjusted R^2) για τον υπολογισμό του οποίου (3.22) συνυπολογίζονται και οι βαθμοί ελευθερίας (k) του μοντέλου.

$$\bar{R}^2 = 1 - \frac{1/(n-k) \sum_{i=1}^n e_i^2}{1/(n-1) \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (3.22)$$

Η διαπίστωση της ισχύς του μοντέλου αλλά και της στατιστικής σημαντικότητας των παραμέτρων του, δεν σηματοδοτεί και το τέλος της ανάλυσης. Αντιθέτως το πιο σημαντικό κομμάτι της είναι το κατά πόσο τα αποτελέσματα που προκύπτουν έχουν ουσιαστική υπόσταση και ερμηνευτική αξία. Έτσι έγκειται στον εκάστοτε ερευνητή αλλά και στο είδος των φαινομένων που αξιολογούνται, ο τρόπος ερμηνείας των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από την ανάλυση του μοντέλου (Cohen, 1977). Κοινή πρακτική σε αυτές τις περιπτώσεις είναι η σύγκριση των αποτελεσμάτων που προκύπτουν με προϋπάρχουσες μελέτες του ίδιου ερευνητικού τομέα για την εξαγωγή των ανάλογων συμπερασμάτων.

Επιπλέον, λίγο πριν γίνει η τελική παράθεση των αποτελεσμάτων και των συμπερασμάτων της ανάλυσης, απομένει να γίνει ο τελικός έλεγχος του μοντέλου: αυτός των αρχικών υποθέσεων Gauss – Markov.

3.3.2 Έκτοπες τιμές, και τιμές ισχύος

Σημαντική επιρροή στα αποτελέσματα της παλινδρόμησης μπορεί να επιφέρουν τα σημεία επιρροής ενός μοντέλου. Πρόκειται στην ουσία για παρατηρήσεις που εμφανίζουν μεγάλη διαφοροποίηση σε σύγκριση με τα δεδομένα των υπόλοιπων παρατηρήσεων. Οι τιμές επιρροής ενός μοντέλου έχουν δύο βασικά χαρακτηριστικά: είναι τιμές έκτοπες (outliers) και έχουν μεγάλη ισχύ (leverage values).

Έκτοπες λέγονται οι τιμές που στη γραφική απεικόνιση όλων των παρατηρήσεων εμφανίζουν απόκλιση από το γενικό μοτίβο. Με άλλα λόγια, η σχέση των Y και X για τις έκτοπες παρατηρήσεις είναι διαφορετική από ότι για τις υπόλοιπες παρατηρήσεις. Επιπλέον θέση ισχύος ή **τιμή ισχύος** εμφανίζει μια παρατήρηση για μια μεταβλητή X όταν η τιμή της παρατήρησης διαφέρει κατά πολύ από τη μέση τιμή \bar{X} . Έτσι παρατηρήσεις με πολύ υψηλή ή πολύ χαμηλή τιμή, σε σχέση με τη μέση τιμή, χαρακτηρίζονται ως τιμές ισχύος. (Stock και Watson, 2003)

Ο προσδιορισμός των τιμών επιρροής σε ένα μοντέλο πολλαπλής παλινδρόμησης θεωρείται από τα βασικά βήματα ελέγχου. Σημεία που αποκλίνουν από τη γενική τάση και που στην ουσία έχουν μεγάλη επιρροή στον προσδιορισμό του μοντέλου, θα έχουν ως αποτέλεσμα την απόδοση αποτελεσμάτων συμβατών με τις εξαιρέσεις και χωρίς σύμπτωση με τον γενικό κανόνα. Από την άλλη πάλι πολλοί είναι εκείνοι που εγείρουν φωνές αντίδρασης στο κατά πόσο οι τιμές επιρροής θα πρέπει να αντιμετωπίζονται ως μίasma στην παλινδρόμηση ή απλά ως σημεία ενδιαφέροντος και μέρος ενός συνόλου. Η εξαίρεση αυτών των τιμών από ένα μοντέλο παλινδρόμησης θα έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός καινούριου τελείως διαφορετικού, χωρίς αποκλίνουσες τιμές, συμβατό με τις γενικότητες όχι όμως το ίδιο ρεαλιστικό. Οι πραγματικές διαδικασίες και τα πραγματικά φαινόμενα, ό,τι δηλαδή εξετάζει η παλινδρόμηση, χαρακτηρίζονται κυρίως από τις εξαιρέσεις τους.

Ο προσδιορισμός των τιμών επιρροής σε ένα μοντέλο είναι απλή διαδικασία και βασίζεται στη χρήση συγκεκριμένων στατιστικών δεικτών. Έτσι λοιπόν, η ανάδειξη και ο προσδιορισμός τους βασίζεται στον έλεγχο των τυποποιημένων υπολοίπων. Οι τιμές των τυποποιημένων υπολοίπων υπολογίζονται ως το πηλίκο των υπολοίπων προς τα τυπικά τους σφάλματα (όπως και το t). Τιμές μεγαλύτερες κατ'απόλυτη

τιμή του $\left| t_{\frac{\alpha}{2n}, n-p'} \right|$ θεωρούνται έκτοπες ή για άλλους όταν $st.residual > 2$

(Winkelmann, 2003)

Όπου:

$$st.residual = \frac{e_i}{\sqrt{MSE}} \quad (3.23)$$

και όπου MSE (Mean Square Error)

$$MSE = \frac{\sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n - k} \quad (3.24)$$

Ο προσδιορισμός των τιμών ισχύος από την άλλη (leverage values) γίνεται με δείκτες όπως ο δείκτης Leverage, οι δείκτες DFFITS και DFBETAS και η απόσταση Cook. Οι τιμές Leverage, ή τιμές ισχύος, υπολογίζουν τις ακραίες τιμές μιας παρατήρησης στο επίπεδο των ανεξάρτητων μεταβλητών. Τιμές μεγαλύτερες της τιμής $2k/n$ ¹² θεωρούνται παρατηρήσεις με πιθανότητα μεγάλη επιρροή. Ο δείκτης DFFITS υπολογίζει το βαθμό επιρροής στην πρόβλεψη των Y αν η παρατήρηση αφαιρεθεί από την εξίσωση παλινδρόμησης. Αντίστοιχα ο δείκτης DFBETAS υπολογίζει την μεταβολή στην τιμή του κάθε συντελεστή παλινδρόμησης αν η παρατήρηση αφαιρεθεί από την εξίσωση. Στον πίνακα 3.3 συνοψίζονται οι δείκτες προσδιορισμού των τιμών επιρροής ενός μοντέλου παλινδρόμησης, τα κριτήρια επιλογής της τιμής όριο για κάθε δείκτη καθώς και το ανεκτό ποσοστό των παρατηρήσεων που αναμένεται να εμφανίσουν τιμές μεγαλύτερες της τιμής όριο. Τέλος η απόσταση Cook είναι το μέτρο υπολογισμού της συνολικής επιρροής κάθε παρατήρησης στο σύνολο των συντελεστών παλινδρόμησης.

¹² όπου k είναι ο αριθμός των παραμέτρων και n ο αριθμός του δείγματος

Δείκτης	Μέθοδος υπολογισμού	Τιμή - Όριο	Αναμενόμενος αριθμός παρατηρήσεων
(Centered Leverage)	Το άκρο των ανεξάρτητων μεταβλητών	$2k/n$, για μεγάλο n $3k/n$, για μικρό n	5%
DFFITS	Επιρροή: αλλαγή στην πρόβλεψη του Y αν η παρατήρηση αφαιρεθεί απ' την εξίσωση	$\pm 2\sqrt{\frac{k+1}{n}}$, για μεγάλο n ± 1 , για μικρό n	5% —
Cook's	Επιρροή που υπολογίζεται ως η συνολική μεταβολή στις τιμές των b αν η παρατήρηση αφαιρεθεί απ' την εξίσωση	1.0 ή η τιμή της κατανομής F για $\alpha = .50$	—
DFBETAS	Επιρροή που υπολογίζεται ως η μεταβολή στην τιμή για κάθε b ξεχωριστά αν η παρατήρηση αφαιρεθεί απ' την εξίσωση	$\pm 2/\sqrt{n}$, για μεγάλο n ± 1 , για μικρό n	5% —

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.3: Δείκτες προσδιορισμού των τιμών επιρροής (Πηγή: Cohen et al 2003)

3.3.3 Συσχέτιση και πολυσυγγραμμικότητα

Ορισμός της συσχέτισης

Η έννοια της συσχέτισης στη στατιστική αναφέρεται στη σχέση που δυνητικά υφίσταται μεταξύ δύο μεταβλητών ενώ υπάρχουν διάφορες μέθοδοι και τεχνικές για τη μέτρηση και την ανάλυση αυτής της σχέσης. Με άλλα λόγια δύο μεταβλητές είναι συσχετισμένες όταν η αλλαγή στις τιμές της μιας επιφέρει αντίστοιχα αλλαγές και στις τιμές της άλλης. Η συσχέτιση μεταξύ δύο ή περισσότερων μεταβλητών ταξινομείται με τους εξής τρόπους: ως θετική ή αρνητική και ως γραμμική ή μη γραμμική. Θετική συσχέτιση μεταξύ δύο μεταβλητών υπάρχει όταν η αύξηση (ή η μείωση) στις τιμές της μιας επιφέρει αντίστοιχα αύξηση (ή μείωση) και στις τιμές της άλλης μεταβλητής. Αντιστοίχως αρνητική χαρακτηρίζεται η συσχέτιση μεταξύ δύο μεταβλητών όταν η αύξηση (ή η μείωση) στις τιμές της μιας επιφέρει μείωση (ή αύξηση) στις τιμές της άλλης.

Ο δεύτερος τρόπος κατηγοριοποίησης της συσχέτισης αφορά τη συνάρτηση που θα χρησιμοποιηθεί για να εκφράσει καλύτερα αυτή τη σχέση. Με βάση τη θεωρία (Prais και Winsten, 1954), δύο μεταβλητές x και y αντίστοιχα συσχετίζονται γραμμικά όταν αυτή η μεταξύ τους σχέση μπορεί να αποδοθεί από μαθηματικούς τύπους της μορφής $y = a + bx$ και η οποία γραφικά αποδίδεται από μια ευθεία γραμμή. Οι γραμμικές συσχετίσεις είναι και οι πιο απλές μορφές σχέσεων, όμως στην

πραγματικότητα η γραμμική συσχέτιση μεταξύ δύο φαινομένων δεν είναι ο κανόνας. Οι περισσότερες σχέσεις προσδιορίζονται ως μη γραμμικές και αντιστοίχως αποδίδονται από μη-γραμμικές συναρτησιακές σχέσεις. Γραφικά οι μη γραμμικές συσχετίσεις δεν αναπαρίστανται από ευθείες.

Ο δείκτης ελέγχου της συσχέτισης, τόσο των ανεξάρτητων μεταβλητών μεταξύ τους όσο και με την εξαρτημένη, είναι ο *συντελεστής γραμμικής συσχέτισης του Pearson* (3.25). Οι τιμές του συντελεστή συσχέτισης κυμαίνονται στο διάστημα $[-1,+1]$. Έτσι, όσο οι τιμές του δείκτη πλησιάζουν στη μονάδα τόσο μεγαλύτερη είναι και η συσχέτιση των υπό εξέταση φαινομένων. Οι τιμές στα άκρα του διαστήματος υποδηλώνουν τέλεια εξάρτηση γραμμικής μορφής, αρνητική ή θετική αντίστοιχα, ενώ όταν $r=0$ τότε διαπιστώνεται απουσία γραμμικής συσχέτισης μεταξύ των μεταβλητών. Στη συνάρτηση 3.25 τα X και Y είναι οι ποσοτικές μεταβλητές μεταξύ των οποίων ελέγχεται το ενδεχόμενο συσχέτισης ενώ τα \bar{X} και \bar{Y} είναι οι αριθμητικοί μέσοι των τιμών X και Y .

$$r = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (X_i - \bar{X})^2} \sqrt{\sum (Y_i - \bar{Y})^2}} \quad (3.25)$$

Στην περίπτωση της παλινδρόμησης το ενδιαφέρον εστιάζεται στη συσχέτιση μιας μεταβλητής (της εξαρτημένης) με ένα σύνολο άλλων μεταβλητών (των ανεξάρτητων). Όσο μεγαλύτερη η συσχέτιση μεταξύ της εξαρτημένης και των ανεξάρτητων μεταβλητών τόσο καλύτερα και τα αποτελέσματα του μοντέλου παλινδρόμησης. Δεν συμβαίνει όμως το ίδιο και μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών για τις οποίες το ζητούμενο είναι οι τιμές της συσχέτισης να είναι χαμηλές. Έτσι η αποδεκτή μέγιστη κατ' απόλυτη τιμή του δείκτη είναι το 0.7 και αποτελεί και την τιμή όριο με βάση την οποία γίνεται αποδεκτή η συσχέτιση μεταξύ δύο ανεξάρτητων μεταβλητών έτσι ώστε να μην δημιουργείται σημαντικό πρόβλημα στις προσεχείς αναλύσεις (Χάλκος, 2000):.

Ένα από τα προβλήματα της πολλαπλής παλινδρόμησης είναι η πιθανότητα έντονης συσχέτισης των ανεξάρτητων μεταβλητών. Το φαινόμενο αυτό της συγγραμμικότητας ή πολυσυγγραμμικότητας (collinearity or multicollinearity) όπως ονομάζεται, μπορεί να επηρεάσει έντονα το μοντέλο το οποίο πρόκειται να δημιουργηθεί καθώς οι μεταβλητές παύουν κατά ένα βαθμό να είναι ανεξάρτητες. Η

απόλυτη μορφή πολυσυγγραμμικότητας προκύπτει όταν $r = 1$ οπότε και υπάρχει τέλεια γραμμική σχέση μεταξύ τους.

3.4 Παραβίαση αρχικών υποθέσεων

Στην ανάλυση παλινδρόμησης είναι σημαντική η επαλήθευση των αρχικών υποθέσεων όπως αναλυτικά παρουσιάστηκαν στον πίνακα 3.1. Η παραβίαση κάποιων ή όλων των αρχικών υποθέσεων, συνεπάγεται αποτελέσματα αμφιβόλου ποιότητας και στατιστικής σημασίας. Μεταξύ άλλων, σε ένα μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης πρέπει να γίνει έλεγχος για πολυσυγγραμμικότητα των μεταβλητών, για ετεροσκεδαστικότητα, για αυτοσυσχέτιση και χωρική αυτοσυσχέτιση των υπολοίπων. Στα κεφάλαια που ακολουθούν αναλύονται τα παραπάνω ζητήματα ως προς την ερμηνεία τους ενώ επίσης προτείνονται τρόποι επίλυσης και ελέγχου της επιρροής τους στα αποτελέσματα που προκύπτουν.

3.4.1 Η έννοια της πολυσυγγραμμικότητας

Το πρόβλημα της πολυσυγγραμμικότητας αποτελεί ζήτημα που χρήζει άμεση αντιμετώπιση καθώς όταν υφίσταται αυξάνει το μέγεθος του τυπικού σφάλματος του συντελεστή παλινδρόμησης συμπαρασύροντας και όλους τους υπόλοιπους δείκτες, για τον υπολογισμό των οποίων χρησιμοποιείται η τιμή του τυπικού σφάλματος. Ένας τρόπος απαλοιφής του συγκεκριμένου προβλήματος είναι με την απόρριψη της μεταβλητής που συσχετίζεται έντονα με άλλη ή άλλες μεταβλητές, αν και αυτό θα πρέπει να εξετάζεται ως λύση κατά περίπτωση καθώς έτσι δημιουργείται κενό στο θεωρητικό πλαίσιο του μοντέλου πάνω στο οποίο στηρίζεται η στατιστική «ερμηνεία» της εξαρτημένης μεταβλητής (Lee και Maddala, 1985).

Η πολυσυγγραμμικότητα στα δεδομένα υφίσταται όταν υπάρχει μεγάλος βαθμός συσχέτισης, δηλαδή γραμμικής εξάρτησης μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών και συνήθως προκύπτει όταν σε ένα μοντέλο παλινδρόμησης εισαχθεί μεγάλος αριθμός μεταβλητών. Οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι κάποιες από τις μεταβλητές ερμηνεύουν το ίδιο φαινόμενο. Από μόνη της η πολυσυγγραμμικότητα δεν αποτελεί παραβίαση των υποθέσεων της γραμμικής παλινδρόμησης. Όμως σε περίπτωση απόλυτης (τέλειας) πολυσυγγραμμικότητας ο πίνακας των X δεν είναι πλήρους

τάξης¹³ και η εφαρμογή της γραμμικής παλινδρόμησης σε αυτά τα δεδομένα δεν καθίσταται δυνατή. Αντίστροφος πίνακας του X δεν μπορεί να προσδιοριστεί και επομένως ο αριθμός των πιθανών λύσεων (για την ελαχιστοποίηση των τετραγώνων των υπολοίπων) κινείται στο άπειρο. (Bhargava et al, 1983)

Οι επιπτώσεις της πολυσυγγραμμικότητας σε ένα μοντέλο πολλαπλής παλινδρόμησης είναι (Greene, 2000):

- διόγκωση των υπολογισθέντων διακυμάνσεων των εκτιμητών \hat{b} με αποτέλεσμα τα διαστήματα εμπιστοσύνης των παραμέτρων να έχουν μεγάλο εύρος οπότε και αυξάνεται η πιθανότητα αποδοχής μιας υπόθεσης που δεν αληθεύει.
- διόγκωση της υπολογισθείσας διακύμανσης των προβλεπόμενων τιμών \hat{y}
- συντελεστές παλινδρόμησης (και τα τυπικά τους σφάλματα) που δεν είναι σταθεροί αλλά επηρεάζονται από μικρές αλλαγές των δεδομένων.
- μη αναμενόμενο πρόσημο στους συντελεστές παλινδρόμησης.
- μεταβλητές που ενώ συμβάλλουν σημαντικά στο μοντέλο εν τέλει και λανθασμένα απομακρύνονται από αυτό ως μεταβλητές με μικρή ή καθόλου επιρροή στο μοντέλο παλινδρόμησης.

Έλεγχος και τρόποι αντιμετώπισης της πολυσυγγραμμικότητας

Το φαινόμενο της πολυσυγγραμμικότητας μπορεί να διαπιστωθεί μέσω στατιστικών δεικτών. Ο έλεγχος για παράδειγμα της τιμής ανοχής (Tolerance), του παράγοντα διόγκωσης διασποράς (Variance Inflation Factor), των ιδιοτιμών (eigenvalues) και του “condition index” μπορεί να αποδώσει σημαντικά στοιχεία για την ύπαρξη ή μη του φαινομένου. Η τιμή ανοχής (T) της ανεξάρτητης μεταβλητής i προκύπτει από τον τύπο $1 - R_k^2$ όπου R_k^2 είναι ο συντελεστής προσδιορισμού της παλινδρόμησης στην οποία εξαρτημένη μεταβλητή είναι η μεταβλητή i και ανεξάρτητες όλες οι υπόλοιπες ανεξάρτητες μεταβλητές του αρχικού μοντέλου. Το αντίστροφο αυτής της τιμής είναι ο παράγοντας διόγκωσης διασποράς (VIF). Κατά τους Freund and Littell (2000) ο δείκτης VIF δείχνει το βαθμό επιρροής της αστάθειας των συντελεστών από την ύπαρξη πολυσυγγραμμικότητας ή πιο απλά

¹³ Ένας πίνακας A διαστάσεων $m \times n$ είναι πλήρους τάξης (full rank) αν και μόνο αν ο βαθμός του ισούται με $\min(m, n)$. Αν ο A είναι ένας τετραγωνικός πίνακας πλήρους τάξης τότε υπάρχει ένας και μοναδικός πίνακας A^{-1} που ονομάζεται αντίστροφος του A .

αναδεικνύει το βαθμό διόγκωσης της διακύμανσης του συντελεστή σε σχέση με την τιμή που θα είχε αν η μεταβλητή δεν συσχετιζόταν με τις υπόλοιπες μεταβλητές του μοντέλου.

Παρόλο που δεν έχουν καθοριστεί συγκεκριμένα κριτήρια για τον προσδιορισμό των οριακών τιμών για αυτούς τους δείκτες, υπάρχουν στην βιβλιογραφία διάφορες διαμορφωμένες αντιλήψεις επί του θέματος. Κάποιοι υποστηρίζουν ότι όταν ο δείκτης $T < 0.1$ και $VIF > 10$ υπάρχει πρόβλημα πολυσυγγραμμικότητας. Άλλοι εμφανίζονται περισσότερο ελαστικοί στην τιμή του δείκτη VIF ανεβάζοντας την τιμή όριο στο 30 (Maddala 2001; Bound et al 1995). Ο Klein (1962) υποστηρίζει ως εναλλακτικό κριτήριο πολυσυγγραμμικότητας το γεγονός ότι το R_k^2 που αναφέρθηκε προηγουμένως δεν θα πρέπει να υπερβαίνει το R^2 του αρχικού μοντέλου. Σε αυτή τη λογική όταν $VIF > \frac{1}{1-R^2}$ ή $T < 1-R^2$ η πολυσυγγραμμικότητα θεωρείται στατιστικά σημαντική.

Εναλλακτικός τρόπος προσδιορισμού της πολυσυγγραμμικότητας είναι μέσω των ιδιοτιμών του πίνακα συσχέτισης των παλινδρομητών. Μεγάλες διακυμάνσεις των ιδιοτιμών προσδιορίζει και μεγάλα προβλήματα πολυσυγγραμμικότητας. Έτσι η διαπίστωση ιδιοτιμών με τιμές πολύ κοντά στο μηδέν αποτελεί ένδειξη μεγάλου βαθμού πολυσυγγραμμικότητας. Εναλλακτικά των ιδιοτιμών χρησιμοποιείται το condition index το οποίο προκύπτει ως η τετραγωνική ρίζα του πηλίκου της μεγαλύτερης ιδιοτιμής προς την μικρότερη.

$$K = \left(\frac{\lambda_{\max}}{\lambda_{\min}} \right)^{1/2} \quad (3.26)$$

όπου λ_{\max} η μέγιστη ιδιοτιμή και λ_{\min} η ελάχιστη.

Το condition index αποτελεί δείκτη της αστάθειας των συντελεστών παλινδρόμησης. Μεγάλες τιμές του δείκτη, άνω του 50 δηλαδή, αποτελεί πρόβλημα ενώ οι Belsley et al (1980) οριοθετούν την απαρχή του φαινομένου στην τιμή 10 και την πλήρη κυριαρχία του στην τιμή 100.

Ένας από τους τρόπους απαλοιφής της πολυσυγγραμμικότητας είναι η παράλειψη κάποιων εκ των ανεξάρτητων μεταβλητών ή/και η προσθήκη νέων. Η χρήση όμως αυτοματοποιημένων μεθόδων επιλογής μεταβλητών θα πρέπει να είναι φειδωλή.

Επίσης η αλλαγή στον τύπο της εξίσωσης μπορεί να έχει εξίσου ικανοποιητικά αποτελέσματα. Άλλοι τρόποι αντιμετώπισης επιγραμματικά είναι:

- η προσθήκη περισσότερων παρατηρήσεων εφόσον το πρόβλημα εντοπίζεται στην έλλειψη πληροφοριών
- η μετατροπή των ανεξάρτητων μεταβλητών (λογαριθμική, εκθετική κλπ)
- η χρήση εξειδικευμένων μεθόδων παλινδρόμησης όπως για παράδειγμα η αμφικλινής παλινδρόμηση¹⁴ (ridge regression).

3.4.2 Ετεροσκεδαστικότητα

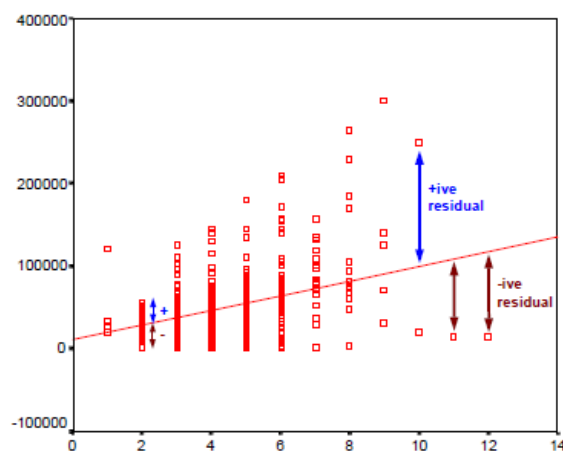
Μία από τις αρχικές υποθέσεις της γραμμικής παλινδρόμησης είναι αυτή της σταθερής διακύμανσης των σφαλμάτων. Όταν αυτή η υπόθεση ικανοποιείται, ήτοι τα σφάλματα e_i στην εξίσωση παλινδρόμησης έχουν κοινή διακύμανση, τότε υπάρχει αυτό που στη στατιστική ονομάζεται «ομοσκεδαστικότητα». Σε περίπτωση που δεν ικανοποιείται η υπόθεση της σταθερής διακύμανσης των σφαλμάτων τότε μιλάμε για το φαινόμενο της «ετεροσκεδαστικότητας». Λαμβάνοντας υπόψη και την υπόθεση ότι τα υπόλοιπα δύο τυχαίων παρατηρήσεων του δείγματος (i, j) δεν συσχετίζονται, δηλαδή $\text{cov}(e_i, e_j) = 0$, ανάγεται το συμπέρασμα ότι και στον πίνακα συνδιακύμανσης των υπολοίπων οι τιμές της διαγωνίου θα είναι σταθερές και οι υπόλοιπες τιμές του πίνακα θα είναι μηδενικές (White, 1980).

$$\text{cov}(e_1, e_2, \dots, e_n) = \begin{bmatrix} \text{var}(e_1) & \text{cov}(e_1, e_2) & \dots & \text{cov}(e_1, e_n) \\ \text{cov}(e_2, e_1) & \text{var}(e_2) & & \text{cov}(e_2, e_n) \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ \text{cov}(e_n, e_1) & \text{cov}(e_n, e_2) & \dots & \text{var}(e_n) \end{bmatrix} \quad (3.27)$$

Η έννοια της διακύμανσης των υπολοίπων γίνεται περισσότερο κατανοητή από το διάγραμμα των προβλεπόμενων τιμών των y επί των παρατηρηθέντων τιμών των y . Στο γράφημα 1, η τιμή των υπολοίπων κάθε παρατήρησης i είναι η κάθετη απόσταση μεταξύ της προβλεπόμενης τιμής και της παρατηρηθείσας τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής. Βασική αιτία της ύπαρξης μη σταθερών τιμών στη διακύμανση των υπολοίπων είναι η συσχέτιση του σφάλματος με κάποιες ή κάποια εκ των ανεξάρτητων μεταβλητών ή ακόμα και με την εξαρτημένη. Αυτό είναι και το προφανές αίτιο της ετεροσκεδαστικότητας. Υπάρχουν όμως και άλλοι λόγοι λιγότερο

¹⁴ Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με την αμφικλινή παλινδρόμηση βλέπε Judge et al. 1985.

προφανείς που ευθύνονται για την αστάθεια στη διακύμανση των υπολοίπων και οι οποίοι εξετάζονται αναλυτικά πιο κάτω.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1: Διάγραμμα προβλεπόμενων τιμών των y επί των παρατηρηθέντων τιμών των y .

Αρχικά λοιπόν αναφέρεται η ύπαρξη μη σταθερών συντελεστών παλινδρόμησης. Αν για παράδειγμα στην περίπτωση μιας εξίσωσης της κατηγορίας της απλής γραμμικής παλινδρόμησης οι τιμές του συντελεστή b_i δεν είναι σταθερές, ήτοι (White, 1980):

$$y_i = a + b_i x_i + u_i \quad (3.28)$$

όπου

$$b_i = \beta + \varepsilon_i \quad (3.29)$$

Αυτομάτως η εξίσωση 3.28 γίνεται :

$$y_i = a + (\beta + \varepsilon_i)x_i + u_i \quad (3.30)$$

ή αλλιώς:

$$y_i = a + \beta x_i + (\varepsilon_i x_i + u_i) \quad (3.31)$$

Η ερμηνεία της εξίσωσης 3.31 στην ουσία είναι ότι τελικά και η τιμή των σφαλμάτων δεν είναι σταθερή.

Δεύτερη αιτία πρόκλησης της ετεροσκεδαστικότητας είναι οι παραλειπόμενες μεταβλητές. Εάν στην πραγματικότητα η τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής επηρεάζεται από μεταβλητές που δεν συμπεριλαμβάνονται στο μοντέλο παλινδρόμησης, τότε το σφάλμα e_i της εξίσωσης παλινδρόμησης θα επηρεάζεται εμμέσως και από τις παραλειπόμενες μεταβλητές με αποτέλεσμα να συσχετίζεται

μαζί τους. Αυτή η συσχέτιση προκαλεί μη σταθερές τιμές για τη διακύμανση του σφάλματος και επομένως θέτει θέμα ετεροσκεδαστικότητας.

Τρίτη αιτία πρόκλησης της ετεροσκεδαστικότητας είναι η μη γραμμική συσχέτιση της εξαρτημένης με τις ανεξάρτητες μεταβλητές. Εφόσον η πραγματική σχέση μεταξύ τους είναι μη γραμμική και ενταχθούν σε ένα γραμμικό μοντέλο, τότε τα υπόλοιπα της εξίσωσης και άρα και η διακύμανσή τους θα επηρεάζονται από αυτή την μη γραμμική σχέση των μεταβλητών. Τέλος, το ζήτημα της ετεροσκεδαστικότητας μπορεί να προκύψει και από την ομαδοποίηση των αρχικών δεδομένων σε υποκατηγορίες (Engle, 1982).

Αποτελέσματα & διαγνωστικά τεστ

Η ετεροσκεδαστικότητα σε ένα μοντέλο δεν προκαλεί μεροληπτικούς ή ασυνεπείς συντελεστές παλινδρόμησης καθώς αυτά τα δύο ζητήματα δεν εξαρτώνται από τον πίνακα συνδιακύμανσης του σφάλματος. Όμως αν η ετεροσκεδαστικότητα σε ένα μοντέλο προκαλείται εξαιτίας παραλειπόμενων μεταβλητών ή λανθασμένων μετρήσεων ή μη σταθερών παραμέτρων σημαίνει ότι υπάρχει πρόβλημα στον προσδιορισμό του αρχικού μοντέλου και είναι αυτά τα ζητήματα που δημιουργούν τους μεροληπτικούς και ασυνεπείς συντελεστές παλινδρόμησης και όχι η ετεροσκεδαστικότητα. Έτσι ο έλεγχος για την ύπαρξη ή μη της ετεροσκεδαστικότητας ανάγεται στον έλεγχο του κατά πόσο το μοντέλο έχει προσδιοριστεί σωστά, χωρίς παρ'όλα αυτά να είναι δυνατόν άμεσα να προσδιοριστεί το αίτιο ή τα αίτια της ετεροσκεδαστικότητας. Επιπλέον μπορεί να μην επηρεάζει με άμεσο τρόπο τους συντελεστές παλινδρόμησης, δεν συμβαίνει όμως το ίδιο και με τα τυπικά σφάλματα με αποτέλεσμα τα τεστ της t-κατανομής να μην είναι πλέον αξιόπιστα. Το ίδιο ισχύει και για το τεστ της F-κατανομής όπως αναλυτικά παρουσιάστηκε και στον πίνακα 3.2.

Υπάρχουν δύο τρόποι για τον έλεγχο της ύπαρξης ετεροσκεδαστικότητας ενός μοντέλου. Ο πρώτος τρόπος είναι ο οπτικός έλεγχος και ο δεύτερος τρόπος βασίζεται στον στατιστικό έλεγχο του μοντέλου μέσα από τα αντίστοιχα στατιστικά τεστ. Ο οπτικός έλεγχος πραγματοποιείται μέσω των διαγραμμάτων των υπολοίπων όπως αυτοματοποιημένα πλέον προκύπτουν από διάφορα στατιστικά πακέτα όπως για παράδειγμα το SPSS ή το STATA. Στο ιστόγραμμα των υπολοίπων το αναμενόμενο είναι να ακολουθείται η κανονική κατανομή, αν και μικρή απόκλιση από την κανονική κατανομή μπορεί να γίνει αποδεκτή. Άλλωστε η συγκεκριμένη υπόθεση

είναι ελαστική ιδιαίτερα στην περίπτωση μεγάλων δειγμάτων. Σαφώς όμως εγείρει ορισμένους προβληματισμούς σε ότι αφορά το κατά πόσο το ίδιο το μοντέλο έχει προσδιοριστεί σωστά. Το διάγραμμα κανονικότητας των υπολοίπων (normal probability plot) είναι ένας προσφιλής οπτικός έλεγχος της κανονικότητας των υπολοίπων. Εφόσον ικανοποιείται η υπόθεση της κανονικότητας τα σημεία των υπολοίπων θα εκτείνονται κατά μήκος της διαγωνίου ενώ κάθε απόκλιση από την ευθεία συνεπάγεται και μη κανονικότητα. Από τα δύο αυτά γραφήματα μπορεί κανείς να εξάγει συμπεράσματα σχετικά με την κανονικότητα των υπολοίπων. Πώς όμως αυτό σχετίζεται με το ζήτημα της ετεροσκεδαστικότητας; Πολύ απλά, η διαπίστωση μη κανονικότητας των υπολοίπων είναι ένα δείγμα ότι το μοντέλο δεν έχει προσδιοριστεί σωστά, που είναι ένα από τα βασικά αίτια της ετεροσκεδαστικότητας.

Το ζήτημα της ετεροσκεδαστικότητας από την άλλη ή σε αντίθετη περίπτωση της ομοσκεδαστικότητας των υπολοίπων μπορεί να διαπιστωθεί μέσω του διαγράμματος διασποράς των τυποποιημένων υπολοίπων επί των τυποποιημένων προβλεπόμενων τιμών¹⁵ (Lee και Maddala, 1985). Το συγκεκριμένο διάγραμμα μπορεί να προσδιορίσει τις έκτοπες τιμές, τη μη κανονικότητα των υπολοίπων αλλά και το ζήτημα της ετεροσκεδαστικότητας. Το επιθυμητό είναι τα σημεία να βρίσκονται διάσπαρτα σε ένα περίπου σφαιρικό μοτίβο. Αν στο διάγραμμα υπάρχει η υπόνοια «χωνιού» στο σχήμα των σημείων, τότε υπάρχει περίπτωση να υφίσταται το ζήτημα της ετεροσκεδαστικότητας των υπολοίπων.

Υπάρχουν βέβαια περιπτώσεις για τις οποίες δεν είναι δυνατόν να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα αποκλειστικά και μόνο από τον οπτικό έλεγχο των διαγραμμάτων. Για το λόγο αυτό υπάρχει ένας σημαντικός αριθμός στατιστικών ελέγχων έτσι ώστε το πρόβλημα να διαπιστώνεται με ασφάλεια. Η επιλογή του κατάλληλου εξαρτάται από το είδος και τον αριθμό των δεδομένων του εκάστοτε μοντέλου. Δεν είναι σκόπιμο να γίνει εκτενής αναφορά σε όλα τα τεστ που υπάρχουν για τη διάγνωση της ετεροσκεδαστικότητας, μερικά εκ των οποίων είναι το τεστ του Levene, το τεστ Goldfeld-Quandt¹⁶, το τεστ των Breusch-Pagan / Cook-Weisberg, το τεστ του White κλπ. (Lee και Maddala, 1985), αλλά μόνο στα πιο σημαντικά.

Με το τεστ ετεροσκεδαστικότητας των Breusch-Pagan είναι δυνατόν να εντοπιστεί οποιαδήποτε μορφή γραμμικής ετεροσκεδαστικότητας. Το συγκεκριμένο τεστ ελέγχει τη μηδενική υπόθεση ομοσκεδαστικότητας των δεδομένων, με άλλα

¹⁵ Δηλαδή επιλέγεται ZRESID ως η μεταβλητή Y και ZPRED ως η μεταβλητή X.

¹⁶ Γνωστό και ως G-Q τεστ

λόγια η μηδενική υπόθεση (H_0) προς εξέταση είναι ότι οι διακυμάνσεις των σφαλμάτων είναι όλες ίσες και η εναλλακτική υπόθεση (H_1) ότι οι διακυμάνσεις των σφαλμάτων αυξάνονται ή μειώνονται καθώς αυξάνουν οι προβλεπόμενες τιμές του Y . Για την επαλήθευση της μηδενικής υπόθεσης θα πρέπει ο δείκτης να ακολουθεί την κατανομή χ^2 με 1 βαθμό ελευθερίας. Σε αντίθετη περίπτωση θα γίνει αποδεκτή η υπόθεση της ετεροσκεδαστικότητας. (Breusch και Pagan, 1980)

Η διαδικασία υπολογισμού του δείκτη Breusch-Pagan είναι σχετικά απλή. Από το αρχικό μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης υπολογίζονται οι προβλεπόμενες τιμές (\hat{y}) και τα υπόλοιπα (e). Τα υπόλοιπα που προκύπτουν υψώνονται στο τετράγωνο και τροποποιούνται κατάλληλα¹⁷ έτσι ώστε ο μέσος όρος τους να ισούνται με τη μονάδα. Αυτή η μετατροπή απαιτείται για τον υπολογισμό στη συνέχεια του στατιστικού τεστ. Στη συνέχεια εφαρμόζεται γραμμική παλινδρόμηση των τετραγώνων των υπολοίπων επί των προβλεπόμενων τιμών και υπολογίζεται ο λόγος $\frac{SS_{regression}}{2}$ που ακολουθεί την κατανομή χ^2 με έναν βαθμό ελευθερίας.

Εναλλακτικά χρησιμοποιείται μια παραλλαγή αυτού του τεστ. Η διαδικασία περιλαμβάνει τρία απλά βήματα:

- Υπολογισμό του μοντέλου με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων. Για κάθε παρατήρηση γίνεται υπολογισμός των τετραγώνων των υπολοίπων u^2
- Εφαρμογή της παλινδρόμησης στο μοντέλο για το οποίο ανεξάρτητη μεταβλητή είναι το τετράγωνο των υπολοίπων του προηγούμενου βήματος και ανεξάρτητες μεταβλητές είναι οι ίδιες με το αρχικό μοντέλο. Από αυτή την παλινδρόμηση προκύπτει ένα νέο R_u^2 .
- Από τις τιμές του δείκτη LM και την κατανομή χ_k^2 , προκύπτει και η αντίστοιχη τιμή στατιστικής σημαντικότητας (p). Αν η τιμή του p είναι σημαντικά μικρή και μάλιστα μικρότερη από το όριο στατιστικής σημαντικότητας που θέτουμε, τότε απορρίπτεται η υπόθεση της ομοσκεδαστικότητας. (Patterson, 2000)

¹⁷ Κάθε υψωμένο στο τετράγωνο υπόλοιπο διαιρείται με τη μέση τιμή των τετραγώνων των υπολοίπων

$$\left(\frac{SS_{Residual}}{N} \right)$$

Τρόποι καταπολέμησης της ετεροσκεδαστικότητας

Τρεις είναι οι τρόποι που προτείνονται για την καταπολέμηση του ζητήματος της ετεροσκεδαστικότητας όταν διαγνωστεί ως πρόβλημα σε ένα μοντέλο παλινδρόμησης.

1. Επαναπροσδιορισμός του μοντέλου
2. Χρήση των Robust σφαλμάτων
3. Εφαρμογή άλλων μεθόδων παλινδρόμησης όπως η σταθμισμένη παλινδρόμηση ή εναλλακτικά η γεωγραφικά σταθμισμένη παλινδρόμηση.

Λαμβάνοντας υπόψη τα όσα προηγουμένως αναφέρθηκαν για τα αίτια της ετεροσκεδαστικότητας, είναι κοινή πρακτική όταν οι αντίστοιχοι διαγνωστικοί δείκτες είναι αρκετά υψηλοί να γίνεται επαναπροσδιορισμός των μεταβλητών του μοντέλου. Σε αυτήν την τακτική συγκλίνουν οι περισσότεροι αναλυτές (Newey και West, 1987) ως το μόνο τρόπο για να φτάσει κανείς στην καρδιά του πραγματικού προβλήματος που εν τέλει δεν είναι η ετεροσκεδαστικότητα των υπολοίπων αλλά ο μη σωστός προσδιορισμός του αρχικού μοντέλου.

Αν όμως τα αίτια της ετεροσκεδαστικότητας δεν είναι ο προσδιορισμός του μοντέλου τότε η χρήση των robust σφαλμάτων ενδείκνυται. Στην γραμμική παλινδρόμηση ισχύουν δύο υποθέσεις για τα σφάλματα, ότι είναι ανεξάρτητα και ότι κατανέμονται ομοιόμορφα. Στον υπολογισμό όμως των robust σφαλμάτων αυτές οι υποθέσεις είναι περισσότερο ελαστικές γεγονός που τα καθιστά και περισσότερο αξιόπιστα σε περίπτωση απόκλισης από την ομοσκεδαστικότητα. Η χρήση τους δεν επηρεάζει τον τρόπο υπολογισμού των συντελεστών παλινδρόμησης παρέχοντας μεγαλύτερη ακρίβεια στα αποτελέσματα των δεικτών στατιστικής σημαντικότητας. Τέλος, η χρήση της σταθμισμένης παλινδρόμησης είναι η λιγότερο ενδεδειγμένη καθώς απαιτεί να ικανοποιούνται περισσότερες αρχικές υποθέσεις και η εφαρμογή της είναι περισσότερη πολύπλοκη, γεγονός που καθιστά τη δεύτερη λύση (των τροποποιημένων σφαλμάτων) ως την περισσότερο προσφιλή στον επιστημονικό κόσμο. (Arellano, 1987).

3.4.3 Αυτοσυσχέτιση

Η παραβίαση της υπόθεσης της ανεξαρτησίας των σφαλμάτων, όταν δηλαδή δεν ισχύει $E(\varepsilon_i \varepsilon_j) = \text{Cov}(\varepsilon_i \varepsilon_j) = 0$, οδηγεί στο ζήτημα της αυτοσυσχέτισης των δεδομένων. Συνήθως η αυτοσυσχέτιση των δεδομένων προκύπτει όταν στο μοντέλο εισάγονται δεδομένα διαφορετικών χρονικών περιόδων. Δεν είναι όμως και η

μοναδική περίπτωση. Στην ουσία η αυτοσυσχέτιση αποτελεί ειδική περίπτωση της συσχέτισης κατά την οποία εξετάζεται η σχέση μεταξύ διαδοχικών τιμών της ίδιας μεταβλητής. (Breusch, 1978)

Το φαινόμενο της αυτοσυσχέτισης προκαλείται κυρίως από:

1. Παραλειπόμενες μεταβλητές. Συνήθως με την προσθήκη στο μοντέλο των μεταβλητών που έχουν παραληφθεί λύνεται και το πρόβλημα.
2. Η χρήση της λάθος μαθηματικής εξίσωσης. Στην περίπτωση που λανθασμένα γίνει χρήση γραμμικής εξίσωσης για την περιγραφή μιας μη γραμμικής σχέσης τότε τα σφάλματα μπορεί να παρουσιάσουν κάποια μορφή εξάρτησης.
3. Τυχαίους παράγοντες.

Στην περίπτωση που κάποιος από τους παραπάνω παράγοντες προκαλεί αυτοσυσχέτιση στα υπό εξέταση δεδομένα δεν θα υπάρχει επίδραση στους συντελεστές παλινδρόμησης καθώς θα συνεχίσουν να είναι γραμμικοί και αμερόληπτοι. Όμως οι εκτιμώμενες διακυμάνσεις των εκτιμητών της παλινδρόμησης δεν θα είναι αμερόληπτες και η διακύμανση των σφαλμάτων θα είναι υποεκτιμώμενη. Αποτέλεσμα αυτών είναι να προκύπτουν μεγάλες τιμές του R^2 όταν κάτι τέτοιο στην πραγματικότητα δεν ισχύει. Από τα πιο προσφιλή διαγνωστικά τεστ της αυτοσυσχέτισης είναι ο δείκτης Durbin Watson και ακολουθεί την εξίσωση 3.32 (Durbin και Watson, 1950).

$$DW = \frac{\sum_{t=2}^n (d_t - d_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n d_t^2} \quad (3.32) \quad \text{όπου } d_t = Y_t - \hat{Y}_t$$

Ο δείκτης κυμαίνεται στο διάστημα $[0,4]$. Οι τιμές του δείκτη στα όρια του διαστήματος φανερώνουν έντονη αρνητική ή θετική αυτοσυσχέτιση αντίστοιχα ενώ οι τιμές του δείκτη που πλησιάζουν στο 2 (Newey et al, 1990) σχετίζονται με απουσία αυτοσυσχέτισης και δεν δημιουργούν πρόβλημα.

3.4.4 Χωρική αυτοσυσχέτιση

Στην παλινδρόμηση το ενδιαφέρον εστιάζεται στη σχέση που παρουσιάζουν δύο ποσοτικές μεταβλητές σε ένα δείγμα n παρατηρήσεων, και πιο συγκεκριμένα στη μορφή αυτής της σχέσης, στην κατεύθυνσή και στη δύναμή της. Η χωρική αυτοσυσχέτιση είναι η συσχέτιση μεταξύ των τιμών των γειτνιαζόντων παρατηρήσεων της ίδιας μεταβλητής (σε δυσδιάστατο χώρο). Η χωρική

αυτοσυσχέτιση αποτελεί τη γεωγραφική μορφή της αυτοσυσχέτισης και αναφέρεται στη των τιμών μιας μεταβλητής με τις γειτονικές τους. Οι Cliff και Ord (1973; 1981) ορίζουν την έννοια της χωρικής αυτοσυσχέτισης ενός χωρικού φαινομένου, ως το βαθμό με τον οποίο συσχετίζεται με τον εαυτό του και στην ουσία αποτελεί την αποτίμηση της συσχέτισης μιας μεταβλητής λαμβάνοντας υπόψη τη χωρική θέση των παρατηρήσεών της. Με άλλα λόγια, εκτιμάται το κατά πόσο οι τιμές μιας μεταβλητής σχετίζονται μεταξύ τους και αν αυτή η συσχέτιση ακολουθεί κάποιο συγκεκριμένο χωρικό μοτίβο.

Τα εργαλεία της χωρικής αυτοσυσχέτισης ελέγχουν αν η παρατηρηθείσα τιμή μιας μεταβλητής που βρίσκεται σε συγκεκριμένη θέση είναι ανεξάρτητη των τιμών της σε γειτονικές θέσεις. Η χωρική αυτοσυσχέτιση ως φαινόμενο διακρίνεται σε θετική και αρνητική (Chou, 1997). Θετική χωρική αυτοσυσχέτιση σημαίνει ότι παρόμοιες τιμές μιας μεταβλητής τείνουν να συγκεντρώνονται σε γειτονικές θέσεις και απεικονίζονται χαρτογραφικά με τη μορφή συστάδων (cluster). Αυτό σημαίνει ότι τιμές μιας μεταβλητής που είναι του ίδιου μεγέθους τείνουν γεωγραφικά να βρίσκονται στα ίδια σημεία. Με άλλα λόγια η υψηλές τιμές γειτνιάζουν με τις υψηλές και οι χαμηλές γειτνιάζουν γεωγραφικά με τις χαμηλές. Στις κοινωνικές επιστήμες αυτή η τάση θεωρείται σχεδόν κανόνας. Έτσι μεταβλητές που εκφράζουν δημογραφικά ή κοινωνικο-οικονομικά χαρακτηριστικά ενός πληθυσμού, πχ οι αξίες γης ή η πληθυσμιακή πυκνότητα, παρουσιάζουν θετική χωρική αυτοσυσχέτιση εξαιτίας του γεγονότος ότι αυτά είναι χαρακτηριστικά που παρουσιάζουν συσπείρωση ομοειδών στοιχείων στο χώρο.

Αντίστοιχα, η αρνητική χωρική αυτοσυσχέτιση ορίζεται από τη συσπείρωση στο χώρο ανόμοιων τιμών της μεταβλητής και η χαρτογραφική της απεικόνιση χαρακτηρίζεται από το γεγονός ότι παρόμοιες τιμές της μεταβλητής απαντώνται χωρικά διασκορπισμένες. Και στις δύο αυτές περιπτώσεις η χωρική αυτοσυσχέτιση είναι στατιστικά σημαντική και το μοτίβο χωρικής κατανομής των τιμών μιας μεταβλητής είναι μη τυχαίο.

Καθώς η χωρική αυτοσυσχέτιση προσδιορίζει το βαθμό με βάση τον οποίο η εμφάνιση ενός στοιχείου επηρεάζεται από παρόμοια γειτονικά στοιχεία, οι στατιστικοί δείκτες της χωρικής αυτοσυσχέτισης αποτελούν δείκτες των υφιστάμενων χωρικών μοτίβων. Υπάρχουν διάφοροι δείκτες χωρικής αυτοσυσχέτισης, για κάποιους από τους οποίους θα γίνει μόνο απλή αναφορά. (Cliff και Ord 1973, 1981; Goodchild, 1986; Haining, 1990; Chou, 1997)

1. Δείκτες γενικευμένης κλίμακας: δείκτης Moran, δείκτης Geary, χρήση της μηδενικής και εναλλακτικής υπόθεσης, χωρικό κορελόγραμμα (correlogram) κλπ
2. Δείκτες τοπικής κλίμακας των χωρικών σχέσεων: τοπικός δείκτης Moran, χωρικά έκτοπα κλπ
3. Η τεχνική του βαριογράμματος, βαριόγραμμα σε αντιπαραβολή με το κορελόγραμμα, βαριόγραμμα και χωρική δειγματοληψία.

Τι προκαλεί η χωρική αυτοσυσχέτιση

Στη χωρική ανάλυση η εξαγωγή στατιστικών συμπερασμάτων είναι μια διαδικασία που βασίζεται στη δημιουργία μοντέλων. Η λήψη σωστών αποτελεσμάτων όπως έχει ήδη αναφερθεί σε προηγούμενα κεφάλαια βασίζεται κυρίως στην ορθότητα και την επαλήθευση των αρχικών υποθέσεων του μοντέλου αναφορικά με τα σφάλματα. Μία από τις βασικές υποθέσεις της παλινδρόμησης είναι ότι τα σφάλματα προέρχονται από παρατηρήσεις που έχουν προκύψει με τυχαίο τρόπο και οι οποίες είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους. Η ύπαρξη χωρικής αυτοσυσχέτισης ακυρώνει αυτήν την υπόθεση προσδίδοντας όμως από την άλλη ουσιαστικό νόημα στην έννοια της γεωγραφίας. Αν η χωρική αυτοσυσχέτιση δεν υφίσταται, λίγες μεταβλητές θα έχουν γεωγραφική έκφραση κατά τη χαρτογράφησή τους. Όταν όμως υπάρχει, προσδίδει στις μεταβλητές κάποια μορφή χωρικής οργάνωσης (Griffith και Daniel, 1987). Στην ουσία η ανυπαρξία χωρικής αυτοσυσχέτισης ταυτίζεται με γεωγραφικά τυχαία φαινόμενα και χαοτικά τοπία.

Από τα παραπάνω προκύπτουν δύο βασικοί λόγοι για τους οποίους πρέπει η χωρική αυτοσυσχέτιση να υπολογίζεται και να προσμετράται στην ανάλυση παλινδρόμησης. Ο πρώτος είναι ότι αποτελεί έναν δείκτη μέτρησης του βαθμού παραβίασης των αρχικών στατιστικών υποθέσεων. Η χωρική αυτοσυσχέτιση περιπλέκει ακόμα περισσότερο τη στατιστική ανάλυση αφού διαφοροποιεί τη διακύμανση των μεταβλητών και ευθύνεται για αμφίβολα αποτελέσματα. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι η θετική χωρική αυτοσυσχέτιση αυξάνει τις πιθανότητες σε περιπτώσεις στατιστικών ελέγχων, να απορριφθεί μια μηδενική υπόθεση λανθασμένα. Από την άλλη όμως, και αυτός είναι ο δεύτερος λόγος για τον οποίο η μέτρηση της χωρικής αυτοσυσχέτισης είναι επιτακτική, αφού περιγράφει το χωρικό μοτίβο ενός γεωγραφικού τοπίου, ανιχνεύοντας τις όποιες αποκλίσεις.

Σε ορισμένες μάλιστα περιπτώσεις η χωρική πρόβλεψη είναι εξίσου σημαντική όσο και η χρονική. Στη βιβλιογραφία αναφέρεται χαρακτηριστικά (Cassie, 1991) ότι

εφόσον η χωρική αυτοσυσχέτιση συνυπολογιστεί σε ένα στατιστικό μοντέλο αυξάνει τη διακύμανση της εξαρτημένης μεταβλητής που ερμηνεύεται από το μοντέλο και αντισταθμίζει τα προβλήματα που δημιουργούνται από το μη συνυπολογισμό ορισμένων μεταβλητών. Μάλιστα οι Griffith και Layne (1999) αναφέρουν ότι η αύξηση στο R^2 που σημειώνεται είναι της τάξης του 5%, πολύ μεγαλύτερη δηλαδή από την αύξηση που θα προέκυπτε αν προστίθονταν στο μοντέλο και άλλες μεταβλητές ή αν χρησιμοποιούνταν διαφορετική στατιστική μέθοδος ανάλυσης.

Υπάρχει μεγάλη διαφορά στο πως αντιμετωπίζεται το ζήτημα της χωρικής αυτοσυσχέτισης από έναν απλό στατιστικολόγο και το πως αντιμετωπίζεται από έναν στατιστικολόγο που ασχολείται με την ανάλυση χωρικών φαινομένων. Στην πρώτη περίπτωση αντιμετωπίζεται ως εμπόδιο που πρέπει να αφαιρεθεί από το μοντέλο καθώς παραβαίνει τις βασικές υποθέσεις των α-χωρικών στατιστικών μεθόδων. Στη δεύτερη περίπτωση όμως η χωρική αυτοσυσχέτιση αποτελεί απόδειξη των υποκείμενων χωρικών διαδικασιών και θεωρείται αναπόσπαστο κομμάτι της ανάλυσης. Επειδή όμως «παν μέτρον άριστον», κάτι που ισχύει και σε αυτήν την περίπτωση, η ύπαρξη στατιστικά σημαντικής χωρικής αυτοσυσχέτισης των υπολοίπων υποδεικνύει την παράλειψη σημαντικών μεταβλητών από το μοντέλο.

Θεμελιώδεις έννοιες της χωρικής αυτοσυσχέτισης

Τελικά, τι είναι η χωρική αυτοσυσχέτιση; Υπάρχουν διαφορετικοί τρόποι ερμηνείας της. Έτσι θεωρείται (Goodchild και Michael, 1986):

⇒ μια παράμετρος που προκαλεί μόνο προβλήματα περιπλέκοντας τον υπολογισμό άλλων δεικτών και δυσκολεύοντας την στατιστική ανάλυση. Αν εκ των προτέρων και αυθαιρέτως θεωρηθεί μηδενική τα αποτελέσματα που θα προκύψουν θα είναι αμφίβολα.

⇒ Ως η συσχέτιση με τον εαυτό του, μια ερμηνεία καθαρά κυριολεκτική. Αντίστοιχα με το συντελεστή συσχέτισης κατά Pearson υπάρχουν δείκτες και για τον υπολογισμό της χωρικής αυτοσυσχέτισης, ο δείκτης Moran και το πηλίκο του Geary.

⇒ Ως χαρτογραφικό μοτίβο η χωρική αυτοσυσχέτιση αποδίδεται με τη μορφή τάσεων, κλίσεων ή μωσαϊκών σε έναν χάρτη.

⇒ Ως διαγνωστικό εργαλείο, χρησιμοποιείται για τον έλεγχο μοντέλων που δεν έχουν προσδιοριστεί σωστά οι μεταβλητές τους, ή έχουν παραβλεφθεί η μη γραμμικές σχέσεις των μεταβλητών τους, η αστάθεια των διακυμάνσεων

ή οι έκτοπες τιμές του μοντέλου. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα που περιγράφουν οι Griffith and Layne (1999), με βάση το οποίο με τη χρήση του δείκτη χωρικής αυτοσυσχέτισης σε ένα απλό διμεταβλητό μοντέλο είναι δυνατόν να προσδιοριστεί η μη γραμμική συσχέτιση των μεταβλητών του.

⇒ Ως δείκτης πλεονάζουσας πληροφορίας

⇒ Ως δείκτης παραλειπόμενων μεταβλητών αφού δίνει τη δυνατότητα συνυπολογισμού της διακύμανσης που δεν θα συνυπολογίζονταν στο μοντέλο εξαιτίας των μεταβλητών που λείπουν από το μοντέλο (Anselin, 1988).

⇒ Ως αιτία διάχυσης (Spillover effects). Το φαινόμενο της χωρικής αυτοσυσχέτισης προκύπτει ως αποτέλεσμα της επιρροής που έχει ένα φαινόμενο σε μια θέση, στα γειτονικά της σημεία. Οι Pace και Barry (1997) περιγράφουν χαρακτηριστικά αυτό το φαινόμενο της διάχυσης στις τιμές των αξιών κατοικίας στην Καλιφόρνια.

⇒ Ως μηχανισμός της ίδιας της χωρικής διαδικασίας

Δείκτες χωρικής αυτοσυσχέτισης

Η ποσοτικοποίηση της χωρικής αυτοσυσχέτισης πραγματοποιείται μέσω κατάλληλων δεικτών με πιο συχνά εφαρμόσιμο το δείκτη Moran. Αν ληφθεί υπόψη ο κυριολεκτικός ορισμός της έννοιας της χωρικής αυτοσυσχέτισης, πρόκειται για τη συσχέτιση που προκύπτει από το γεωγραφικό πλαίσιο μέσα από το οποίο προκύπτουν και οι τιμές των παρατηρήσεων. Έτσι μπορεί κάλλιστα να αποδοθεί από το συντελεστή συσχέτισης του Pearson με κατάλληλη τροποποίηση. Η τροποποίησή του συντελεστή αφορά σε αντικατάσταση των X με τις γειτονικές τιμές της μεταβλητής Y . Έτσι ο τύπος 3.25 τροποποιείται για να αποδώσει το συντελεστή του Moran (Mitchell και Andy, 2005):

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y}) / \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 / n} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 / n}} \quad (3.33)$$

Ο συντελεστής του Moran αποτελεί μέτρο της συσχέτισης μεταξύ δύο γειτονικών παρατηρήσεων σε ένα χωρικό μοτίβο. Η τιμή του προκύπτει ως το πηλίκο της χωρικής συνδιακύμανσης προς τη συνολική διακύμανση. Το εύρος του κυμαίνεται στο διάστημα $(-1, 1)$ ενώ όταν ο δείκτης έχει τιμή $MC = -1/(n-1)$ τότε υπάρχει μηδενική χωρική αυτοσυσχέτιση. Η γειτνίαση αποδίδεται από τον πίνακα βαρών (C)

έτσι ώστε εφόσον δύο παρατηρήσεις βρίσκονται στα πλαίσια μιας ελάχιστης απόστασης d , θεωρούνται γειτονικές και τότε $c_{ij} = 1$ ενώ σε αντίθετη περίπτωση $c_{ij} = 0$. (Boots and Getis, 1988)

Από την ανάλυση που προηγήθηκε γίνεται κατανοητό ότι ακόμα και αν πληρούνται όλες οι αρχικές υποθέσεις της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης, ένα ηδονικό μοντέλο παρουσιάζει αυξημένη πιθανότητα να «πάσχει» από το ζήτημα της χωρικής αυτοσυσχέτισης. Και αν σε μεγάλο βαθμό η χωρική αυτοσυσχέτιση θεωρείται πρόβλημα στη στατιστική ανάλυση, όταν υφίσταται σε μικρότερο βαθμό μετατρέπεται σε ευλογία. Στην περίπτωση των ηδονικών μοντέλων δε, είναι σχεδόν αναπόφευκτη και το ζήτημα που τίθεται είναι το πώς θα μετριαστεί έτσι ώστε λειτουργήσει υπέρ στην ανάλυση των αποτελεσμάτων.

3.5 Το τοπικό ενάντια στο γενικό

Ο διαχωρισμός των μεθόδων στατιστικής ανάλυσης σε μεθόδους γενικής κλίμακας (global statistics) και σε μεθόδους τοπικής κλίμακας (local statistics) αφορά κυρίως τον τρόπο με τον οποίο η ανάλυση αντιμετωπίζει τη διαφορετικότητα των φαινομένων. Με διαφορετικό τρόπο αντιμετωπίζεται και αναλύεται ένα α-χωρικό φαινόμενο και με διαφορετικό τρόπο αναλύεται ένα χωρικό. Ακόμα και αν αντιμετωπιστούν με την ίδια στατιστική μέθοδο υπάρχει περίπτωση η ανάλυση των χωρικών φαινομένων να μην είναι το ίδιο επαρκής και τυχόν δυναμικές που υποκρύπτονται σε αυτά να μην διαπιστωθούν καθόλου. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν τα ηδονικά μοντέλα. Στην περίπτωση λοιπόν που γίνεται η ανάλυση ενός ηδονικού μοντέλου, όταν δηλαδή προσδιορίζονται οι παράμετροι που επηρεάζουν τις αξίες γης ή κατοικίας μιας πόλης, η χρήση ενός απλού μοντέλου πολλαπλής παλινδρόμησης αποδίδει αποτελέσματα που θα προκύψουν τα οποία είναι μοναδικά και τα ίδια για το σύνολο των παρατηρήσεων. Πρόκειται δηλαδή για αποτελέσματα γενικής κλίμακας.

Το ίδιο το φαινόμενο όμως δε είναι δυνατό να αποδοθεί σωστά με αυτόν τον τρόπο καθώς έτσι δεν ερμηνεύονται πλήρως οι διαδικασίες τοπικής κλίμακας που το χαρακτηρίζουν (Charnock, 1996). Η διαφοροποίηση των παραμέτρων στο χώρο, όταν υφίσταται και όταν φυσικά διαπιστώνεται από τον αναλυτή μπορεί να μεταβάλλει εξολοκλήρου τον τρόπο ερμηνείας των παραμέτρων της ανάλυσης. Για το λόγο αυτό ενδείκνυται η χρήση περισσότερο εξειδικευμένων μεθόδων ανάλυσης, δηλαδή

μεθόδων τοπικής κλίμακας. Έτσι η ανάλυση των χωρικών φαινομένων περνά σε άλλο επίπεδο και από απλή αναπαράσταση των ίδιων των φαινομένων πλέον είναι δυνατή η αναπαράσταση των χωρικών σχέσεων που τα προκαλούν.

Η διάκριση μεταξύ χωρικών και μη χωρικών δεδομένων αφορά κυρίως στο γεγονός ότι στη μεν πρώτη περίπτωση τα στοιχεία περιέχουν και γεωγραφική υπόσταση στη δε δεύτερη όχι. Αυτή η διαφορά είναι ιδιαίτερα σημαντική στην στατιστική ανάλυση καθώς το είδος των δεδομένων είναι αυτό που τελικά καθορίζει και την μέθοδο της ανάλυσης που χρησιμοποιείται είτε πρόκειται για α-χωρικά φαινόμενα (Wahba 1990; Friedman 1991; Green and Silverman 1994; Cleveland 1979; Fan and Gijbels 1996; Thorsnes and McMillen 1998) είτε για χωρικά. Στην προκειμένη περίπτωση το ενδιαφέρον επικεντρώνεται στην στατιστική ανάλυση χωρικών φαινομένων και ιδιαίτερα στην ανάλυση τοπικής κλίμακας, τομέας που μόλις πρόσφατα ενισχύθηκε με νέες τεχνικές όπως για παράδειγμα η γεωγραφικά σταθμισμένη παλινδρόμηση.

Στην περίπτωση που η εφαρμογή ενός υποδείγματος αφορά σε ένα γενικότερο πλαίσιο και δεν συνεισφέρει καθόλου στην ανάλυση τοπικής κλίμακας, τότε τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την συγκεκριμένη ανάλυση θεωρείται ότι εφαρμόζονται ισοδύναμα στο σύνολο της περιοχής ενδιαφέροντος. Σε περίπτωση που οι δυναμικές σχέσεις μεταξύ των μεταβλητών που εξετάζονται διαφέρουν σε τοπική κλίμακα τότε το μοντέλο που θα παραχθεί δεν θα έχει ισχύ εφαρμογής, καθώς δεν θα είναι αξιόπιστο, για οποιαδήποτε περιοχή της περιοχής μελέτης (Fotheringham et al, 2000). Στόχος επομένως γίνεται η ανάλυση να προχωρήσει ένα βήμα πιο μακριά από το σημείο στο οποίο φτάνει κανείς με την εφαρμογή της πολυμεταβλητής γραμμικής ανάλυσης. Η διαπίστωση δηλαδή ότι ο χώρος χαρακτηρίζεται από έντονες διαφοροποιήσεις ενισχύει τη μετάβαση της ανάλυσης από το υπερτοπικό – γενικό επίπεδο στο τοπικό.

Στην ανάλυση τοπικής κλίμακας οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται θα μπορούσαν να ειπωθούν ως υποσύνολα των στατιστικών αναλύσεων γενικής κλίμακας. Ένα αποτέλεσμα που αφορά το σύνολο μιας περιοχής έχει προκύψει από επιμέρους αναλύσεις των υποπεριοχών του υπό εξέταση χώρου. Το όλον προκύπτει από το επί μέρους. Στον παρακάτω πίνακα διευκρινίζονται η διαφοροποίηση μεταξύ της στατιστικής ανάλυσης με εφαρμογή σε υπερτοπική κλίμακα και της στατιστικής ανάλυσης τοπικής κλίμακας. (Fotheringham et al, 2000)

Υπερτοπική κλίμακα	Τοπική κλίμακα
Συνήθως έχει μία τιμή	Έχει περισσότερες από μία τιμές
Δεν μεταβάλλεται στο χώρο	Μεταβάλλεται στο χώρο
Υπερτονίζει τις ομοιότητες στο χώρο	Υπερτονίζει τις διαφορές στο χώρο
Τα αποτελέσματα δεν αποτυπώνονται σε χάρτη	Τα αποτελέσματα αποτυπώνονται σε χάρτη
Χρησιμοποιείται στην καταγραφή ομοιοτήτων	Χρησιμοποιείται στην αποτύπωση εξαιρέσεων (θερμών σημείων – hotspots)
Αχωρική ή περιορισμένα χωρική	Χωρική

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4: Διαφοροποίηση των χαρακτηριστικών στατιστικής ανάλυσης γενικής και τοπικής κλίμακας (Πηγή: Fotheringham et al, 2000)

Στη στατιστική ανάλυση γενικής κλίμακας τα αποτελέσματα που προκύπτουν έχουν μία τιμή για το σύνολο των παρατηρήσεων ενώ αντίθετα στην ανάλυση τοπικής κλίμακας προκύπτουν τιμές που διαφοροποιούνται ανάλογα με τη γεωγραφική θέση της κάθε παρατήρησης. Γίνεται εύκολα κατανοητό λοιπόν ότι δεν είναι δυνατόν να αποδοθούν χαρτογραφικά τα αποτελέσματα στην πρώτη περίπτωση, αφού δεν είναι δυνατόν να γίνει χαρτογράφηση μίας και μόνο τιμής. Αντίθετα στην ανάλυση τοπικής κλίμακας τα αποτελέσματα δύνανται και να χαρτογραφηθούν και να αναλυθούν περαιτέρω υπό το πρίσμα ενός γεωγραφικού συστήματος πληροφοριών. Μάλιστα αυτή είναι και η ουσία στην περίπτωση της συγκεκριμένης ανάλυσης δηλαδή η χαρτογράφηση των αποτελεσμάτων και η εξέταση των παραγόμενων χωρικών μοτίβων από τα οποία θα προκύψουν υποκείμενες δυναμικές και διαδικασίες που υποκρύπτει η ανάλυση γενικής κλίμακας.

Η ανάλυση χωρικών μοτίβων είναι μια ακόμα διαφοροποίηση μεταξύ των δύο μεθόδων. Επίσης η ύπαρξη μιας τιμής κοινής για όλες τις παρατηρήσεις και για το σύνολο των δεδομένων της ανάλυσης έχει ως αποτέλεσμα την ενίσχυση της ομοιομορφίας και των ομοιοτήτων στο χώρο. Σε κάθε άλλη περίπτωση ενισχύεται η διαφορετικότητα στο χώρο και δίνεται το έναυσμα για τη διαπίστωση εξαιρέσεων και θερμών περιοχών.

3.5.1 Χωρική μη-στασιμότητα

Είναι κοινώς παραδεκτό ότι οι διαδικασίες και τα φαινόμενα που διέπουν το χώρο σε ορισμένες περιπτώσεις είναι τόσο περίπλοκα που είναι αδύνατο να περιγραφούν και να αποδοθούν ρεαλιστικά και επακριβώς από ένα μοντέλο. Ιδιαίτερα στις κοινωνικές επιστήμες όπου τα υπό εξέταση φαινόμενα διέπονται και καθορίζονται από πολλαπλούς παράγοντες και διεργασίες, τα μοντέλα που προκύπτουν

χαρακτηρίζονται από ασάφειες, παραλείψεις ακόμα και λάθη. Ακόμα όμως και στην περίπτωση που θα προκύψει ένα ικανοποιητικό μοντέλο, αυτό σπανίως μπορεί να εφαρμοστεί για διαφορετική μελέτη περίπτωσης και να αποδώσει τα ίδια ακριβώς αποτελέσματα. Το ίδιο φαινόμενο αλλά σε διαφορετικό γεωγραφικό χώρο, είναι δυνατόν να επηρεάζεται από διαφορετικές παραμέτρους, ή από τις ίδιες παραμέτρους αλλά με διαφορετικό βαθμό επιρροής της κάθε παραμέτρου.

Αυτή είναι και η ειδοποιός διαφορά της ανάλυσης των κοινωνικών φαινομένων έναντι των φαινομένων άλλων επιστημονικών κλάδων, για τους οποίους η ύπαρξη γενικών κανόνων και αρχών αποτελεί το θεμέλιο των αναλύσεών τους. Άλλωστε οι φυσικές διαδικασίες χαρακτηρίζονται από στασιμότητα ενώ οι κοινωνικές όχι (Leung et al, 2000). Μια γενικώς αποδεκτή Αρχή ή ένα Κανόνας στις φυσικές επιστήμες είναι απαράβατος ανεξαρτήτως γεωγραφικού χώρου εφόσον πληρούνται ορισμένες συνθήκες. Δεν συμβαίνει όμως το ίδιο και στην περίπτωση των χωρικών διαδικασιών και φαινομένων τα οποία χαρακτηρίζονται από μη-στασιμότητα.

Επομένως είναι ως ένα βαθμό αυθαίρετη και καταχρηστική η χρήση στατιστικών εργαλείων, τεχνικών και μεθόδων που θεωρούν a priori ότι οι παράμετροι που επηρεάζουν και καθορίζουν τα χωρικά φαινόμενα παραμένουν στάσιμες. Σε κάθε περίπτωση οφείλει ο ερευνητής να προβαίνει σε ορισμένες υποθέσεις για το πότε η επιρροή μιας παραμέτρου ενδέχεται να μεταβάλλεται στο χώρο και να χρησιμοποιεί τις αντίστοιχες μεθόδους και εργαλεία για την ανάλυση της.

Οι λόγοι για τους οποίους η συσχέτιση μεταξύ δύο μεταβλητών μπορεί να μεταβάλλεται χωρικά είναι διαφορετικοί κατά περίπτωση. Σύμφωνα με τους Fotheringham et al (, 2000) τρεις είναι οι λόγοι με βάση τους οποίους η συσχέτιση δύο ή περισσότερων μεταβλητών διαφέρει στο χώρο:

- Διαφοροποιήσεις που είναι δυνατόν να οφείλονται σε τυχαίες αποκλίσεις οι οποίες παρατηρούνται στην περιοχή μελέτης.
- Ο δεύτερος λόγος είναι η χωρική διαφοροποίηση της ίδιας της ανθρώπινης συμπεριφοράς ή των προσωπικών προτιμήσεων και επιλογών. Σε αυτή τη λογική θεμελιώνεται άλλωστε το οικοδόμημα της συμπεριφορικής γεωγραφίας (στοχαστικές μέθοδοι κλπ). Επομένως και οι συσχετίσεις διαφοροποιούνται χωρικά.
- Η κανονική γραμμική παλινδρόμηση υπολογίζει εσφαλμένα τις χωρικές διαδράσεις με αποτέλεσμα κάποιες από τις μεταβλητές του υποδείγματος να αφαιρούνται από αυτό.

Από τους πιο προφανείς λόγους είναι ότι η μεταβλητότητα των τιμών οφείλεται στη διακύμανση του δείγματος. Όταν για την εφαρμογή του μοντέλου δεν χρησιμοποιείται όλος ο πληθυσμός αλλά δείγμα του πληθυσμού, είναι λογικό ότι για διαφορετικά δείγματα, θα προκύψουν και διαφορετικές μετρήσεις και αντίστοιχα διαφορές στους υπολογισμούς των παραμέτρων. Επί της ουσίας αυτού του είδους οι διακυμάνσεις δεν προκαλούνται από τα ίδια τα φαινόμενα αλλά είναι απόρροια των στατιστικών αναλύσεων και μετρήσεων, θα πρέπει όμως να λαμβάνονται υπόψη καθώς ενδέχεται να υποκρύπτουν πιο ουσιαστικές διαδικασίες χωρικής αστάθειας.

Ακόμα ένας λόγος για την ύπαρξη της χωρικής μη-στασιμότητας είναι το γεγονός ότι η ίδια η συμπεριφορά των ανθρώπων χαρακτηρίζεται από έντονη μεταβλητότητα ανάλογα με το χώρο και το χρόνο μιας απόφασης. Ο Thrift (1983) χαρακτηριστικά αναφέρει ότι η ανθρώπινη συμπεριφορά διαφοροποιείται έντονα στο χώρο και για να μπορέσει κάποιος να την αναλύσει και να την κατανοήσει θα πρέπει να εξετάζει και το περιβάλλον μέσα στο οποίο αυτή εξελίσσεται.

Τέλος, η τρίτη πιθανή αιτία της χωρικής μεταβλητότητας των φαινομένων είναι οι παραλειπόμενες μεταβλητές ενός λανθασμένου μοντέλου. Σε αυτήν την περίπτωση ως αρχική υπόθεση παραμένει ότι οι παράμετροι που συμμετέχουν στο μοντέλο διατηρούνται σταθερές στο χώρο, όμως η αδυναμία προσδιορισμού ενός σωστού μοντέλου και η παράλειψη ορισμένων βασικών παραμέτρων από αυτό οδηγεί σε αυτές της τοπικής κλίμακας χωρικές διαφοροποιήσεις. Η χρήση στατιστικών μεθόδων τοπικής κλίμακας δίνει την δυνατότητα στον ερευνητή να αναδείξει ένα προβληματικό μοντέλο και να εντοπίσει τυχόν αδυναμίες του. Παράμετροι που τυχόν παραλήφθηκαν από το αρχικό μοντέλο γενικής κλίμακας, εντοπίζονται και το αρχικό μοντέλο επαναπροσδιορίζεται. Έτσι σε αυτήν την περίπτωση οι μέθοδοι τοπικής κλίμακας χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό και τη διόρθωση τυχόν ατελειών ή/και παραλείψεων της μεθόδου γενικής κλίμακας. Όταν αντιμετωπιστεί η χωρική μη-στασιμότητα που προκύπτει από αυτές τις παραλείψεις, γίνεται αποδεκτό το μοντέλο γενικής κλίμακας. (Fotheringham et al, 2001)

Το ζήτημα είναι ότι μέχρι σήμερα κανείς δεν μπορεί να πει με βεβαιότητα γιατί ένα στατιστικό μοντέλο δεν μπορεί να αποτελεί μια ρεαλιστική αναπαράσταση της πραγματικότητας. Ίσως τελικά, όταν και εφόσον αποκωδικοποιηθεί η ανθρώπινη συμπεριφορά να προκύψουν και τα ρεαλιστικά μοντέλα. Ίσως πάλι να συμβεί το αντίθετο. Δηλαδή, η δημιουργία χωρικών μοντέλων να δώσει νέα ώθηση για την κατανόηση της ανθρώπινης χωρικής συμπεριφοράς.

3.5.2 Η τοπικής κλίμακας ανάλυση

Η ποικιλία στις επιλογές που υπάρχουν αλλά και οι διαφορετικές ανάγκες των ατόμων σε ότι αφορά την επιλογή της κατοικίας, προκαλούν την ανομοιογένεια των τιμών στην αγορά γης. Αυτή η ανομοιογένεια των αγορών στην ίδια την πόλη έρχεται σε αντιδιαστολή με τη βασική αρχή των παλινδρομικών μοντέλων που θεωρεί τις παραμέτρους που επηρεάζουν τις τιμές κατοικίας σταθερές στο χώρο.

Επίσης αυτό που δεν λαμβάνεται υπόψη στα κλασσικά ηδονικά μοντέλα είναι ο τρόπος που επιδρά ο ίδιος ο χώρος στον προσδιορισμό των αξιών γης γιατί εν τέλει οι έννοιες της γειτνίασης και της γειτονιάς ερμηνεύονται διαφορετικά καθώς επηρεάζουν με διαφορετικό τρόπο τις αγορές γης. Αυτό μπορεί να γίνει περισσότερο κατανοητό με την ταξινόμηση της χωρικής επίδρασης που προτείνει ο Can (1992). Διακρίνει λοιπόν τις χωρικές επιδράσεις σε δύο κατηγορίες: α) αυτές της άμεσης γειτνίασης και β) αυτές της έμμεσης γειτονιάς. Η χωρική επίδραση άμεσης γειτνίασης αφορά στην επιρροή που έχουν τα χαρακτηριστικά εκείνων των ιδιοκτησιών που βρίσκονται πολύ κοντά με την υπό εξέταση κατοικία συμπαράσύροντας και την τελευταία. Αυτό το φαινόμενο εξηγεί γιατί σε πολλές περιπτώσεις οι τιμές πώλησης των ακινήτων που συνορεύουν είναι ομοιόμορφες. Υπό μία έννοια συμπαράσύρουν η μία την άλλη (spill-over effect). Από την άλλη, η χωρική επίδραση της έμμεσης γειτονιάς αφορά στην επιρροή που έχουν τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά της περιοχής που γειτονεύει με την υπό εξέταση κατοικία.

Αυτού του είδους η χωρική εξάρτηση μπορεί να αποδοθεί μόνο με την χρήση περισσότερο εξειδικευμένων μεθόδων ανάλυσης τοπικής κλίμακας. Η ανάλυση και ο προσδιορισμός των παραμέτρων που επηρεάζουν τις αξίες γης είναι μια διαδικασία που μέχρι σήμερα το λιγότερο μπορεί να χαρακτηριστεί ως ελλιπής. Οι μεθοδολογίες και τεχνικές που χρησιμοποιούνται, μόνο στο ελάχιστο καταφέρνουν να αποκαλύψουν και να αποσαφηνίσουν τις δυναμικές που προκαλούν τη διαμόρφωση των αξιών γης σε μια περιοχή. Οι Gao και Asami (2005) εύστοχα αναφέρουν ότι ουσιαστικά στα σύγχρονα μοντέλα προσδιορισμού αξιών γης είναι η έλλειψη 'κρίσιμων' παραμέτρων η αιτία που προκαλεί τη δημιουργία χωρικών μοτίβων των υπολοίπων και των συντελεστών παλινδρόμησης. Ακολουθώντας επομένως μια αντίστροφη πορεία, εξετάζοντας δηλαδή τη συσχέτιση των παρατηρούμενων μοτίβων και των χωρικών στοιχείων που συμβάλλουν στη διαμόρφωση των αξιών γης σε μια πόλη, όπως προκύπτουν από το μοντέλο, είναι εν μέρει δυνατός και ο προσδιορισμός

– αποκάλυψη των μεταβλητών που δεν ελήφθησαν εξ αρχής υπόψη και που όμως συμβάλλουν σημαντικά στη διαμόρφωση της εξαρτημένης μεταβλητής. Μια μέθοδος που επιτρέπει να γίνει αυτό είναι η γεωγραφικά σταθμισμένη παλινδρόμηση.

3.6 Γεωγραφικά σταθμισμένη παλινδρόμηση

Η εφαρμογή της παλινδρόμησης στην περίπτωση χωρικών φαινομένων είναι μια διαδικασία που χαρακτηρίζεται από αντιξοότητες, κυρίως λόγω της φύσης των υπό εξέταση φαινομένων. Τα φαινόμενα είναι χωρικά όμως η μέθοδος που χρησιμοποιείται για την ανάλυσή τους είναι α-χωρική. Επομένως το ζήτημα της χωρικής αυτοσυσχέτισης χαρακτηρίζει έντονα τα χωρικά φαινόμενα ή αλλιώς τις μεταβλητές που επηρεάζονται από την γεωγραφική τους θέση. Επιπλέον, στις περιπτώσεις των χωρικών φαινομένων η έννοια της γεωγραφίας είναι τόσο σημαντική, σε σημείο που οι ίδιες οι διαδικασίες που χαρακτηρίζουν το μοντέλο να παύουν να είναι α-χωρικές. Με άλλα λόγια οι ίδιες οι διαδικασίες διαφοροποιούνται στο χώρο. (Fotheringham και Pitts, 1995)

Αυτά τα δύο προβλήματα, ήτοι της χωρικής αυτοσυσχέτισης και της μη-στασιμότητας καλούνται να υπερκεράσουν οι σύγχρονες χωρικές μέθοδοι παλινδρόμησης. Μία από αυτές είναι και η χωρικά σταθμισμένη παλινδρόμηση η οποία κυρίως ασχολείται με την αντιμετώπιση της μη σταθερότητας των παραμέτρων. Είναι όμως γεγονός ότι ένα σωστά προσδιορισμένο μοντέλο γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης θα αντιμετωπίζει ικανοποιητικά και το ζήτημα της χωρικής αυτοσυσχέτισης.

Ουσιαστικά η γεωγραφικά σταθμισμένη παλινδρόμηση αποτελεί παραλλαγή της απλής ή πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης. Η διαφορά τους έγκειται στο γεγονός ότι στην πρώτη περίπτωση οι παρατηρήσεις οι οποίες λαμβάνονται υπόψη στη διαμόρφωση του υποδείγματος σταθμίζονται με βάρος τη γεωγραφική τους θέση. Αυτό έχει ως άμεσο αποτέλεσμα η ανάλυση στην κλασσική παλινδρόμηση να γίνεται σε υπερτοπική κλίμακα ενώ η ανάλυση στην γεωγραφικά σταθμισμένη παλινδρόμηση να γίνεται σε τοπικό επίπεδο.

3.6.1 Η εξίσωση

Το μειονέκτημα της α – χωρικής συμπεριφοράς της γραμμικής παλινδρόμησης έρχεται να ξεπεραστεί με τη δυναμική εισαγωγή της «γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης» όπου πλέον στην ανάλυση της συσχέτισης των μεταβλητών

συμπεριλαμβάνεται και η χωρική παράμετρος της θέσης. Έτσι, ο γενικός τύπος της πολλαπλής παλινδρόμησης πλέον παίρνει τη μορφή της εξίσωσης 3.34.

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_k \beta_k(u_i, v_i)x_{ik} + \varepsilon_i \quad (3.34)$$

όπου (u_i, v_i) είναι οι συντεταγμένες του σημείου i

Στον τύπο 3.34 λαμβάνεται υπόψη ότι ενδέχεται να υπάρχουν χωρικές διακυμάνσεις στις σχέσεις και στα φαινόμενα τις οποίες και επιχειρεί να μετρήσει. Σε αυτήν την περίπτωση οι συντελεστές παλινδρόμησης δεν είναι τυχαίοι, αλλά προκύπτουν ως συνάρτηση των συντεταγμένων τους στο χώρο. Έτσι από τα μοντέλα τοπικής κλίμακας δεν προκύπτουν αμερόληπτοι (unbiased) συντελεστές παλινδρόμησης. Είναι δυνατόν όμως να προκύψουν τελικά όσο το δυνατόν λιγότερο μεροληπτικοί συντελεστές παλινδρόμησης.

Θεωρώντας ότι υπάρχει χωρική συνάφεια και συνοχή των παραμέτρων είναι αυτονόητο ότι τιμές κοντά σε εκείνη που υπολογίζεται θα έχουν την ίδια επιρροή και το ίδιο πρόσημο. Με άλλα λόγια η λογική γύρω από την οποία κινείται και με βάση την οποία «λειτουργεί» η γεωγραφικά σταθμισμένη παλινδρόμηση είναι η λογική της –γειτονιάς-. Η εξίσωση 3.34 εφαρμόζεται για κάθε σημείο i του χώρου και μόνο για τα σημεία που βρίσκονται πλησίον του σημείου i . Ο αριθμός των παλινδρομήσεων που εκτελούνται είναι ίδιος με τον αριθμό των σημείων που υπάρχουν στον χώρο. Έτσι οι παράμετροι $\beta_k(u_i, v_i)$ υπολογίζονται για κάθε σημείο i όπως και στην κλασσική παλινδρόμηση ενώ για κάθε επόμενο σημείο ακολουθείται η ίδια διαδικασία με την χρήση κάθε φορά των σημείων (υποσύνολο σημείων - δείγμα) που γειτνιάζουν σε αυτό. Ιδιαίτερη έμφαση πρέπει να δοθεί στο γεγονός ότι όσο μεγαλύτερο είναι το δείγμα των γειτνιαζόντων σημείων τόσο μικρότερα είναι τα τυπικά σφάλματα των συντελεστών παλινδρόμησης μεγαλώνοντας όμως την πιθανότητα οι συντελεστές να μην είναι αμερόληπτοι.

Για τον έλεγχο αυτού του φαινομένου δίνονται επιπλέον βάρη στα σημεία του δείγματος με τη μεγαλύτερη εγγύτητα στο σημείο i . Με αυτόν τον τρόπο δίνεται μεγαλύτερη έμφαση σε σημεία που άμεσα γειτνιάζουν στο i καθώς θεωρείται ότι τα σημεία που βρίσκονται πιο μακριά από αυτό έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα να παρουσιάζουν διαφορετικές τιμές για τους συντελεστές. Το σκοπό αυτό εξυπηρετεί καλύτερα η σταθμισμένη παλινδρόμηση με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων. Στην περίπτωση της παλινδρόμησης γνωρίζουμε ότι ισχύει:

$$y_i = \sum_j X_{ij} \beta_j + \varepsilon_i$$

και

$$\hat{\beta} = (X^T X)^{-1} X^T y \quad (3.35)$$

Στην γεωγραφικά σταθμισμένη παλινδρόμηση η εξίσωση 3.35 παίρνει τη μορφή της εξίσωσης 3.36

$$\hat{\beta}_i = (X^T W_i X)^{-1} X^T W_i y \quad (3.36)$$

με

$$W_i = \begin{pmatrix} w_{i1} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & w_{i2} & \dots & 0 \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & w_{iN} \end{pmatrix} \quad (3.37)$$

όπου N ο αριθμός των παρατηρήσεων

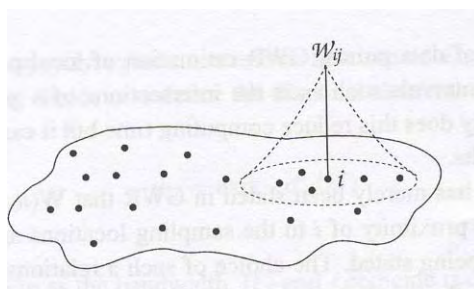
Η ιδιαιτερότητα του πίνακα 3.37 είναι ότι δεν είναι σταθερός αλλά μεταβάλλεται ανάλογα με τη θέση του σημείου i . Ο πίνακας βαρών είναι ένας διαγώνιος πίνακας για τον οποίο ισχύει ότι τα στοιχεία της διαγωνίου του αντιστοιχούν στα βάρη της σταθμισμένης παλινδρόμησης γύρω από το σημείο i .

Θεμελιώδης ιδέα της γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης είναι ο υπολογισμός των παραμέτρων $\beta_j(u_i, v_i)$ για κάθε μεταβλητή j και για κάθε χωρική ενότητα i όπου (u_i, v_i) είναι η γεωγραφική τοποθεσία της παρατήρησης i . Σχεδιάζοντας έναν κύκλο ακτίνας r γύρω από συγκεκριμένο (u_i, v_i) και υπολογίζοντας ένα μοντέλο παλινδρόμησης (κλασσική μέθοδος) χρησιμοποιώντας μόνο τις παρατηρήσεις που βρίσκονται μέσα στον κύκλο, τότε το β_j που θα παραχθεί μπορεί να θεωρηθεί ως εκτίμηση των συσχετίσεων των παρατηρήσεων μέσα και γύρω από το (u_i, v_i) . Με λίγα λόγια πρόκειται δηλαδή για εκτιμήσεις του β_{ij} . Υπολογίζοντας το β_{ij} για κάθε (u_i, v_i) υπολογίζεται ένα σύνολο εκτιμήσεων των χωρικά διαφοροποιημένων παραμέτρων. (Brunsdon, 1998)

3.6.2 Επιλογή βαρών

Ένα σημαντικό ζήτημα που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι ο τρόπος με βάση τον οποίο προσδιορίζεται η ακτίνα του προαναφερθέντος κύκλου. Εάν η ακτίνα που θα επιλεγεί είναι πολύ μεγάλη τότε τα στοιχεία που συμμετέχουν σε κάθε εκτίμηση του β_{ij} θα καλύπτουν σχεδόν όλη την περιοχή ενδιαφέροντος. Εάν από την άλλη η

ακτίνα που θα υπολογιστεί είναι πολύ μικρή τότε θα προκύψουν τιμές του β_{ij} με μεγάλο τυπικό σφάλμα. Επιπλέον ιδιαίτερη έμφαση θα πρέπει να δοθούν σε παρατηρήσεις με τιμές πολύ κοντά στην τιμή της ακτίνας r .



ΕΙΚΟΝΑ 3.1: Σχηματική παράσταση του σχήματος πυρήνα και του εύρους
(Fotheringham et al, 2000)

Μια πρώτη προσέγγιση για την εισαγωγή βαρών με βάση τη γεωγραφική θέση των σημείων είναι ο αποκλεισμός από το μοντέλο εκείνων των σημείων που βρίσκονται μακρύτερα από απόσταση d από το σημείο εκκίνησης της παλινδρόμησης (3.38). Αυτό όμως συνεπάγεται ότι σημεία με απόσταση $d_{ij} > d$ θα έχουν βάρος μηδενικό. (Fotheringham et al, 2000)

$$w_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{αν } d_{ij} < d \\ 0 & \text{αν } d_{ij} > d \end{cases} \quad (3.38)$$

Η επιλογή αυτών των βαρών δεν συνηθίζεται καθώς χαρακτηρίζεται από το πρόβλημα της ασυνέχειας. Όταν το σημείο παλινδρόμησης αλλάζει, αλλάζουν δραματικά και οι εκτιμώμενοι συντελεστές. Λύση σε αυτό το πρόβλημα δίνει ο προσδιορισμός των βαρών ως συνάρτηση της απόστασης d_{ij} , δηλαδή (Fotheringham, et al, 2000):

$$w_{ij} = \exp\left[-\frac{1}{2}(d_{ij}/b)^2\right] \quad (3.39)$$

όπου d_{ij} είναι η ευκλείδεια απόσταση από το σημείο παλινδρόμησης i προς το γειτονικό του σημείο j και b η σταθερά που κατά κάποιο τρόπο ελέγχει το εύρος του κύκλου επιρροής και είναι το λεγόμενο εύρος (bandwidth) της παλινδρόμησης. Στο σημείο παλινδρόμησης το βάρος ισούνται με τη μονάδα. Τα βάρη των υπολοίπων σημείων μειώνονται όσο αυξάνεται η απόστασή τους από το σημείο παλινδρόμησης. Παρ' όλα αυτά τα βάρη για όλα τα σημεία είναι διάφορα του μηδενός ασχέτως από το πόσο μακριά είναι από το σημείο παλινδρόμησης. Η συνάρτηση 3.39 βασίζει τους υπολογισμούς της στην απόσταση Gauss. (Fotheringham et al 1995)

Με τον τρόπο αυτό προκύπτουν χωρικοί πυρήνες που παραμένουν σταθεροί και αμετάβλητοι για κάθε σημείο παλινδρόμησης. Αυτό το ζήτημα όμως εγείρει φωνές αμφισβήτησης (Herrmann et al, 1992) καθώς το λογικό είναι περιοχές με μεγαλύτερη συγκέντρωση σημείων να απαιτούν την ύπαρξη πυρήνων μικρότερου μεγέθους και περιοχές με μικρότερη πυκνότητα σημείων να απαιτούν πυρήνες μεγαλύτερου μεγέθους. Έτσι εισάγεται η έννοια των χωρικά μεταβαλλόμενων πυρήνων και το θέμα που στη συνέχεια πρέπει να εξεταστεί είναι ο τρόπος υπολογισμού του εύρους.

Εναλλακτικά λοιπόν γίνεται χρήση του τύπου 3.40 (bi-kernel function), στον οποίο η έννοια του εύρους είναι περισσότερο ουσιώδης. (Paez et al, 2002)

$$w_{ij} = \begin{cases} [1 - (d_{ij} / b)^2]^2 & \alpha \nu \quad d_{ij} < b \\ 0 & \alpha \nu \quad d_{ij} > b \end{cases} \quad (3.40)$$

Με αυτόν τον τρόπο αποδίδονται βάρη για όλα τα σημεία που απέχουν μικρότερη απόσταση από την απόσταση b ενώ για τα σημεία που απέχουν μεγαλύτερη απόσταση, το βάρος μηδενίζεται. Το εύρος που επιλέγεται είναι τέτοιο ώστε αριθμητικά τα σημεία με βάρος μη μηδενικό, δηλαδή τα σημεία του πυρήνα, να είναι τα ίδια για κάθε σημείο παλινδρόμησης.

3.6.3 Υπολογισμός εύρους

Το εύρος b στην γεωγραφικά σταθμισμένη παλινδρόμηση και εφόσον δεν υπάρχει προηγούμενη εμπειρία στην περιοχή ενδιαφέροντος υπολογίζεται με τη χρήση κοινών στατιστικών μεθόδων όπως η μέθοδος των ελαχίστων τετραγώνων (Fotheringham et al, 2000). Έτσι, στην περίπτωση της εξίσωσης 3.39 αν επιλεγεί $b \approx \infty$ συνεπάγεται ότι τα βάρη θα τείνουν στη μονάδα για κάθε ζεύγος σημείων που εξετάζεται που σημαίνει ότι η εξίσωση γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης θα ισοδυναμεί με την εξίσωση της κλασσικής παλινδρόμησης. Από την άλλη αν αντίθετα επιλεγεί πολύ μικρό b η εκτίμηση των συντελεστών παλινδρόμησης θα εξαρτάται μόνο από τα σημεία που βρίσκονται πολύ κοντά στο i αυξάνοντας όμως τη διακύμανση των συντελεστών. Επομένως η επιλογή του εύρους είναι ένα από τα βασικά θέματα προς εξέταση στη γεωγραφικά σταθμισμένη παλινδρόμηση και δεν πρέπει να λαμβάνεται έλαφρῶ τῇ καρδίᾳ.

Ο Brunsdon (1998) αναφέρει μια γνωστή μέθοδο για τον υπολογισμό του εύρους, τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων.

$$z = \sum_{i=1}^n [y_i - \hat{y}_i(b)]^2 \quad (3.41)$$

Έναντι αυτής της μεθόδου όμως που παρουσιάζει σημαντικά πρακτικά μειονεκτήματα προτιμάται η τεχνική Cross-Validation (Cleveland, 1979; Bowman, 1984).

$$CV = \sum_{i=1}^n [y_i - \hat{y}_{\neq i}(b)]^2 \quad (3.42)$$

όπου $\hat{y}_{\neq i}(b)$ είναι η εκτιμηθείσα τιμή του y_i με τις παρατηρήσεις για το σημείο i να μην συμπεριλαμβάνονται στους υπολογισμούς (αυτή είναι και η ειδοποιός διαφορά με την εξίσωση 3.41).

Παρόμοια είναι και η μέθοδος που βασίζεται στο Κριτήριο πληροφοριών Akaike (Akaike Information Criterion – AIC) (Hurvich et al., 1998). Το κριτήριο πληροφοριών του Akaike αναπτύχθηκε από τον Hirotugu Akaike το 1971 και αποτελεί μέτρο για τον έλεγχο της καλής προσαρμογής ενός στατιστικού μοντέλου (Akaike, 1974). Ο υπολογισμός του βασίζεται στην έννοια της εντροπίας¹⁸ και αποτελεί μέτρο της πληροφορίας που χάνεται από ένα συγκεκριμένο μοντέλο το οποίο χρησιμοποιείται για την περιγραφή πραγματικών φαινομένων. Στην ουσία αποτελεί έκφραση μεταξύ της διακύμανσης και της μεροληψίας του μοντέλου ή αλλιώς μεταξύ της πολυπλοκότητας και της ακρίβειας του μοντέλου.

Το κριτήριο πληροφοριών του Akaike δεν αποτελεί σε καμία περίπτωση τεστ για τον έλεγχο υποθέσεων του μοντέλου αλλά κυρίως χρησιμοποιείται για την επιλογή του καλύτερου μεταξύ δύο μοντέλων. Η επιλογή του καλύτερου «ανταγωνιστή» γίνεται βάσει του ποιο μοντέλο παρουσιάζει τη χαμηλότερη τιμή για το κριτήριο Akaike. Το κριτήριο Akaike χρησιμοποιείται αποκλειστικά και μόνο ως συγκριτικό μέγεθος για δεν προσφέρει τιμές όριο πέρα από τις οποίες μπορεί κάποιος να απορρίψει ένα μοντέλο (Akaike, 1974). Ο τύπος υπολογισμού του δίνεται από την εξίσωση 3.43.

$$AIC = 2n \log_e(\hat{\sigma}) + n \log_e(2\pi) + n \left\{ \frac{n + \text{tr}(S)}{n - 2 - \text{tr}(S)} \right\} \quad (3.43)$$

¹⁸ Ο όρος εντροπία εισάγεται στη θεωρία της πληροφορίας από τον Claude Shannon το 1948 και ακολουθεί τον ορισμό της εντροπίας της θερμοδυναμικής όπου και πρωτοεμφανίστηκε ως όρος. Αποτελεί το μέτρο του αριθμού των τυχαιών τρόπων με τους οποίους μπορεί να τακτοποιηθεί ένα σύστημα. Χαρακτηριστικά θα μπορούσε να ειπωθεί ότι αποτελεί μέτρο της αταξίας.

όπου $tr(S)$ είναι το ίχνος του πίνακα¹⁹ S (hat matrix) και είναι συνάρτηση του εύρους, n είναι ο αριθμός των παρατηρήσεων και $\hat{\sigma}^2$ είναι η εκτιμώμενη τυπική απόκλιση του σφάλματος. Το κριτήριο του Akaike θεωρείται πιο εύχρηστο στην στατιστική ανάλυση εν συγκρίσει με τη μέθοδο Cross-Validation γιατί βρίσκει εφαρμογή τόσο σε γραμμικά όσο και σε μη γραμμικά μοντέλα. Επιπλέον χρησιμοποιείται ως μέτρο σύγκρισης μεταξύ μοντέλων γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης και μοντέλων απλής γραμμικής παλινδρόμησης λαμβάνοντας υπόψη το ζήτημα των διαφορετικών βαθμών ελευθερίας που υφίσταται στα μοντέλα των δύο αυτών μεθόδων. Πιο απλός τύπος για το κριτήριο Akaike είναι: (Akaike, 1981)

$$AIC = 2k - 2\ln(L) \quad (3.44)$$

Όπου k είναι ο αριθμός των παραμέτρων και L είναι η μεγιστοποίηση της τιμής της συνάρτησης της πιθανοφάνειας (likelihood) για το προς εξέταση μοντέλο. Τέλος θα πρέπει να αναφερθεί ότι ο συγκεκριμένος δείκτης συνυπολογίζει ουσιαστικά τη στατιστική προσαρμογή του μοντέλου καθώς και τον αριθμό των παραμέτρων του εκάστοτε μοντέλου, χωρίς να επιβραβεύει μοντέλα με μεγάλο αριθμό παραμέτρων. Τελικά η μικρότερη τιμή του δείκτη εκφράζει εκείνο το μοντέλο που εμφανίζει την καλύτερη προσαρμογή στα δεδομένα με τις λιγότερο δυνατό παραμέτρους (Everitt, 1998). Το κριτήριο πληροφοριών Akaike τελικά, αποτελεί μέτρο της πληροφοριακής απόστασης μεταξύ του μοντέλου που έχει υπολογιστεί και του άγνωστου «πραγματικού» μοντέλου. Αυτή η απόσταση είναι σχετική και όχι απόλυτη ενώ δύο μοντέλα θεωρούνται ισοδύναμα όταν διαφορά των κριτηρίων Akaike που αποδίδουν δεν είναι μεγαλύτερη από 4. (Charlton και Fotheringham, 2009)

3.6.4 Υπολογισμός δεικτών

Παράγωγο κάθε μορφής παλινδρόμησης είναι το διάνυσμα των προβλεπόμενων τιμών \hat{y} . Από αυτό είναι δυνατόν να παραχθεί το διάνυσμα των υπολοίπων e με τη διακύμανσή τους να δίνεται από τον τύπο 3.45:

$$\sigma^2 = \hat{e}^T \hat{e} / (n - tr(S)) \quad (3.45)$$

όπου n είναι ο αριθμός των παρατηρήσεων και $tr(S)$ είναι το ίχνος του πίνακα S . Είναι ιδιαίτερα χρήσιμο να γνωρίζει κάποιος το κατά πόσο τα υπόλοιπα είναι

¹⁹ Το ίχνος του πίνακα στην απλή παλινδρόμηση εκφράζει τον αριθμό των παραμέτρων του μοντέλου ενώ στη γεωγραφικά σταθμισμένη παλινδρόμηση ο κατάλληλος αριθμός παραμέτρων προκύπτει από τον τύπο $tr(S) = 2tr(S) - tr(S^T S)$

«μεγάλα» ή όχι συγκρινόμενα μεταξύ τους. Το πρόβλημα με τα υπόλοιπα είναι ότι το καθένα έχει διαφορετικό τυπικό σφάλμα έτσι ώστε καθίσταται αδύνατη η σύγκριση μεταξύ τους. Σε αυτήν την περίπτωση γίνεται χρήση των *τυποποιημένων υπολοίπων*: (Herrmann et al, 1992)

$$r_i = \hat{e}_i / (\hat{\sigma} \sqrt{1 - s_{ii}}) \quad (3.46)$$

όπου s_{ii} είναι το στοιχείο i της πρώτης διαγωνίου του πίνακα S .

Για την περίπτωση που εξετάζονται υπόλοιπα των οποίων οι τιμές είναι μεγαλύτερες του -3 ή του +3 θεωρούνται ότι είναι μη συνηθισμένες και θα πρέπει να εξεταστούν εκτενέστερα.

Ένας ακόμα κοινός στατιστικός δείκτης της παλινδρόμησης και της γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης είναι ο *συντελεστής προσδιορισμού*. Στη γεωγραφικά σταθμισμένη παλινδρόμηση δίνεται από τον τύπο 3.47.

$$r_i^2 = \frac{\sum_j w_{ij} (y_j - \bar{y})^2}{\sum_j w_{ij} (y_j - \hat{y})^2} \quad (3.47)$$

ο αριθμητής είναι το σύνολο του αθροίσματος των τετραγώνων και ο παρονομαστής είναι το γεωγραφικά σταθμισμένο άθροισμα των τετραγώνων των υπολοίπων.

Υπάρχουν τέλος δύο ακόμα στατιστικοί δείκτες οι οποίοι μετρούν την επιρροή της κάθε παρατήρησης στον υπολογισμό του μοντέλου. Ο πρώτος δείκτης είναι οι λεγόμενες τιμές επιρροής ή τιμές ισχύς (leverage values). Για κάθε παρατήρηση εάν η τιμή του συγκεκριμένου δείκτη είναι μεγάλη η επιρροή της παρατήρησης στο μοντέλο ενδέχεται να είναι μεγάλη. Και στην περίπτωση αυτού του δείκτη η χαρτογράφηση του είναι δυνατόν να φανερώσει την ύπαρξη χωρικών προτύπων (spatial patterns). Ο δεύτερος δείκτης είναι η απόσταση Cook η οποία επίσης αποτελεί ένδειξη επιρροής μιας παρατήρησης. Δίνεται από τον τύπο 3.48: (Fotheringham et al, 2000)

$$D_i = r_i^2 s_{ii} / p(1 - s_{ii}) \quad (3.48)$$

όπου r_i είναι το τυποποιημένο υπόλοιπο για το σημείο i και το p είναι ο αριθμός των παραμέτρων. Οι παρατηρήσεις με μεγάλη επιρροή στο μοντέλο θα έχουν τιμές μεγαλύτερες της μονάδας.

3.6.5 Έλεγχος συντελεστών παλινδρόμησης

Η χρήση της γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης δικαιολογείται από τον έλεγχο της υπόθεσης (Fotheringham et al, 1998):

$$H_0 : \beta_{ij} = \beta_j$$

$$H_1 : \beta_{ij} \text{ διαφοροποιείται χωρικά}$$

Ελέγχεται δηλαδή η χωρική διαφοροποίηση των τοπικών παραμέτρων και ταυτόχρονα ελέγχεται η υπόθεση της σταθερότητας των παραμέτρων της παραδοσιακής παλινδρόμησης. Βέβαια, ακόμα και αν τελικά η υπό εξέταση παράμετρος δεν διαφοροποιείται χωρικά, η γεωγραφικά σταθμισμένη παλινδρόμηση θα αποδώσει μια μικρή διακύμανση στις εκτιμώμενες τιμές του συντελεστή (Fotheringham et al, 2000). Το ζήτημα είναι το κατά πόσο αυτή η διακύμανση των τιμών της είναι αρκετή ώστε να δικαιολογεί την απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης.

Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται ο έλεγχος Monte Carlo. Η διαδικασία που ακολουθείται έχει ως εξής: έστω $b_k(u_i, v_i)$ η εκτιμώμενη τιμή τοπικής κλίμακας της μεταβλητής $\beta_k(u_i, v_i)$, εφαρμόζεται η γεωγραφικά σταθμισμένη παλινδρόμηση n φορές και έτσι λαμβάνονται n τιμές για τη $b_k(u_i, v_i)$. Σε αυτήν την περίπτωση ένας εκτιμητής της διακύμανσης της παραμέτρου είναι η τυπική απόκλιση (s_k) των n εκτιμήσεων της παραμέτρου που έχουν προκύψει. Οπότε, προκύπτουν n τιμές της διακύμανσης του συντελεστή $b_k(u_i, v_i)$. Τελικά συγκρίνεται η πραγματική τιμή της διακύμανσης με τις n τιμές που υπολογίστηκαν για να προκύψει ένα πειραματικό επίπεδο σημαντικότητας.

Με άλλα λόγια η παρατηρούμενη τιμή του στατιστικού ελέγχου συγκρίνεται με τις $n-1$ τιμές που προκύπτουν (Hope, 1968) με τελικό αποτέλεσμα μια οριακή τιμή στατιστικής σημαντικότητας p . Στο στατιστικό πακέτο GWR υπολογίζονται συνολικά 100 τιμές της διακύμανσης του συντελεστή. (Fotheringham et al, 2000)

3.6.6 Έλεγχος έκτοπων τιμών

Όπως στην περίπτωση της πολλαπλής παλινδρόμησης έτσι και στην περίπτωση της γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης οι έκτοπες τιμές αποτελούν ζήτημα προς εξέταση, καθώς όταν υφίστανται επηρεάζουν το αποτέλεσμα παραποιώντας το. Έτσι είναι δυνατόν να αποδίδουν παραπλανητικούς συντελεστές παλινδρόμησης.

Ιδιαίτερα στην περίπτωση της γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης οι έκτοπες τιμές μπορεί να προκαλέσουν μεγαλύτερη στρέβλωση των αποτελεσμάτων όμως είναι και πιο δύσκολη η διαπίστωσή τους αφού στην περίπτωση των μοντέλων τοπικής κλίμακας μια παρατήρηση θεωρείται έκτοπη ως προς τη «γειτονιά» της και όχι ως προς το σύνολο του δείγματος. Επιπροσθέτως, η ανεύρεση έκτοπων τιμών μέσω της απλής μεθόδου των διαγραμμάτων διασποράς πλέον δεν είναι εφικτή.

Σε αντικατάσταση της οπτικής μεθόδου γίνεται χρήση άλλων στατιστικών τεχνικών με βασικό κριτήριο ελέγχου τον έλεγχο των υπολοίπων. Ομοίως με την περίπτωση της κλασσικής παλινδρόμησης, οι έκτοπες παρατηρήσεις στη ΓΣΠ χαρακτηρίζονται από υψηλές τιμές των υπολοίπων τους. Επειδή όμως στην γεωγραφικά σταθμισμένη παλινδρόμηση οι τιμές των υπολοίπων όπως προκύπτουν από την ανάλυση δεν είναι άμεσα συγκρίσιμες, εξαιτίας του γεγονότος ότι δεν έχουν την ίδια διακύμανση, υποβάλλονται σε κατάλληλη στατιστική μετατροπή. Δημιουργείται έτσι ένας δείκτης που χαρακτηρίζεται ως τα εσωτερικά τυποποιημένα υπόλοιπα (*internally Studentised residual*) του μοντέλου (3.49). Στον τύπο 3.49 το q_{ii} είναι οι τιμές της διαγωνίου του πίνακα $Q = (I - S)(I - S)^T$. (περισσότερα επί του θέματος στον Fotheringham et al, 2000)

$$r_i = \frac{e_i}{\hat{\sigma}\sqrt{q_{ii}}} \quad (3.49)$$

Στην ουσία παρατηρήσεις με τιμή του $|r_i| > 3$ σημαίνουν και μεγαλύτερη πιθανότητα έτσι ώστε η παρατήρηση αυτή να είναι έκτοπη (Chatfield, 1995). Η ενδεδειγμένη διαδικασία που ακολουθείται σε περίπτωση που διαπιστωθούν έκτοπες τιμές στο μοντέλο είναι ο επαναπροσδιορισμός του, με την αφαίρεση αυτών των παρατηρήσεων. Εν τέλει συγκρίνονται τα αποτελέσματα δύο μοντέλων, του αρχικού και του μοντέλου το οποίο δεν περιλαμβάνει τις έκτοπες τιμές και επιλέγεται το καλύτερο.

Σε περιπτώσεις πολυπληθών δειγμάτων χρησιμοποιείται εναλλακτικά η μέθοδος που βασίζεται στην Robust παλινδρόμηση (Huber, 1981; Hampel et al, 1986). Η λογική αυτής της μεθόδου είναι ότι για παρατηρήσεις με τιμές υπολοίπων που αποκλίνουν πολύ από το μέσο όρο υποβαθμίζεται ο ρόλος τους στο μοντέλο αφού εν τέλει σταθμίζονται με μικρότερο βάρος. Όταν μάλιστα ξεπερνούν την ενδεδειγμένη

τιμή όριο τότε σταθμίζονται με βάρος που ισούνται με το μηδέν, ήτοι αφαιρούνται από το μοντέλο.

3.6.7 Ετεροσκεδαστικότητα στην ΓΣΠ

Μία από τις υποθέσεις της γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης είναι ότι ενώ οι συντελεστές παλινδρόμησης παρουσιάζουν διαφορετικές τιμές στο χώρο, η διακύμανση του σφάλματος έχει σταθερή τιμή. Υπάρχει μια επέκταση του κλασσικού μοντέλου γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης με βάση την οποία η διακύμανση του σφάλματος επίσης λαμβάνει διαφορετικές τιμές στο χώρο. Η διαφορά σε αυτή την περίπτωση είναι στην κατανομή του ε_i που από $N(0, \sigma^2)$ γίνεται $N(0, \sigma^2(u_i, v_i))$.

Όπως και στην κλασσική παλινδρόμηση αυτό είναι το πρόβλημα της ετεροσκεδαστικότητας με τη διακύμανση του σφάλματος να μην έχει σταθερή τιμή. Προτεινόμενες λύσεις για την αντιμετώπιση της ετεροσκεδαστικότητας στη ΓΣΠ είναι η μετατροπή των τιμών της εξαρτημένης μεταβλητής (Bartlett 1936) ή η χρήση ειδικών βαρών.

Οι Fotheringham, Brunsdon και Charlton (2000) περιγράφουν αναλυτικά και τον τρόπο με τον οποίο επαληθεύεται η υπόνοια της ετεροσκεδαστικότητας και αναφέρουν δύο εναλλακτικές για τον προσδιορισμό της. Έτσι προτείνουν τη χαρτογραφική απεικόνιση της διακύμανσης του σφάλματος σ^2 , σε κάθε σημείο i και τη στάθμιση των παρατηρήσεων με βάρος ίσο με $1/\hat{\sigma}^2(u_i, v_i)$ ταυτοχρόνως με τη στάθμιση που προκύπτει από την εφαρμογή των γεωγραφικών βαρών του πυρήνα. Στην ουσία το αρχικό μοντέλο τροποποιείται με στάθμιση επί του αρχικού, βάσει ειδικών βαρών που προσδιορίζονται επί των υπολοίπων.

Μέχρι στιγμής οι μέθοδοι που εξετάστηκαν στο συγκεκριμένο κεφάλαιο αποτελούν τεχνικές διερεύνησης καθώς κυρίως εξετάζουν το ζήτημα της ετεροσκεδαστικότητας στη γεωγραφικά σταθμισμένη παλινδρόμηση διερευνητικά και όχι ουσιαστικά. Αυτό γίνεται με τον οπτικό έλεγχο της χαρτογράφησης των συντελεστών παλινδρόμησης πριν και μετά τη στάθμιση. Αν το μοτίβο που αποδίδει ένας συντελεστής μετά την εφαρμογή των βαρών είναι πολύ διαφορετικό από εκείνο του αρχικού μοντέλου, τότε αυτό είναι δείγμα ότι απαιτείται περαιτέρω διερεύνηση των αποτελεσμάτων που απέδωσε το αρχικό μοντέλο.

3.6.8 Ζητήματα προς εξέταση

Η απλή διερεύνηση των δεδομένων και η οπτικοποίηση των μοτίβων που αυτά υποκρύπτουν δεν αρκεί πάντα για να αποκαλυφθούν οι πραγματικές δυναμικές ενός μοντέλου. Ο μεγαλύτερος κίνδυνος σε αυτές τις περιπτώσεις είναι όταν μια τυχαία κατά τα άλλα διακύμανση αποδώσει ένα χωρικό μοτίβο το οποίο θα θεωρηθεί και υποκινούμενο άλλων φαινομένων. Σε αυτήν την περίπτωση η γεωγραφικά σταθμισμένη παλινδρόμηση είναι περιττή καθώς θα αποδώσει μοτίβα που δεν θα οφείλονται σε κάποια φυσική διεργασία. Απλώς αυτά θα είναι τυχαία. Υπάρχουν τρεις διαδικασίες μέσα από τις οποίες διαφαίνεται ότι το αποτέλεσμα της ΓΣΠ δεν είναι απόρροια του παράγοντα τύχη. Οι Fotheringham et al (2002) συμπυκνώνουν το νόημα αυτών των τριών τεχνικών σε τρεις απλές ερωτήσεις τις οποίες ο κάθε αναλυτής που εφαρμόζει τη μέθοδο της γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης οφείλει να απαντήσει.

1. Επαληθεύεται το γεγονός από τα δεδομένα;
2. Ποιο είναι το διάστημα μέσα το οποίο εμπίπτει κάθε συντελεστής;
3. Ποιο είναι συγκριτικά το καλύτερο μαθηματικό μοντέλο;

Το πρώτο ζήτημα που τίθεται αφορά αυτό που στην κλασσική παλινδρόμηση ονομάζεται έλεγχος υποθέσεων ή έλεγχος σημαντικότητας. Στην προκειμένη περίπτωση η μηδενική υπόθεση H_0 εξετάζει το κατά πόσο το παρατηρηθέν μοτίβο υφίσταται στην πραγματικότητα. Ο έλεγχος της μηδενικής υπόθεσης γίνεται με τις τιμές p οι οποίες εκφράζουν την πιθανότητα που υπάρχει στο να προκύπτει το παρατηρηθέν μοτίβο. Με άλλα λόγια, δεν εξετάζεται η πιθανότητα για το αν η μηδενική υπόθεση ισχύει αλλά εξετάζεται η πιθανότητα να απορριφθεί η μηδενική υπόθεση ενώ είναι αληθινή. Στη βιβλιογραφία υπάρχουν διάφορες αμφισβητήσεις αυτής της μεθόδου (Chatfield 1995; Nester 1996)

Το δεύτερο ερώτημα αφορά στα διαστήματα εμπιστοσύνης. Στην κλασσική παλινδρόμηση υπολογίζονται διαστήματα εμπιστοσύνης για τους συντελεστές παλινδρόμησης. Έτσι, η πραγματική τιμή ενός από τους συντελεστές παλινδρόμησης θα εμπεριέχεται στο διάστημα εμπιστοσύνης που έχει οριστεί για το 95% των περιπτώσεων. Στην γεωγραφικά σταθμισμένη παλινδρόμηση υπολογίζονται συντελεστές παλινδρόμησης για ένα σύνολο γεωγραφικών θέσεων. Η διαδικασία λοιπόν περιλαμβάνει τον υπολογισμό του τυπικού σφάλματος για κάθε μεταβλητή και για κάθε παρατήρηση. Από τις τιμές των τυπικών σφαλμάτων που προκύπτουν

υπολογίζονται τα διαστήματα εμπιστοσύνης για κάθε παράμετρο. Αν η «απόσταση» μεταξύ των δύο άκρων του διαστήματος εμπιστοσύνης είναι σημαντική τότε δικαιολογείται η χρήση ενός μοντέλου τοπικής κλίμακας έναντι των κλασσικών μοντέλων παλινδρόμησης γενικής κλίμακας.

Τέλος το ζήτημα που θέτει η τελευταία ερώτηση αφορά την ύπαρξη ενός μέτρου σύγκρισης με τη μορφή δείκτη, μεταξύ δύο οποιονδήποτε στατιστικών μοντέλων. Κοινά αποδεκτός δείκτης είναι το Κριτήριο πληροφοριών Akaike. Ο συγκεκριμένος δείκτης βασίζεται στην ιδέα ότι για την περιγραφή κάθε φαινομένου υπάρχει ένα πραγματικό - ιδανικό μοντέλο. Μέσω του κριτηρίου Akaike λοιπόν υπολογίζεται το κατά πόσο το εκάστοτε μοντέλο πλησιάζει αυτό το μοντέλο – πρότυπο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στα κεφάλαια που προηγήθηκαν συγκροτήθηκε όλο εκείνο το θεωρητικό πλαίσιο γύρω από την ανάλυση των ηδονικών μοντέλων όμως κυρίως αναλύθηκαν οι βασικές συνιστώσες του αρχικού ζητήματος: της επίδρασης των εκκλησιών στη διαμόρφωση των αξιών γης στην πόλη του Βόλου. Η σύντομη περιγραφή της κοινωνικής δομής αλλά και της ιστορίας της πόλης, αντανακλά την φυσιογνωμία μιας σύγχρονης ελληνικής πόλης αντικατροπίζοντας και όλα εκείνα τα στοιχεία που τη χαρακτηρίζουν. Μία πόλη που κινείται έντονα τα τελευταία χρόνια στους ρυθμούς της αστικοποίησης, με πολίτες που απασχολούνται κατά κύριο λόγο στον τριτογενή τομέα και κυρίως με μια κοινωνία που συγκροτείται και καθοδηγείται υπό την αιγίδα της οικογένειας. Το τρίπτυχο *Πατρίδα, Θρησκεία, Οικογένεια* μπορεί στις μέρες μας να μην είναι ιδεολογικό κίνημα, φαίνεται όμως ότι χαρακτηρίζει τη λογική με βάση την οποία ζει και κινείται, κοινωνικά και επαγγελματικά, ο σύγχρονος Έλληνας. Πόσο άρρηκτα συνδεδεμένες μπορεί να είναι αυτές οι έννοιες;

Στο ερώτημα αυτό απάντηση μπορεί να δώσει η χρήση των ηδονικών μοντέλων και πιο συγκεκριμένα η χρήση της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης. Η παράμετρος εκκλησία εισάγεται σε ένα αρχικό μοντέλο μαζί με άλλους παραμέτρους για να καθοριστεί η συσχέτισή τους με τις αξίες των οικοδομικών τετραγώνων. Σε περίπτωση αμφισβήτησης των αποτελεσμάτων του αρχικού μοντέλου την ανάλυση γενικής κλίμακας ακολουθεί η ανάλυση τοπικής κλίμακας. Η συμπερασματολογία που θα ακολουθήσει στο επόμενο και τελευταίο κεφάλαιο προκύπτει συνδυαστικά από τα αποτελέσματα των δύο αυτών μεθόδων

Πιο συγκεκριμένα, για την δημιουργία και αξιολόγηση του μοντέλου παλινδρόμησης ακολουθείται η εξής διαδικασία:

- Προσδιορισμό των ανεξάρτητων μεταβλητών
- Προσδιορισμό των υποθέσεων του μοντέλου

- Προκαταρκτικός έλεγχος των μεταβλητών
- Έλεγχο ότι οι υποθέσεις του γραμμικού μοντέλου

ικανοποιούνται.

Σε περίπτωση που κάποια ή κάποιες από τις υποθέσεις του αρχικού μοντέλου δεν ικανοποιούνται τότε το μοντέλο επαναπροσδιορίζεται. Σε περίπτωση που μόνο η υπόθεση της χωρικής αυτοσυσχέτισης δεν ικανοποιείται τότε στο αρχικό μοντέλο εφαρμόζεται η μέθοδος της γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης ως διαγνωστικό εργαλείο των αρχικών αποτελεσμάτων.

4.1 Το δείγμα

Μελέτη περίπτωσης στα πλαίσια της παρούσης διδακτορικής διατριβής είναι ο Δήμος Βόλου. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η συγκεκριμένη έρευνα είναι καινοτόμος για τα ελληνικά δεδομένα και δεν υφίσταται αντίστοιχη ανάλυση για οποιαδήποτε άλλη πόλη στην Ελλάδα, η επιλογή του συγκεκριμένου Δήμου ως μελέτη περίπτωσης έγινε καθαρά βάσει υποκειμενικών κριτηρίων και προσωπικής επιλογής της ερευνήτριας. Η περιοχή μελέτης εκτείνεται σε περίπου 7140 στρ. ενώ το επίπεδο ανάλυσης είναι το οικοδομικό τετράγωνο. Σε αντίστοιχες έρευνες του εξωτερικού βέβαια είναι αδιανόητο η ανάλυση να περιορίζεται σε επίπεδο οικοδομικού τετραγώνου ενώ στην πραγματικότητα τα ηδονικά μοντέλα συγκροτούνται σε επίπεδο ακινήτου. Στη συγκεκριμένη περίπτωση όμως και λαμβάνοντας υπόψη τις δυσκολίες που υπάρχουν στην λήψη δεδομένων στα χαμηλότερα επίπεδα ανάλυσης, προσκρούοντας στο νόμο περί διασφάλισης προσωπικών δεδομένων, η έρευνα περιορίστηκε στο χαμηλότερο δυνατό επίπεδο ανάλυσης, δηλαδή το οικοδομικό τετράγωνο, κάνοντας εκ των πραγμάτων και εκ των προτέρων ορισμένες υποθέσεις.

Έτσι η πόλη αντιμετωπίζεται στο συγκεκριμένο μοντέλο ως επίπεδη και αποτελούμενη από οικόπεδα τα οποία συμπίπτουν με τα οικοδομικά της τετράγωνα. Έτσι, κατά κάποιον τρόπο ελέγχεται η επιρροή των ελεγχόμενων παραμέτρων ανά οικοδομικό τετράγωνο χωρίς να λαμβάνεται υπόψη το γεγονός ότι αυτή η επίδραση στην πραγματικότητα διαφοροποιείται και εντός του ίδιου οικοδομικού τετραγώνου, για διαφορετικά δηλαδή ακίνητα.

Το τελικό δείγμα αποτελείται από 2781 οικοδομικά τετράγωνα τα οποία αποτελούν και το σύνολο των οικοδομικών τετραγώνων του Δήμου Βόλου. Στο μοντέλο δηλαδή δεν συμπεριλαμβάνονται παρατηρήσεις από το Δήμο Νέας Ιωνίας

και επομένως αποκλείονται και όλες οι πληροφορίες που αφορούν στο συγκεκριμένο Δήμο. Αποτελεί δε, μία από τις αρχικές υποθέσεις της εφαρμογής το γεγονός ότι δεν εξετάζεται η αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο όμορων δήμων. Θεωρείται επομένως εξ' αρχής, ίσως και αυθαιρέτως, ότι πρόκειται για δύο κλειστά συστήματα, τελείως ανεξάρτητα το ένα από το άλλο.

Στον υπολογισμό των ανεξάρτητων μεταβλητών που ακολουθεί έχουν αφαιρεθεί όλες εκείνες οι πληροφορίες – στοιχεία με χωρική υπόσταση το δήμο Νέας Ιωνίας. Επίσης, από το μοντέλο αποκλείστηκε η περιοχή του Αγίου Στεφάνου καθώς αν και διοικητικά αποτελεί τμήμα του οικιστικού δικτύου της περιοχής ουσιαστικά αποτελεί απλά ένα μακρινό προάστιο προαστίου στο οποίο κυρίως χωροθετούνται παραθεριστικές κατοικίες.

4.2 Επιλογή μεταβλητών

Η δημιουργία του συγκεκριμένου μοντέλου στοχεύει στην ανάλυση της συναρτησιακής σχέσης των τιμών των οικοδομικών τετραγώνων σε σχέση με ένα σύνολο άλλων ανεξάρτητων μεταβλητών. Ειδικότερα το ενδιαφέρον εστιάζεται στον τρόπο με τον οποίο επιδρά η χωροθέτηση μιας εκκλησίας στα γειτνιάζοντα οικοδομικά τετράγωνα. Ο έλεγχος γίνεται με δύο τρόπους: από τη μια εξετάζεται το κατά πόσο η απόσταση από εκκλησία επηρεάζει ή όχι τις αξίες οικοπέδων και από την άλλη ελέγχεται το κατά πόσο το μέγεθος μιας εκκλησίας επιδρά εξίσου στις τιμές των γειτνιαζόντων σε αυτή οικοδομικών τετραγώνων. Το ερώτημα που τίθεται επιπλέον είναι αν τελικά οι επιδράσεις της προσβασιμότητας και του μεγέθους μιας εκκλησίας αποδίδουν αποτελέσματα αμφίσημα ή ομόσημα.

Η αξία μιας κατοικίας διαμορφώνεται από ένα σύνολο παραμέτρων που άμεσα ή έμμεσα επηρεάζουν τον τρόπο με τον οποίο κάποιος επιλέγει ένα συγκεκριμένο οίκημα για να το αγοράσει και να αποτελέσει τη μόνιμη κατοικία του. Αυτοί οι παράγοντες σχετίζονται καταρχήν με τα δομικά χαρακτηριστικά του κτιρίου, όπως είναι για παράδειγμα, ο χρόνος κατασκευής του, τα ιδιαίτερα μορφολογικά του χαρακτηριστικά, αριθμός δωματίων, τζάκι, πάρκινγκ, πισίνα κλπ. Σημαντική επίδραση στην τελική του επιλογή έχει και η γεωγραφική θέση του υπό εξέταση οικήματος. Που βρίσκεται και ποια είναι τα χαρακτηριστικά των γειτνιάζοντων χρήσεων; Πόσο εύκολη ή δύσκολη είναι η πρόσβαση σε βασικές υπηρεσίες καθιστώντας ευκολότερη τη ζωή των ενοίκων του; Επομένως κατ'αρχήν οι μεταβλητές που θα έπρεπε να συμπεριληφθούν στο μοντέλο ως ανεξάρτητες

μεταβλητές είναι οι μεταβλητές που περιγράφουν τα δομικά χαρακτηριστικά της κατοικίας. Εφόσον όμως έχει επιλεγεί για την πραγμάτωση της έρευνας διαφορετικό επίπεδο ανάλυσης, είναι αυτονόητο ότι το σύνολο των μεταβλητών αυτής της κατηγορίας δεν θα συμπεριληφθούν στο μοντέλο.

Αντίθετα, και με βάση τον πίνακα 4.1 προτιμώνται μεταβλητές που εκφράζουν προσβασιμότητα (accessibility) σε υπηρεσίες και στοιχεία που χαρακτηρίζουν τη γειτονιά της κάθε παρατήρησης (Freeman 1993; Lake et al. 2000; Kong et al 2007). Η τελική επιλογή της κατοικίας σύμφωνα με τον O'Sullivan (2002) γίνεται με γνώμονα τον καλύτερο συνδυασμό αυτών των χαρακτηριστικών που αποδίδει και τη χαμηλότερη τιμή. Όπως προαναφέρθηκε στα ηδονικά μοντέλα η συσχέτιση εξαρτημένης και ανεξάρτητων μεταβλητών αποδίδεται από μια συναρτησιακή σχέση του τύπου:

$$Pr = f(X_1, X_2, \dots, X_n)$$

Όπου Pr η τιμή του οικοδομικού τετραγώνου και (X_1, X_2, \dots, X_n) το σύνολο των χαρακτηριστικών που προσδιορίζουν αυτή την τιμή.

Κατηγορία	Μεταβλητή
Προσβασιμότητα στην εκπαίδευση	«Δημοτικά»
	«Φροντιστήρια»
	«Νηπιαγωγεία»
Προσβασιμότητα στις αστικές συγκοινωνίες	«Στάσεις»
Φυσικό περιβάλλον γειτονιάς	«Πάρκα»
	«Θέα»
Προσβασιμότητα σε υπηρεσίες υγείας	«Φαρμακεία»
Προσβασιμότητα σε υπηρεσίες εξυπηρέτησης πολιτών	«Τράπεζες»
Γενικά χαρακτηριστικά γειτονιάς	«Κάτοικοι»
	«Εκκλησίες»
	«Ε_Εκκλησιών»

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1: Κατηγοριοποίηση ανεξάρτητων μεταβλητών

Αρχικά ως εξαρτημένη μεταβλητή ορίζεται η αξία οικοπέδου, η αξία που είναι δηλαδή κάποιος διατεθειμένος να πληρώσει για να αποκτήσει ένα οικόπεδο (όπου οικόπεδο εδώ ταυτίζεται χωρικά με το οικοδομικό τετράγωνο). Οι ανεξάρτητες μεταβλητές που συμπεριλαμβάνονται στο μοντέλο ανήκουν στην ευρύτερη κατηγορία της προσβασιμότητας. Πιο συγκεκριμένα υπάρχουν μεταβλητές που εκφράζουν α)

προσβασιμότητα στην εκπαίδευση, β) προσβασιμότητα σε αστικές συγκοινωνίες, γ) μεταβλητές που εκφράζουν το φυσικό περιβάλλον της γειτονιάς της κάθε παρατήρησης, δ) προσβασιμότητα σε υπηρεσίες υγείας, στ) προσβασιμότητα σε υπηρεσίες εξυπηρέτησης πολιτών και ε) γενικά χαρακτηριστικά της γειτονιάς.

Στη γενική θεωρία των ηδονικών μοντέλων δεν αναφέρεται ο τύπος της εξίσωσης που περιγράφει καλύτερα της σχέση μεταξύ εξαρτημένης και ανεξάρτητων μεταβλητών. Όπως όμως χαρακτηριστικά αναφέρει ο Rosen (1974) το αναμενόμενο είναι η σχέση αυτή να μην είναι γραμμική. Παρόλα αυτά και για τη δημιουργία μοντέλων απλών που περιγράφουν με τον καλύτερο τρόπο όλη αυτή την πολυπλοκότητα όλο και συχνότερα γίνεται χρήση γραμμικών μοντέλων (Acharya and Bennett, 2001; Des Rosiers et al., 2002; Hunt et al., 2005) και όπου απαιτείται γίνεται και η κατάλληλη τροποποίηση των μεταβλητών.

Οι πλειοψηφία σχεδόν των μεταβλητών του μοντέλου βασίζεται στον υπολογισμό αποστάσεων. Στόχος είναι η δημιουργία όχι μόνο ενός απλού μοντέλου αλλά και ενός ρεαλιστικού υποδείγματος. Για αυτό το λόγο ο υπολογισμός της απόστασης μεταξύ δύο σημείων του υπό εξέταση γεωγραφικού χώρου γίνονται με μετρήσεις που βασίζονται στην απόσταση Manhattan. Ο συγκεκριμένος τρόπος μέτρησης αποστάσεων είναι ο καταλληλότερος ιδιαίτερα για τη μελέτη περίπτωσης του υποδείγματος. Ο πολεοδομικός ιστός της πόλης ακολουθεί το ιπποδάμειο σύστημα και για το λόγο αυτό οι υπολογισμοί κατά Manhattan έχουν παραπλήσια αποτελέσματα με τις αποστάσεις δικτύου, εφόσον σε αυτό δεν συμπεριληφθούν οι περιορισμοί των κατευθύνσεων. Η απάντηση στο ερώτημα «πόσο απέχει κάθε οικοδομικό τετράγωνο από κάποιο σημείο» σημαίνει στην ουσία «πόσο χρειάζεται να περπατήσει κάποιος για να διανύσει την x απόσταση;». Γεγονός είναι ότι στο δίκτυο που χρησιμοποιήθηκε δεν συμπεριλήφθησαν κατευθύνσεις καθώς θεωρείται ότι οι μετακινήσεις γίνονται κυρίως με τα πόδια και όχι οδικώς. Οι αποστάσεις που προκύπτουν με αυτόν τον τρόπο, και λαμβάνοντας υπόψη τη μορφή του πολεοδομικού ιστού της πόλης, θεωρητικά αλλά και πρακτικά αποδίδουν ένα ικανοποιητικά ρεαλιστικό μοντέλο.

4.2.1 Αξία οικοπέδου

Εξαρτημένη μεταβλητή στο μοντέλο παλινδρόμησης είναι η μεταβλητή «*τιμή*» και αναφέρεται στην τιμή ανά τμ για κάθε οικοδομικό τετράγωνο. Μονάδα μέτρησης είναι το ευρώ/τμ. Στην ξένη βιβλιογραφία δεν απαντάται πουθενά το οικοδομικό

τετράγωνο ως μονάδα αναφοράς των ηδονικών μοντέλων και αυτό αποτελεί την καινοτόμο διαφορά στη συγκεκριμένη έρευνα. Σε αυτόν το τομέα οι διαδικασίες συλλογής στοιχείων στην Ελλάδα διακρίνονται από γραφειοκρατικές δυσχέρειες και νομικές δυσκολίες. Εν αντιθέσει με άλλες χώρες του δυτικού πολιτισμού όπου η συλλογή δεδομένων είναι μια διαδικασία σχετικά εύκολη, στην ελληνική πραγματικότητα το μεγαλύτερο ίσως εμπόδιο στην έρευνα αποτελεί η διαπίστωση ότι το πρωταρχικό βήμα στην ανάλυση μπορεί να είναι ιδιαίτερα δαπανηρό ή στην χειρότερη περίπτωση μπορεί να εμπίπτει στη νομοθεσία περί προσωπικών δεδομένων. Ιδιαίτερα σε περιπτώσεις που το επίπεδο αναφοράς αφορά μικρότερες κλίμακες, η προηγούμενη πρόταση αποτελεί τον κανόνα.

Το γεγονός αυτό βέβαια δεν μπορεί να θεωρηθεί πλεονέκτημα της ανάλυσης. Ο υπολογισμός της μεταβλητής όμως γίνεται κατά τέτοιο τρόπο έτσι ώστε αυτό το *défaut* να μην λειτουργεί απαξιωτικά για την έρευνα. Τα διαθέσιμα στοιχεία ανά οικοδομικό τετράγωνο αφορούν τις αντικειμενικές αξίες όπως ορίζονται από το Υπουργείο Οικονομικών. Θεωρώντας ότι η χρήση απλά και μόνο των αντικειμενικών αξιών δεν θα μπορούσαν να αποδώσουν ούτε στο ελάχιστο τις δυναμικές της αγοράς στην πόλη, δημιουργήθηκε μια καινούρια μεταβλητή που αναφέρεται ως η αξία οικοπέδου ανά τετραγωνικό μέτρο. Στόχος είναι να προκύψουν τιμές οι οποίες έστω και αναλογικά θα προσεγγίζουν τη λογική που διακατέχει την αγορά κατοικίας της πόλης του Βόλου με γνώμονα τα διαθέσιμα στοιχεία.

Για τους υπολογισμούς που ακολουθούν έγινε χρήση του προγράμματος “*oikopedo.3.22.xls*” της Γενικής Γραμματείας Πληροφοριακών Συστημάτων του Υπουργείου Οικονομίας και Οικονομικών το οποίο υπολογίζει την αξία οικοπέδου εντός σχεδίου πόλης ή οικισμού (και γενικά σε περιοχές για τις οποίες ισχύει το αντικειμενικό σύστημα). Με άλλα λόγια προσδιορίζεται η τιμή εκκίνησης κάθε οικοδομικού τετραγώνου, θεωρώντας ότι κάθε οικοδομικό τετράγωνο απαρτίζεται από ένα οικόπεδο μόνο και συνυπολογίζοντας μια σειρά από παραμέτρους²⁰. Πιο αναλυτικά αυτές είναι:

- ο Συντελεστής Αξιοποίησης Οικοπέδου (Σ.Α.Ο). Στην προκειμένη περίπτωση ταυτίζεται με τον Συντελεστή Δόμησης (ΣΔ). Για την απλούστευση του μοντέλου δεν ελήφθησαν υπόψη πολεοδομικές ή άλλες ρυθμίσεις που να ορίζουν άλλο ΣΑΟ από το ΣΔ. Χαρακτηριστικά αναφέρουμε ότι «...σε περίπτωση που ένα οικόπεδο δεσμεύεται

²⁰ Για όλες τις παραμέτρους τα στοιχεία ελήφθησαν από τους «*πίνακες τιμών αντικειμενικών αξιών*» Αριθμός Πρωτοκόλλου Υπουργικής Απόφασης 1122435/3634/ΟΟΤΥ/Δ, ΠΟΛ-1158/30-12-2005

από πολεοδομικές ή άλλες διατάξεις ή έχει γίνει στο μεταξύ τροποποίηση των όρων δόμησης της περιοχής, ώστε ο ΣΔ που μπορεί ή έχει ήδη πραγματοποιηθεί εξαιτίας των παραπάνω λόγων να είναι διαφορετικός του ΣΑΟ που αναγράφεται στους πίνακες τιμών (μικρότερος ή μεγαλύτερος), για τον υπολογισμό της αξίας οικοπέδου, ως ΣΑΟ λαμβάνεται αυτός που μπορεί ή έχει ήδη πραγματοποιηθεί και όχι εκείνος των πινάκων τιμών. Η ρύθμιση αυτή δεν εφαρμόζεται όταν υπάρχει δυνατότητα μεταφοράς του Συντελεστή Δόμησης σε άλλο ακίνητο καθώς και σε περιοχές όπου ο ΣΔ είναι διαφορετικός για κάθε χρήση οικοπέδου οπότε ως ΣΑΟ λήφθηκε ο μέσος όρος των ΣΔ όλων των χρήσεων...»

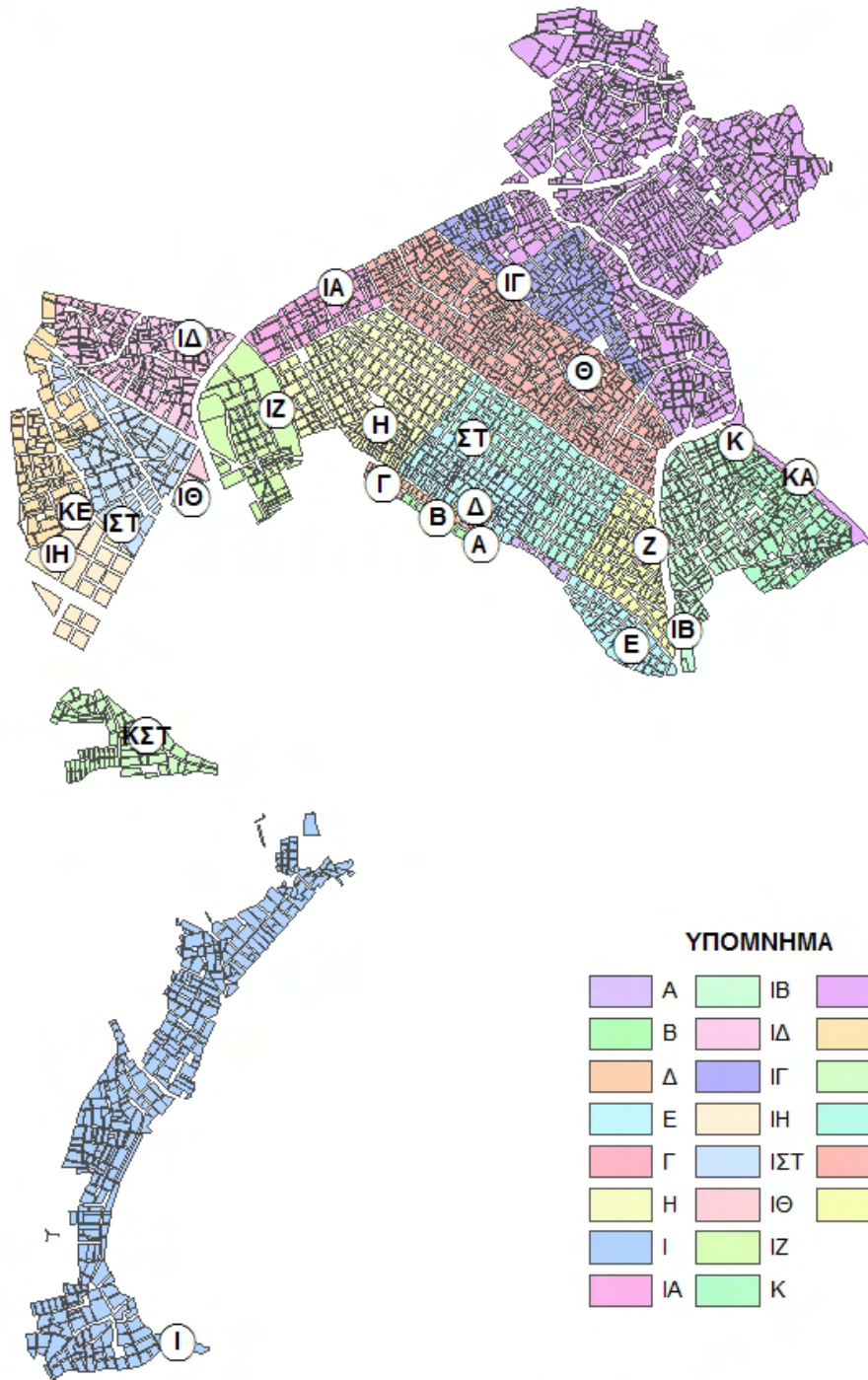
- Στην περιοχή ενδιαφέροντός μελέτης υπάρχουν συνολικά 22 ζώνες (Χάρτης 1). Για κάθε ζώνη ορίζεται και η αντίστοιχη τιμή ζώνης (χάρτης 2). Οι τιμές όπως δίνονται από τους αντίστοιχους πίνακες κυμαίνονται από 700€/μ² έως 2100€/μ².

- 2) Για τον Συντελεστή Οικοπέδου (Σ.Ο.) ισχύει ότι για ΣΑΟ μέχρι και 1,00 τότε ο Σ.Ο.=1,00 ενώ για ΣΑΟ μεγαλύτερο από 1,00 τότε Σ.Ο.=0,80

4) Ο Συντελεστής Εμπορικότητας (Σ.Ε.) είναι ένας δείκτης για τον οποίο ισχύουν: Αν το οικόπεδο έχει πρόσοψη σε: α) ένα μόνο δρόμο ή σε κοινόχρηστο γενικά χώρο ως Σ.Ε. λαμβάνεται ο Σ.Ε. του δρόμου αυτού. β) Αν ο δρόμος δεν περιλαμβάνεται στα «Αναλυτικά Στοιχεία Δρόμων» των πινάκων τιμών, ως Σ.Ε. του δρόμου λαμβάνεται ο Σ.Ε. της ζώνης που ανήκει το οικόπεδο γ) αν κατά μήκος του δρόμου αναπτύσσεται γραμμική ζώνη, ως Σ.Ε. του δρόμου λαμβάνεται ο Σ.Ε. της γραμμικής ζώνης. γ) αν από το δρόμο διέρχεται το όριο δύο κυκλικών ζωνών και για το δρόμο αυτό δεν αναγράφεται συντελεστής εμπορικότητας στα «Αναλυτικά Στοιχεία Δρόμων» των πινάκων τιμών, ως Σ.Ε. του δρόμου λαμβάνεται ο Σ.Ε. της ζώνης με τη μεγαλύτερη τιμή. Για τις ανάγκες της παρούσης και επειδή η εφαρμογή έχει επίπεδο αναφοράς το οικοδομικό τετράγωνο ως Σ.Ε. επιλέγεται για κάθε περίπτωση ο μεγαλύτερος.

- 5) Ο Συντελεστής Εκμετάλλευσης Ισογείου (Κ) «λαμβάνεται υπόψη μόνο όταν ο Συντελεστής Εμπορικότητας (Σ.Ε.) του οικοπέδου είναι μεγαλύτερος του 1 και δίνεται από τον Πίνακα II των βιβλίων τιμών ανάλογα με τους Σ.Α.Ο. και Σ.Ε.».

ΧΑΡΤΗΣ 1: ΖΩΝΕΣ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΩΝ ΑΞΙΩΝ Δ. ΒΟΛΟΥ

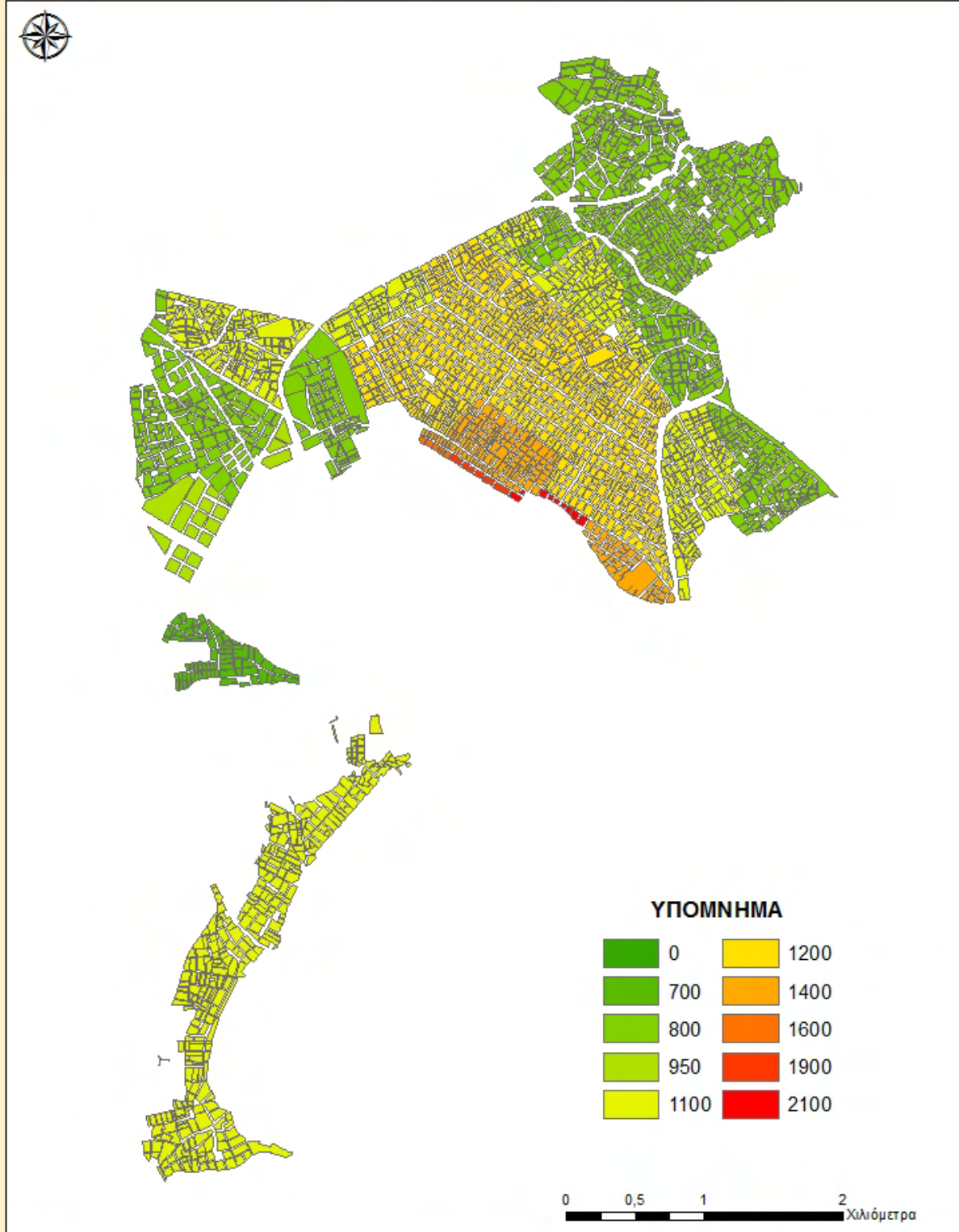


ΥΠΟΜΝΗΜΑ

A	IB	KA
B	IA	KE
Δ	IF	KCT
E	IH	CT
Γ	IST	Θ
H	IO	Z
I	IZ	
IA	K	

0 0,5 1 2 Χιλιόμετρα

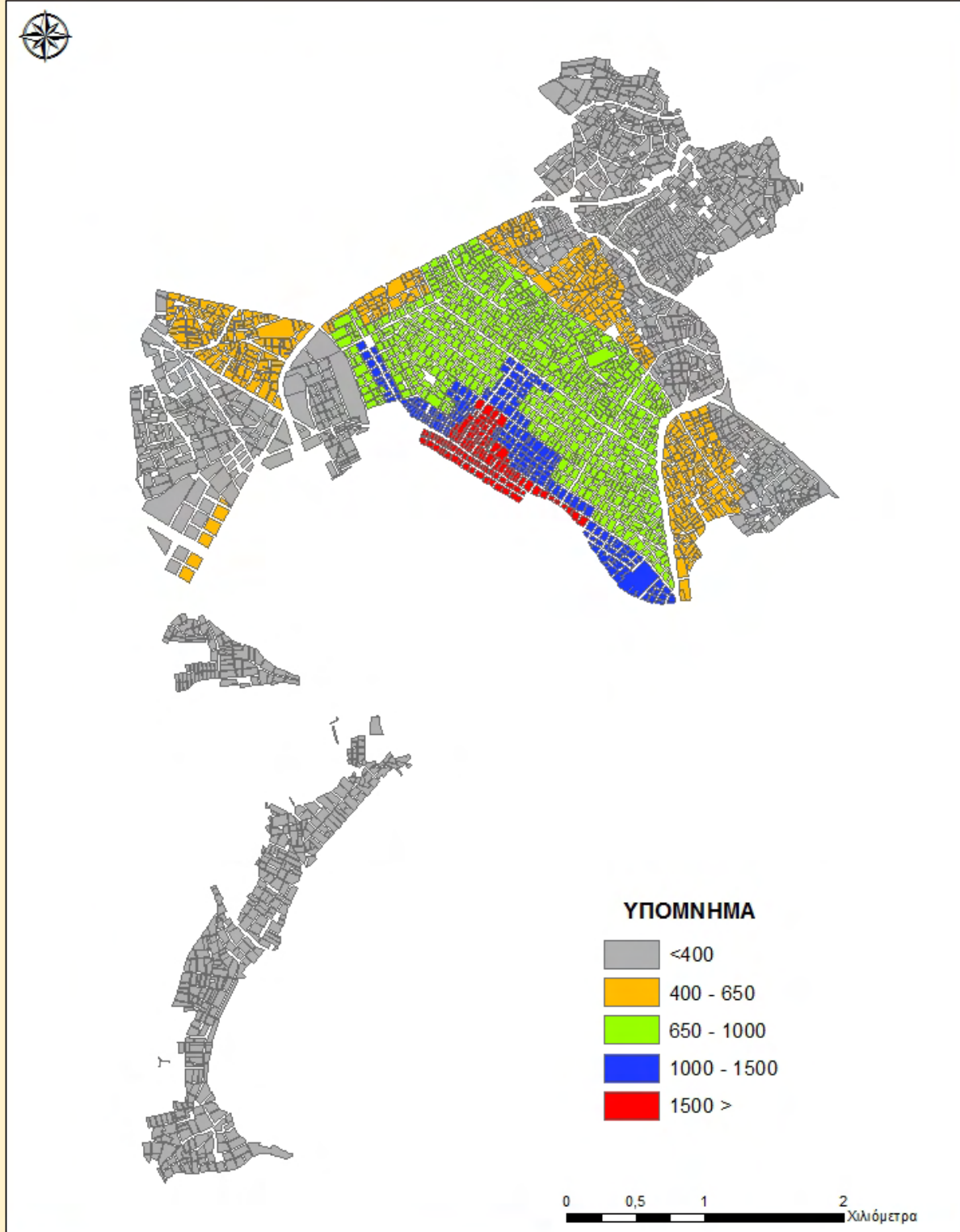
ΧΑΡΤΗΣ 2: ΤΙΜΗ ΖΩΝΗΣ (€/Τμ)



Οι τιμές που προέκυψαν φαίνονται χαρακτηριστικά στο χάρτη 3 με διαμόρφωση των τιμών σε 5 κατηγορίες, με ελάχιστη τιμή στα $141,8\text{€}\mu^2$, μέγιστη στα $3176,538\text{€}\mu^2$ και μέση τιμή στα $538,002\text{ ευρώ}/\mu^2$. Το χωρικό μοτίβο των τιμών είναι το αναμενόμενο για την περιοχή με τις μεγαλύτερες τιμές να επικεντρώνονται γύρω από την κεντρική παραλία της πόλης και γύρω από το εμπορικό της κέντρο και τις χαμηλότερες να επικρατούν περιφερειακά της πόλης, στα προάστια. Περιοχές όπως το ανατολικό τμήμα της Ν. Δημητριάδας, οι Αλυκές, η Νεάπολη, οι περιοχές βόρεια της περιφερειακής οδού και το Καραγάτς εμφανίζουν τις χαμηλότερες αξίες γης. Πολύ κοντά στο μέσο όρο κυμαίνονται περιοχές όπως ο κεντρικός ιστός της πόλης, το δυτικό τμήμα της Νέας Δημητριάδας και η περιοχή των Αγίων Αναργύρων. Μεγάλη απόκλιση από το μέσο όρο παρουσιάζουν τα οικοδομικά τετράγωνα που γειτνιάζουν της ακτογραμμής, μεταξύ των χειμάρρων Αναύρου και Κραυσίδωνα με την μεγαλύτερη απόκλιση να την έχουν τα ΟΤ που βρίσκονται ακριβώς μπροστά από την παραλία του Βόλου καθώς και αυτά που βρίσκονται στην καρδιά του εμπορικού κέντρου της πόλης.

Ο υπολογισμός των μεταβλητών που ακολουθούν βασίζονται κυρίως στον προσδιορισμό της απόστασης από οικοδομικό τετράγωνο. Δύο τρόποι υπάρχουν για τους υπολογισμούς αυτών των αποστάσεων. Έστω λοιπόν ότι πρέπει να προσδιοριστεί η απόσταση ενός ΟΤ (ΑΒΓΔ) από το σημείο j , όπου Α, Β, Γ, Δ, αντίστοιχα οι τέσσερις κορυφές του. Ο ένας τρόπος είναι να οριστεί ως απόσταση του πολυγώνου από το σημείο j η απόσταση μεταξύ του σημείου j και της πλησιέστερης σε αυτό κορυφής και ο άλλος τρόπος είναι να οριστεί ως απόσταση του ΟΤ από το σημείο, η απόσταση του κεντροειδούς του ΟΤ από το σημείο j . Για τις ανάγκες της συγκεκριμένης έρευνας προτιμάται η δεύτερη περίπτωση και αυτό γιατί μπορεί ως ανεξάρτητη μεταβλητή να χρησιμοποιείται το ΟΤ ως καθαρή μονάδα, χωρίς διαχωρισμούς οικοπέδων και χωρίς κατοικίες και διαμερίσματα, αυτό όμως δεν σημαίνει ότι αυτή η λογική είναι σωστό να ακολουθείται και για την μέτρηση των αποστάσεων. Η λογική είναι ότι η απόσταση που θα προκύψει θα πρέπει να είναι αντιπροσωπευτική για όλα τα οικήματα και τα οικόπεδα ενός ΟΤ. Ως πιο αντιπροσωπευτικός τρόπος θεωρείται η μέτρηση των αποστάσεων με γνώμονα τα κεντροειδή των πολυγώνων των οικοδομικών τετραγώνων.

ΧΑΡΤΗΣ 3: ΑΞΙΕΣ ΓΗΣ ΑΝΑ ΟΤ (€/τμ)



4.2.2 Προσβασιμότητα στην εκπαίδευση

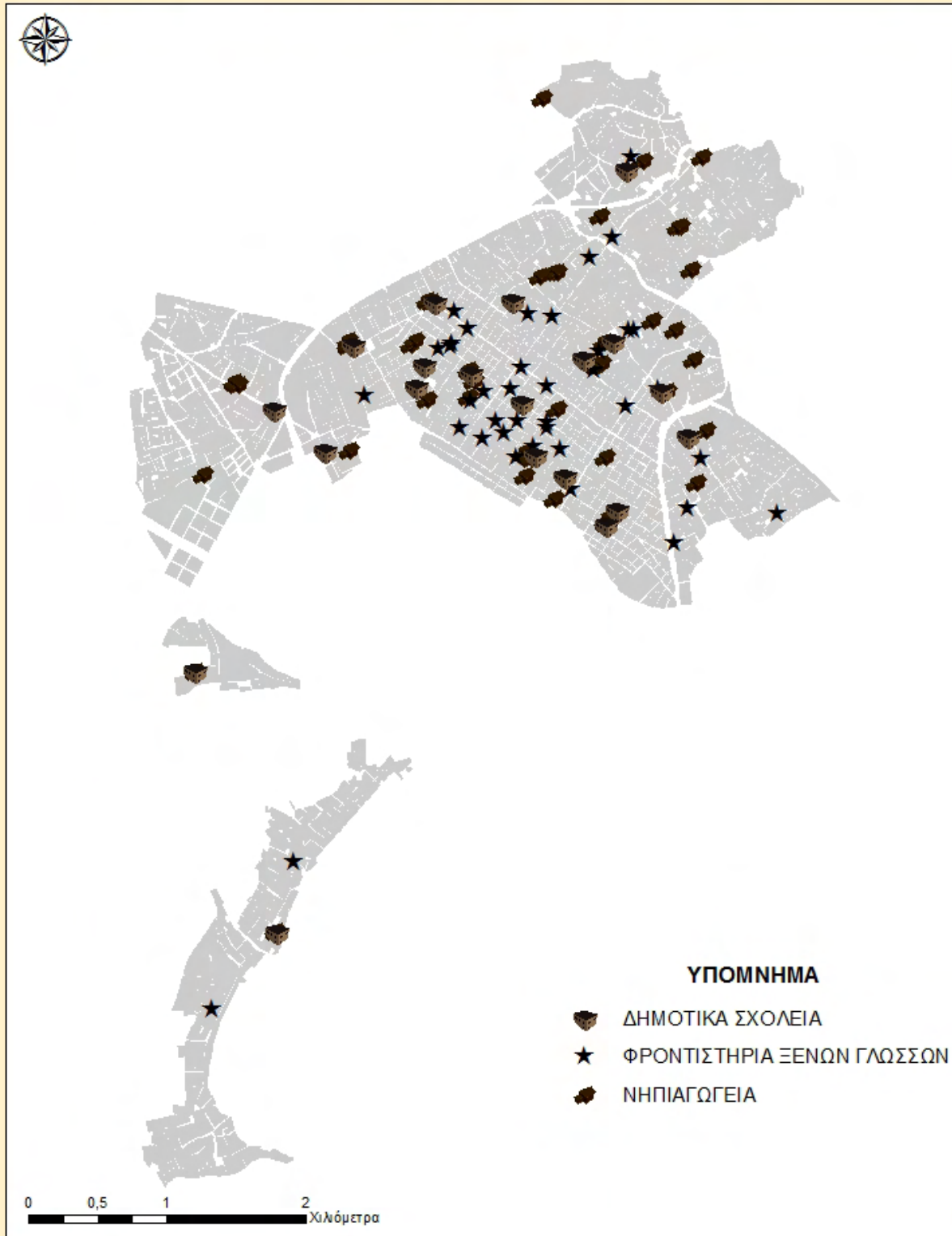
Σύμφωνα με την βιβλιογραφία ο συνυπολογισμός της απόστασης από εκπαιδευτικές μονάδες έχει σαφή επίδραση στην αγορά γης και μάλιστα θετική. Η γειτνίαση δηλαδή σε σχολικές μονάδες αναμένεται να έχει θετική επιρροή στις αξίες των γειτνιάζοντων οικοδομικών τετραγώνων προκαλώντας την αύξησή τους. Επειδή, στόχος της έρευνας δεν είναι η επίδραση της εκπαίδευσης στην αγορά γης, στο μοντέλο δεν συμπεριλαμβάνονται παρά μόνο τρεις κατηγορίες της σχολικής εκπαίδευσης. Οι δύο πρώτες περιλαμβάνουν τις πρώτες βαθμίδες της σχολικής εκπαίδευσης δηλαδή τα νηπιαγωγεία και τα δημοτικά σχολεία και αφορούν στις ηλικίες 6-12 ετών. Η επιλογή αυτών των βαθμίδων έγινε με το σκεπτικό ότι πρόκειται για τις ηλικίες παιδιών που ακόμα συνοδεύονται από τους γονείς τους στη διαδρομή από και προς το σχολείο και ίσως αυτός να είναι ένας βασικός λόγος για τον οποίο κάποιοι μπορεί να προτιμούν να κατοικούν στις συγκεκριμένες σχολικές μονάδες. Η τρίτη κατηγορία περιλαμβάνει τα φροντιστήρια ξένων γλωσσών και εισήχθησαν στην ανάλυση ως αντιπροσωπευτικό δείγμα εξωσχολικής δραστηριότητας, κυρίως για νεαρά άτομα και πιο συγκεκριμένα για τις ηλικίες 10-18 ετών.

Στην περιοχή ενδιαφέροντος υπάρχουν 46 νηπιαγωγεία (χάρτης 4) τα οποία χωροταξικά καλύπτουν σχεδόν όλη την περιοχή μελέτης με εξαίρεση το τμήμα των Αλυκών όπου δεν υπάρχει κανένα νηπιαγωγείο και οι κάτοικοι της περιοχής εξυπηρετούνται από το πλησιέστερο του βασικού πολεοδομικού ιστού. Η αντίστοιχη μεταβλητή, αφορά την απόσταση κάθε οικοδομικού τετραγώνου από το πλησιέστερο σε αυτό νηπιαγωγείο. Οι τιμές της κυμαίνονται από 2,259 μέτρα έως 1970,58 μέτρα και μέση τιμή 341,69 μέτρα. Αν εξαιρέσει κανείς την περιοχή των Αλυκών η εξυπηρέτηση είναι αρκετά ικανοποιητική γεγονός που αποδεικνύεται και με την γραφική απεικόνιση αλλά και με την στατιστική ανάλυση.

Σε ότι αφορά τα δημοτικά σχολεία, ως αναμενόμενο, αριθμητικά είναι λιγότερα απ' ό τι τα νηπιαγωγεία όμως καλύπτουν πλήρως την περιοχή ενδιαφέροντος. Συνολικά υπάρχουν 35 σχολικές μονάδες πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Στην πλειοψηφία τους πρόκειται για δημόσια σχολεία, με εξαίρεση δύο ειδικών σχολείων και ενός ιδιωτικού. Η μεταβλητή «δημοτικά» προέκυψε ως η ελάχιστη απόσταση κάθε οικοδομικού τετραγώνου από το πλησιέστερο δημοτικό σχολείο. Οι τιμές της κυμαίνονται από 7,49μ. έως 1967,63μ. με μέση τιμή τα 453,99μ.

Τέλος η μεταβλητή που εκφράζει τις εξωσχολικές εκπαιδευτικές δραστηριοτήτων των νέων είναι η μεταβλητή «φροντιστήρια» η οποία προκύπτει ως η ελάχιστη απόσταση κάθε ΟΤ από το πλησιέστερο φροντιστήριο ξένων γλωσσών. Στην πραγματικότητα, υπάρχουν 39 φροντιστήρια τα οποία κυρίως βρίσκονται στον κεντρικό πολεοδομικό ιστό της πόλης με μόλις 8 από αυτά να εκτείνονται περιφερειακά. Οι τιμές της μεταβλητής κυμαίνονται από 6,22μ. έως 1910,56μ., με μέση τιμή στα 433,4μ.

**ΧΑΡΤΗΣ 4:
ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΑ, ΔΗΜΟΤΙΚΑ & ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΑ ΞΕΝΩΝ ΓΛΩΣΣΩΝ**

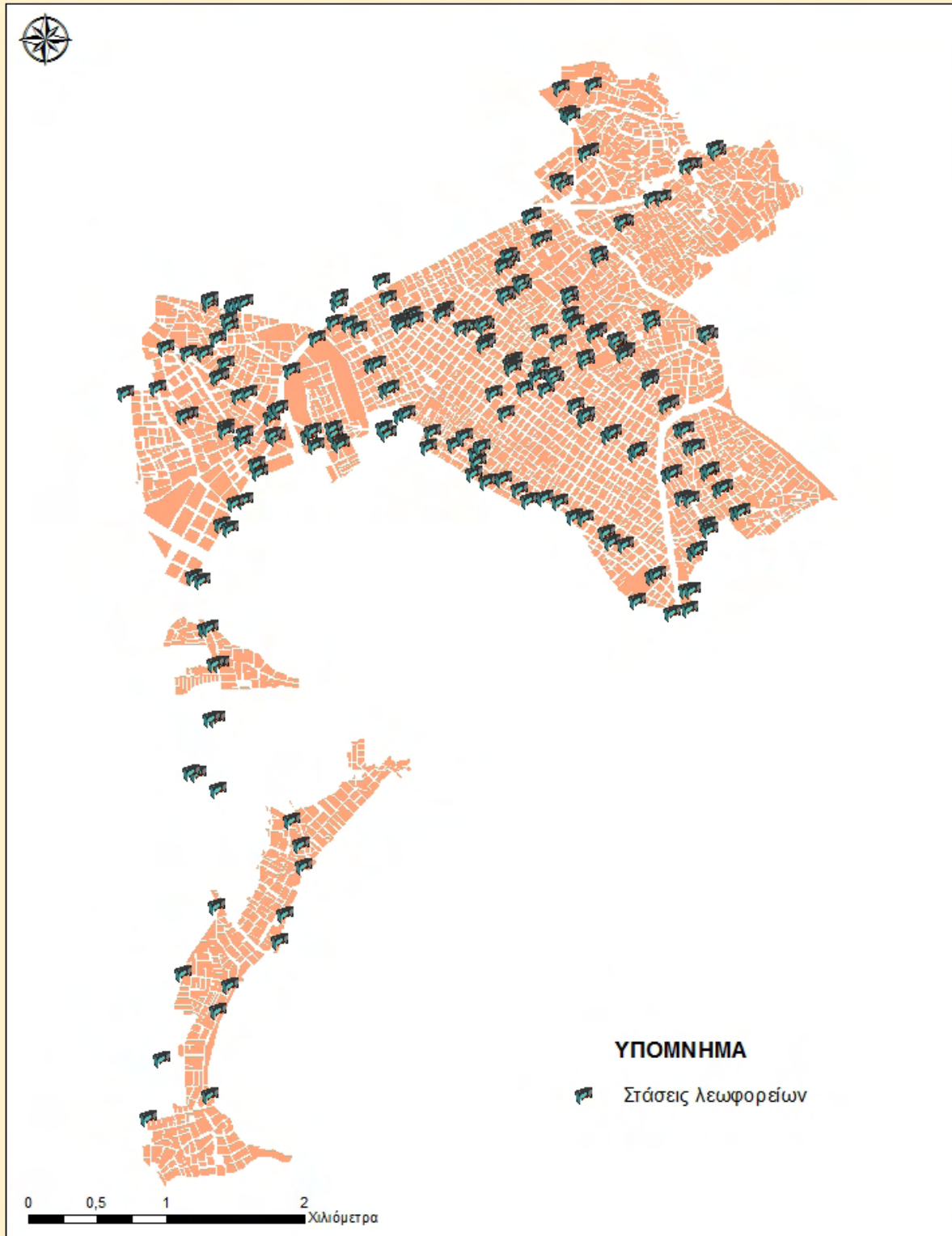


4.2.3 Στάσεις αστικής συγκοινωνίας

Μία από τις βασικότερες παραμέτρους επιρροής των αξιών γης σε μια πόλη είναι ο τρόπος με βάση τον οποίο εκτείνεται το δίκτυο συγκοινωνιών της. Ιδιαίτερα σε μεγάλες πόλεις, στις οποίες τα δημόσια μέσα μεταφοράς είναι ιδιαίτερα δημοφιλή για τις καθημερινές μετακινήσεις των πολιτών, ο τρόπος έκτασης του δικτύου αστικής συγκοινωνίας συμβάλλει τα μάλλα στη διαμόρφωση των τιμών των γειτνιάζοντων τεμαχίων γης. Στην περίπτωση του Βόλου ο μόνος τρόπος για να μετακινηθεί κάποιος είναι είτε με τα πόδια, είτε με το αυτοκίνητό του, είτε με τα αστικά λεωφορεία. Η πόλη δεν διαθέτει μετρό, τραίνο, ή τραμ για τις μετακινήσεις εντός της πόλης και επομένως και η ανάλυση που ακολουθεί αφορά μόνο στα αστικά λεωφορεία, και ειδικότερα στον τρόπο με τον οποίο κάποιος αποκτά πρόσβαση σε ένα λεωφορείο, δηλαδή στη στάση.

Με τη μεταβλητή “**στάσεις**” υπολογίζονται από κάθε οικοδομικό τετράγωνο οι ελάχιστες αποστάσεις από στάσεις αστικών λεωφορείων. Τα αποτελέσματα δίνονται σε μέτρα. Το δίκτυο αστικών συγκοινωνιών της πόλης εκτείνεται κατά μήκος σχεδόν όλων των βασικών αρτηριών και με τις σχετικά πρόσφατες επεκτάσεις του δικτύου καλύπτεται πλέον η πλειοψηφία των επιμέρους αστικών περιοχών του Δήμου (χάρτης 5). Το ζήτημα της κατεύθυνσης των λεωφορείων για το συγκεκριμένο μοντέλο είναι αδιάφορο καθώς όλες οι γραμμές καταλήγουν ή περνούν από το κέντρο της πόλης όπου μπορεί να γίνει μετεπιβίβαση σε άλλες γραμμές και επομένως και αλλαγή της κατεύθυνσης. Επίσης σε όλες τις περιπτώσεις όπου υπάρχει στάση λεωφορείου προς μία κατεύθυνση υπάρχει σε κοντινή απόσταση και στάση για την ακριβώς αντίθετη κατεύθυνση. Για την απλούστευση του μοντέλου θεωρούμε ότι αυτή η απόσταση μεταξύ των δύο στάσεων είναι μηδενική. Σε ότι αφορά τις τιμές της μεταβλητής που προέκυψε κυμαίνονται από 1,75μ. έως 921,92μ. και με μέση τιμή στα 170,88μ.

ΧΑΡΤΗΣ 5: ΣΤΑΣΕΙΣ ΑΣΤΙΚΗΣ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΣ



4.2.4 Πάρκα και πλατείες

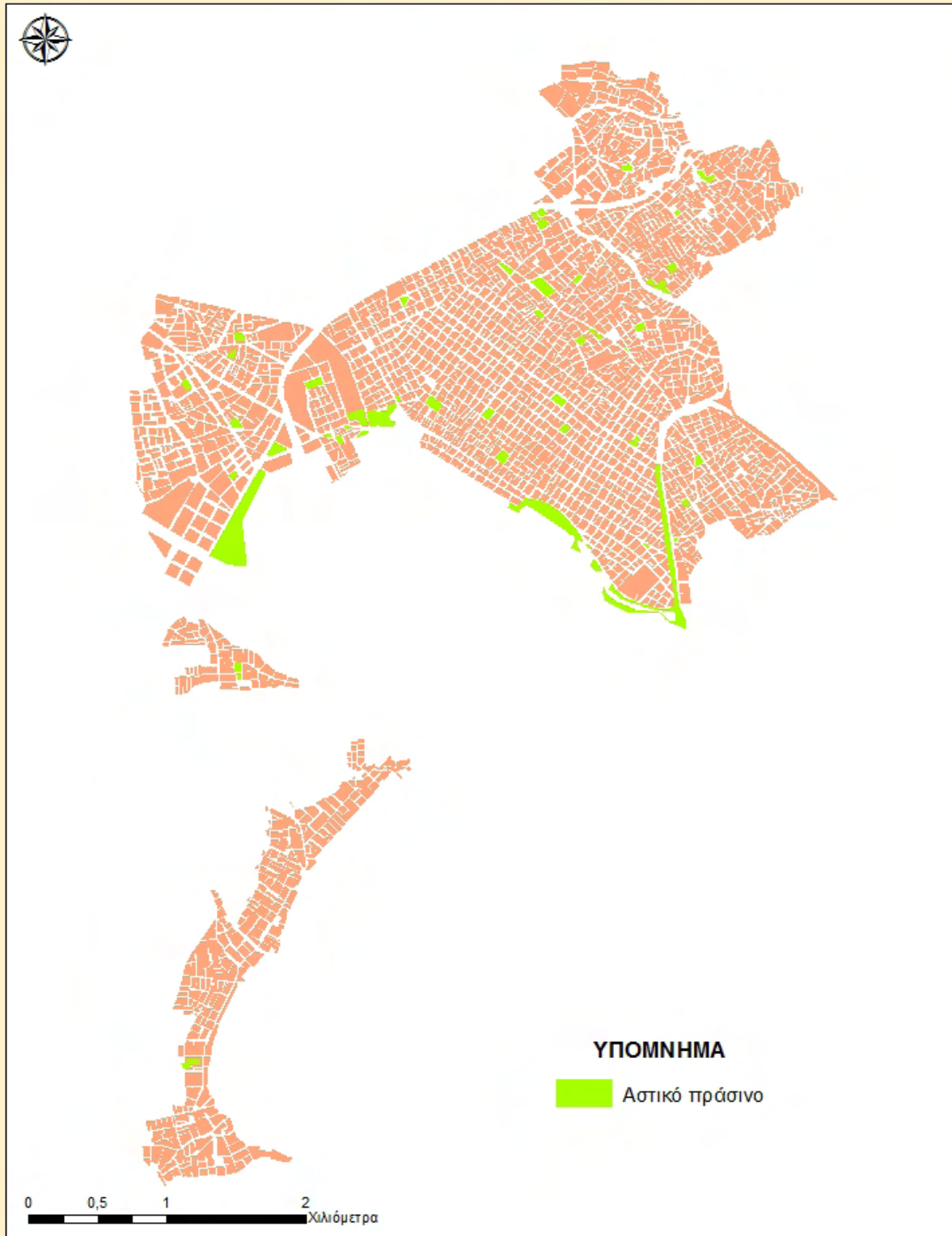
Μία από τις παραμέτρους που επιδρούν σημαντικά στην αγορά γης είναι τα πάρκα και οι πλατείες σε μια πόλη. Είναι άλλωστε πολυάριθμες οι μελέτες που αναλύουν τον τρόπο και το βαθμό επίδρασης των χώρων πρασίνου στην αγορά κατοικίας. Οι μικρογραφίες ενός περιβάλλοντος που όλοι θα θέλαμε και θα ελπίζαμε να μας περιβάλλει αποτελούν αυτό που πολλοί σύγχρονοι λογοτέχνες έχουν ονομάσει «ανάσα» των σύγχρονων τσιμεντουπόλεων. Η εγγύτητα σε πάρκα αποτελεί ίσως το πιο δυνατό χαρτί των μεσιτικών γραφείων στη διαπραγμάτευση των τιμών πώλησης των αστικών ακινήτων.

Η μεταβλητή «**πάρκα**» αποτελεί μέτρο της γειτνίασης σε πάρκο ή πλατεία και υπολογίζεται ως η απόσταση κάθε ΟΤ από το πλησιέστερο πάρκο. Σε αυτήν την περίπτωση οι αποστάσεις υπολογίζονται από σημείο (το κεντροειδές του ΟΤ) προς το πλησιέστερο σημείο του πολυγώνου που ορίζει το σχήμα του κοντινότερου πάρκου. Οι τιμές της μεταβλητής κυμαίνονται από 0μ. έως 1444,996μ. με μέση τιμή στα 273,029μ.. Παρόλο που η μέση τιμή δίνει την εικόνα πόλης με πολλά πάρκα και πλατείες, η γραφική απεικόνιση της υφιστάμενης κατάστασης (χάρτης 6) απλά επιβεβαιώνει ότι παρόλο που η πόλη περιβάλλεται από φυσικό περιβάλλον ιδιαίτερου κάλλους, στο εσωτερικό της υστερεί σε φυσική ομορφιά.

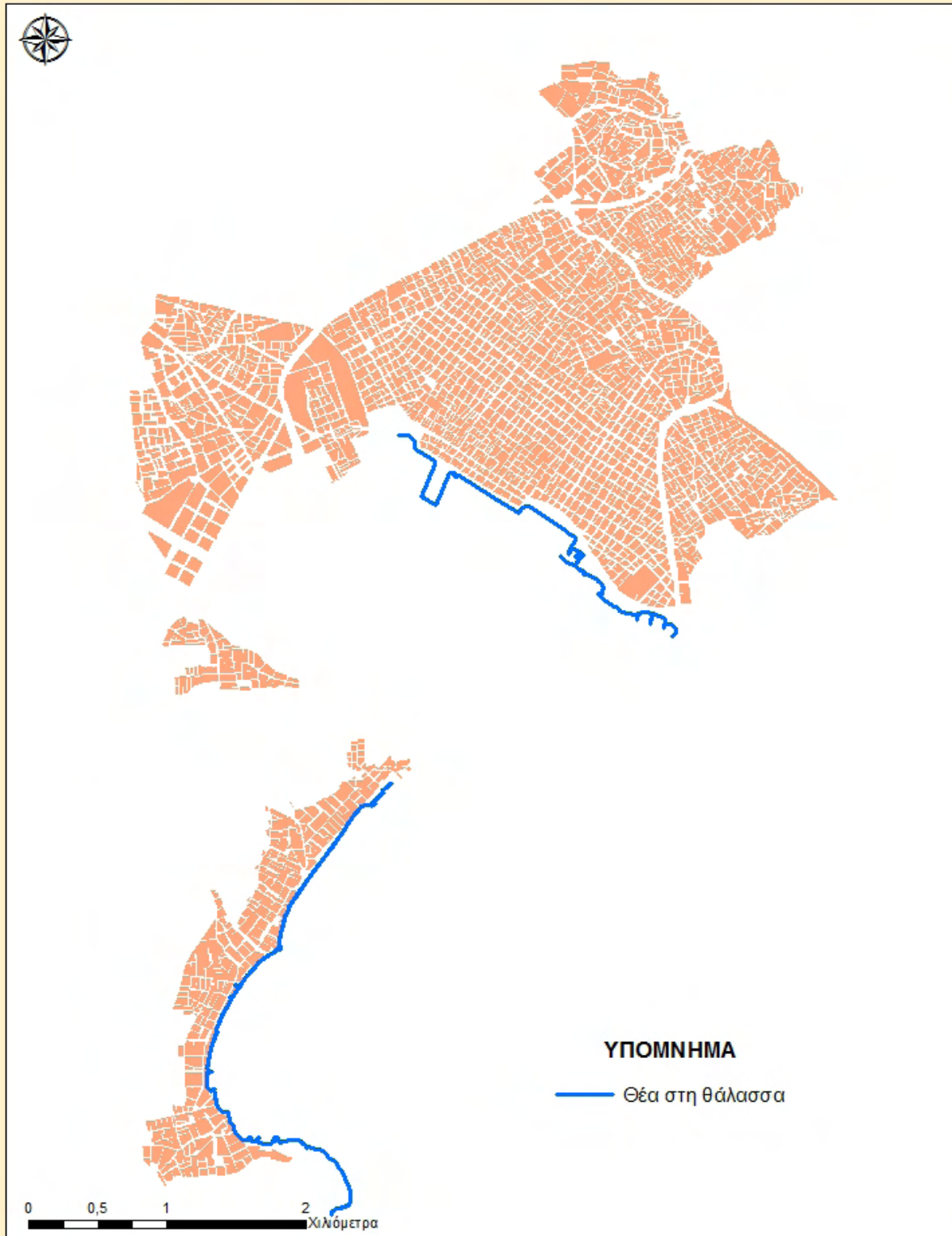
4.2.5 Θέα

Από τα πιο βασικά χαρακτηριστικά της πόλης είναι η γεωμορφολογία της. Ο συνδυασμός βουνού και θάλασσας σε τόσο κοντινή απόσταση είναι από τα κυριότερα ατού της και είναι μια παράμετρος που επίσης λαμβάνεται υπόψη και επηρεάζει την αγορά γης στην περιοχή. Αυτό που στην καθομιλουμένη χαρακτηρίζεται ως «ωραία θέα» στην έρευνα μεταφράζεται ως η προσβασιμότητα σε φυσικό περιβάλλον, είτε αυτό είναι κάποιο δάσος είτε κάποια παραλία. Ένα στοιχείο που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι ο διαχωρισμός της «θέας» από την «προσβασιμότητα σε φυσικό χώρο». Η προσβασιμότητα είναι περισσότερο κατανοητή ως έννοια αλλά και εύκολα μετρήσιμη. Η θέα από την άλλη είναι υποκειμενική και στις περισσότερες των περιπτώσεων για να υπολογιστεί απαιτείται επί τόπου παρατήρηση. Στη βιβλιογραφία, η θέα συνήθως αποδίδεται με τη χρήση δυαδικής μεταβλητής και στις περισσότερες των περιπτώσεων έχει θετική επίδραση στις αξίες γης και μάλιστα κατά

ΧΑΡΤΗΣ 6: ΑΣΤΙΚΟ ΠΡΑΣΙΝΟ



ΧΑΡΤΗΣ 7: ΣΗΜΕΙΑ ΑΚΤΟΓΡΑΜΜΗΣ ΙΔΙΑΙΤΕΡΗΣ ΟΜΟΡΦΙΑΣ



τέτοιο τρόπο ώστε όσο ένα οίκημα απομακρύνεται από το σημείο της «ωραίας θέας» τόσο μειώνεται και η αξία του (Bourassa et al, 2004).

Στην προκειμένη περίπτωση η έννοια της θέας ενσωματώνεται στο μοντέλο με την μορφή της προσβασιμότητας στη θάλασσα, αλλά μόνο για τα σημεία της ακτογραμμής τα οποία πράγματι έχουν ωραία θέα. Αφού υποκειμενικά διαπιστώθηκε ποια είναι αυτά τα σημεία της ακτογραμμής υπολογίστηκαν οι ευκλείδειες αποστάσεις από κάθε ΟΤ προς το πλησιέστερο σημείο της ακτογραμμής. Στην προκειμένη περίπτωση, και εν αντιθέσει με το πώς υπολογίστηκαν οι αποστάσεις των υπολοίπων μεταβλητών, χρησιμοποιείται η ευκλείδεια απόσταση, δεδομένου ότι απουσία εμποδίων το ανθρώπινο μάτι κοιτάει σε ευθεία γραμμή. Με τη μεταβλητή “θέα” συνυπολογίζεται η έννοια της θέας και παραμετροποιείται το κατά πόσο ένα οικοδομικό τετράγωνο είναι άμεσα προσβάσιμο σε θάλασσα. Η επιλογή των τμημάτων αυτών της ακτογραμμής με ιδιαίτερο αισθητικό και περιβαλλοντικό ενδιαφέρον έγινε εμπειρικά και έπειτα από επί τόπου έρευνα. Το τμήμα της ακτογραμμής το οποίο λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς είναι μήκους περίπου 9χλμ. και αφορά στα τμήματα κατά μήκος των Αλυκών και στο τμήμα της παραλίας του Βόλου μέχρι και την παραλία του Αναύρου (χάρτης 7). Η τιμή της μεταβλητής κυμαίνεται από 3,7μ. έως 3141,03μ. και έχει μέση τιμή 1173,93μ.

Γεγονός είναι πάντως ότι η θέα είναι ένα μέγεθος δύσκολα μετρήσιμο και ιδιαίτερα στην περίπτωση της πόλης του Βόλου ακόμα και αν κάποιος δεν γειτνιάζει με το υδάτινο στοιχείο που τόσο έντονα χαρακτηρίζει την πόλη, μπορεί κάλλιστα να έχει θέα προς το βουνό του Πηλίου αν βρίσκεται βόρεια και ανατολικά του ιστού ή να γειτνιάζει με το λόφο της Γορίτσας αν βρίσκεται ανατολικά του ιστού. Επειδή το ζήτημα της θέας και ο τρόπος που επιδρά στον προσδιορισμό των αξιών γης και κατοικίας δεν είναι αντικείμενο μελέτης στην παρούσα έρευνα, άλλωστε έχει αναλυθεί κατά κόρον στην σύγχρονη βιβλιογραφία, η ανάλυση περιορίζεται μόνο στο υδάτινο στοιχείο που άλλωστε κυριαρχεί στην πόλη. Άλλωστε η θέα στο βουνό είναι κεκτημένο για την πλειοψηφία των οικοδομικών τετραγώνων της πόλης και αυτή είναι μία υπόθεση που καθορίζει το γιατί επιλέχθηκε να εισαχθεί στο μοντέλο μόνο η θέα σε υδάτινο στοιχείο.

4.2.6 Φαρμακεία

Μία από τις παραμέτρους που λαμβάνονται υπόψη στο μοντέλο είναι η προσβασιμότητα σε υπηρεσίες υγείας. Σημείο αναφοράς στις περισσότερες έρευνες είναι τα νοσοκομεία σε μια πόλη. Επειδή όμως στην περίπτωση της συγκεκριμένης πόλης υπάρχει μόνο ένα νοσοκομείο αποφεύχθηκε η δημιουργία μεταβλητής για την οποία η απόσταση μετριέται από ένα και μόνο σημείο. Έτσι η νοσοκομειακή περίθαλψη αντικαθίσταται με μια άλλη μορφή υπηρεσίας και δη υγειονομικής εξυπηρέτησης, αυτή των φαρμακείων. Έτσι από το σύνολο των 108 εγγεγραμμένων στο φαρμακευτικό σύλλογο φαρμακείων η χωρική τους κατανομή έχει ως εξής: ένα βρίσκεται στις Αλυκές, δύο στην Νεάπολη, τρία στη Νέα Δημητριάδα, δύο στους Αγίους Αναργύρους και τα υπόλοιπα εντός του κυρίου πολεοδομικού ιστού και κυρίως κατά μήκος των βασικών οδικών αξόνων (χάρτης 8). Παρατηρείται δηλαδή μια κεντρικά κατανεμημένη χωρική κατανομή και μικρή διασπορά σε περιφερειακά σημεία της πόλης, ενώ περιοχές όπως η Αγία Παρασκευή, τμήμα του Καραγάτς και της Νεάπολης δεν έχουν κανένα φαρμακείο.

Στο μοντέλο εισάγεται η μεταβλητή “φαρμακεία” ως ο δείκτης που μετρά την προσβασιμότητα από τα κεντροειδή των οικοδομικών τετραγώνων προς το πλησιέστερο φαρμακείο. Πιο συγκεκριμένα μετρά την ελάχιστη απόσταση που πρέπει να διανύσει κάποιος για να έχει πρόσβαση στο κοντινότερο φαρμακείο σταθμισμένη ανάλογα με τον αν σε κοντινή απόσταση υπάρχει και δεύτερο φαρμακείο.

Έστω λοιπόν το οικοδομικό τετράγωνο στη θέση i και έστω ότι το πλησιέστερο σε αυτό φαρμακείο βρίσκεται στη θέση j , η τιμή της ζητούμενης μεταβλητής προκύπτει από τον τύπο:

$$DW_{ij} = ad_{ij}$$

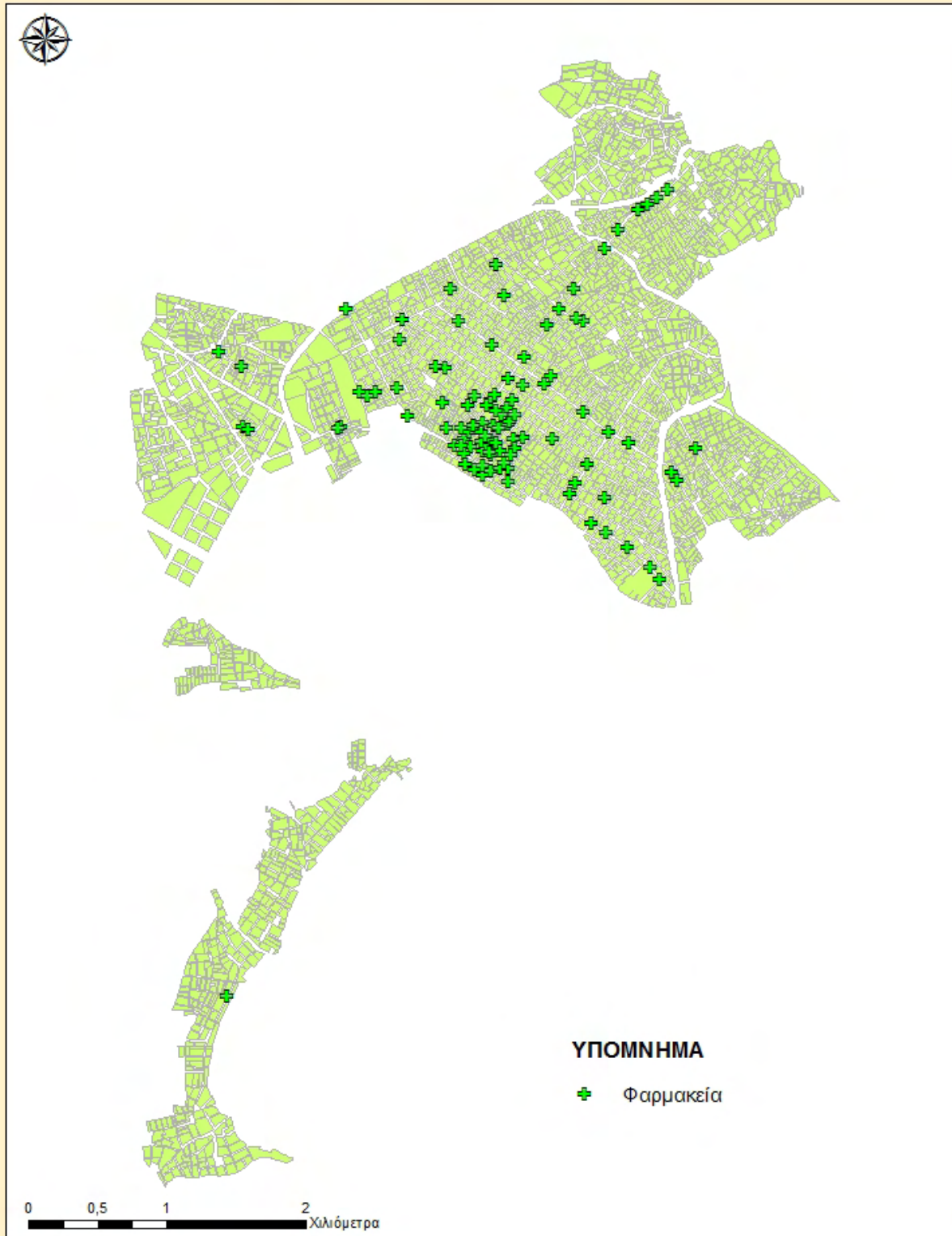
$$d_{ik} \leq 250\mu \Rightarrow a = \frac{d_{ij}}{d_{ik}}$$

και

$$d_{ik} > 250\mu \Rightarrow a = 1$$

όπου d_{ij} είναι η ελάχιστη απόσταση που χρειάζεται να διανύσει κάποιος από το οικοδομικό τετράγωνο που βρίσκεται στο σημείο i προς το φαρμακείο που βρίσκεται στη θέση j , DW_{ij} είναι η τελική απόσταση μετά και το υπολογισμό του δείκτη a , και d_{ik} είναι η απόσταση που χρειάζεται κάποιος να διανύσει προς το δεύτερο

ΧΑΡΤΗΣ 8: ΦΑΡΜΑΚΕΙΑ Δ. ΒΟΛΟΥ



πλησιέστερο φαρμακείο. Με αυτόν τον τρόπο στην ουσία επιλέγουμε με ένα παράθυρο 250 μέτρων τα οικοδομικά που γειτνιάζουν τουλάχιστον με δύο φαρμακεία προσδίδοντάς τους μεγαλύτερο βάρος σε σύγκριση με εκείνα τα οικοδομικά τετράγωνα που σε ακτίνα 250 μέτρων γειτνιάζουν μόνο με ένα φαρμακείο. Οι τιμές της μεταβλητής μετριοούνται σε μέτρα με ελάχιστη τιμή 0μ, μέγιστη 2510,1μ. και μέση τιμή τα 479,5μ..

Με αυτόν τον τρόπο η πρόσβαση σε φαρμακείο δεν εισάγεται στην εξίσωση έτσι όπως υπολογίστηκε αρχικά αλλά σε περιπτώσεις για τις οποίες οικοδομικά τετράγωνα που σε ακτίνα 250 μέτρων γειτνιάζουν με δύο ή και περισσότερα φαρμακεία η απόσταση από το κοντινότερο φαρμακείο σταθμίζεται κατά τρόπο που να εκφράζει αυτή τη δυνατότητα επιλογής. Τιμές της μεταβλητής που υπερβαίνουν τα 1000μ. εκφράζουν κυρίως περιοχές της πόλης που η συγκεκριμένη υπηρεσία απλά υπάρχει για να καλύπτει τις βασικές ανάγκες της περιοχής. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το προάστιο των Αλυκών, εκεί όπου υπάρχει μόνο ένα φαρμακείο για να καλύψει τις ανάγκες των οικοδομικών τετραγώνων από την είσοδο της πόλης μέχρι και τα όρια του συνοικισμού του Αγίου Στεφάνου.

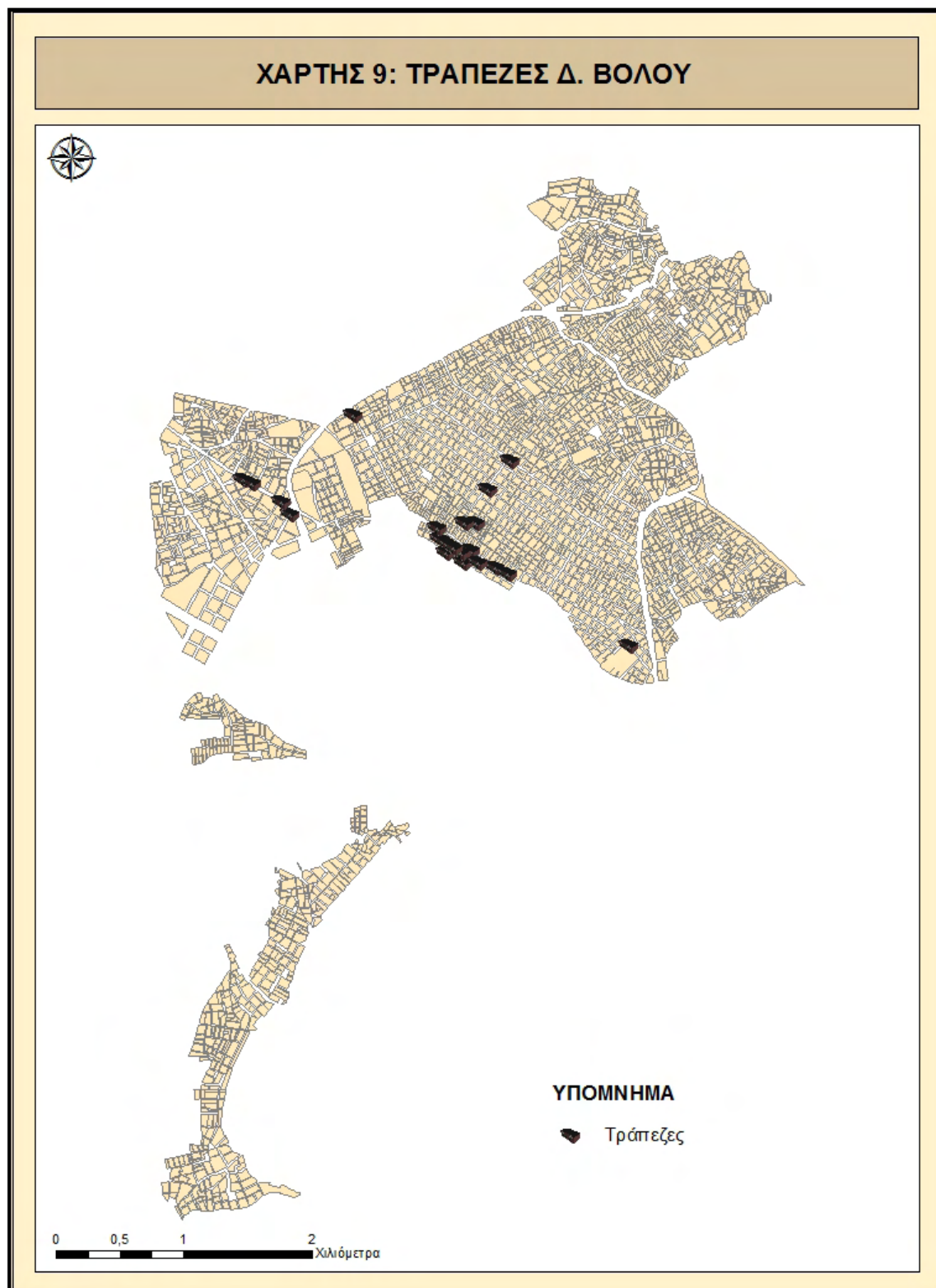
4.2.7 Τράπεζες

Η μεταβλητή “**τράπεζες**” υπολογίζεται σε μέτρα και εκφράζει την ελάχιστη απόσταση κάθε οικοδομικού τετραγώνου από τράπεζα. Χωροταξικά, οι τράπεζες στην πόλη του Βόλου βρίσκονται κυρίως στο κέντρο της πόλης και σε κάθε περίπτωση επάνω στους βασικότερους οδικούς άξονες της, χωρίς καμία εξαίρεση (χάρτης 9). Υπάρχουν βέβαια και μεγάλα τμήματα της πόλης χωρίς ούτε ένα υποκατάστημα όπως είναι η περιοχή των Αλυκών, της Αγίας Παρασκευής, της Νέας Δημητριάδας κλπ.

Μετά τους απαραίτητους υπολογισμούς η ελάχιστη απόσταση από τράπεζα είναι στα 26,1828μ. και η μέγιστη στα 5532,52μ. Η μέση απόσταση καθορίζεται στα 1157,8μ.. Χωρικά ο μεγαλύτερος αριθμός τραπεζών βρίσκεται στο λεγόμενο “εμπορικό κέντρο” της πόλης. Αν μάλιστα θεωρήσουμε την πόλη ως μονάδα πολυδιάστατων αγορών και όχι ως μονοπυρηνική, με τις υπόλοιπες μικρότερες αγορές της να χωροθετούνται κυρίως κατά μήκος των μεγάλων οδικών της αξόνων, τότε αναμφίβολα η χωροθέτηση των τραπεζών συμπίπτει με τα μικρότερα ή μεγαλύτερα εμπορικά της κέντρα. Στο είδος των τραπεζών δεν γίνεται καμία

διάκριση και στο μοντέλο εισάγονται οι τράπεζες όλων των ομίλων αφού στις μέρες μας υπάρχει η δυνατότητα διατραπεζικών συναλλαγών, το οποίο και σημαίνει ότι η εξυπηρέτηση των πολιτών θεωρητικά μπορεί να γίνει από οποιοδήποτε τραπεζικό υποκατάστημα.

ΧΑΡΤΗΣ 9: ΤΡΑΠΕΖΕΣ Δ. ΒΟΛΟΥ



4.2.8 Κάτοικοι

Η παράμετρος που απαντάται συχνότερα σε ηδονικά μοντέλα στη βιβλιογραφία είναι η πληθυσμιακή πυκνότητα της περιοχής ενδιαφέροντος. Όμως στο μοντέλο

εισάγεται η μεταβλητή που αφορά στον αριθμό των κατοίκων ανά οικοδομικό τετράγωνο και όχι ανά τετραγωνικό μέτρο όπως άλλωστε είθισται σε αναλύσεις αυτού του είδους. Αναμφίβολα, ο αριθμός κατοίκων ανά τετραγωνικό μέτρο αποτελεί μέτρο έκφρασης για το κατά πόσο μια περιοχή είναι πυκνοκατοικημένη ή όχι, με την προϋπόθεση όμως ότι τα πρωτογενή στοιχεία ανάλυσης αφορούν σε ιδιοκτησίες και όχι για όλο το οικοδομικό τετράγωνο. Από τη στιγμή δηλαδή που το επίπεδο αναφοράς της ανάλυσης είναι το οικοδομικό τετράγωνο για το οποίο δεν υπάρχουν στοιχεία οριζόντιας ή κάθετης ιδιοκτησίας ως μέτρο έκφρασης πολυπληθών ή μη οικοδομικών τετραγώνων χρησιμοποιείται ο αριθμός των κατοίκων τους χωρίς περαιτέρω ανάλυση. Στην περίπτωση που εισάγονταν η παράμετρος της πληθυσμιακής πυκνότητας στο μοντέλο, η τιμή της μεταβλητής θα προέκυπτε ως το πηλίκο του αριθμού των ατόμων που κατοικούν σε κάθε οικοδομικό τετράγωνο προς το εμβαδόν αυτού. Με τον τρόπο αυτό όμως θα προέκυπταν τιμές της μεταβλητής που δεν θα ήταν ανάλογες της πραγματικής κατάστασης. Η ρεαλιστική απεικόνιση της πόλης προϋποθέτει την ύπαρξη οικοπέδων από τη μια και του ύψος των κτιρίων από την άλλη. Με άλλα λόγια, δύο οικοδομικά τετράγωνα με το ίδιο εμβαδόν και τον ίδιο αριθμό κατοίκων θα είχαν την ίδια τιμή για τη συγκεκριμένη μεταβλητή γεγονός που δεν συνάδει πάντα με την πραγματική κατάσταση αν και εφόσον δεν εξετάζεται ταυτόχρονα η προσαύξηση στο εμβαδόν που προκύπτει από την καθ' ύψος δόμηση. Για το λόγο αυτό προτιμάται η μεταβλητή «**κάτοικοι**» που δηλώνει απλά τον αριθμό των κατοίκων για κάθε οικοδομικό τετράγωνο με μονάδα μέτρησης τα άτομα.

Ο αριθμός των κατοίκων ανά οικοδομικό τετράγωνο έχει ελάχιστη τιμή 0, δηλαδή κανένας δεν διαμένει μόνιμα σε ένα οικοδομικό τετράγωνο και φτάνει μέχρι τους 147 κατοίκους ανά οικοδομικό τετράγωνο. Η μέση τιμή είναι 23 άτομα ανά οικοδομικό τετράγωνο η οποία κυμαίνεται σε λογικά πλαίσια αν αναλογιστεί κανείς ότι το πόσο αραιοκατοικημένη είναι η πόλη ιδιαίτερα στις παρυφές της. Ακολουθώντας το μοντέλο κατοικίας προηγούμενων δεκαετιών υπάρχουν ακόμα πυρήνες στην πόλη που χαρακτηρίζονται από την ύπαρξη ιδιοκτησιών ενός ορόφου ή το πολύ δύο σε αντίθεση με τις πολυκατοικίες που χαρακτηρίζουν περισσότερο το κέντρο της πόλης όπου άλλωστε και βρίσκονται τα πολυπληθέστερα οικοδομικά τετράγωνα.

4.2.9 Εκκλησίες

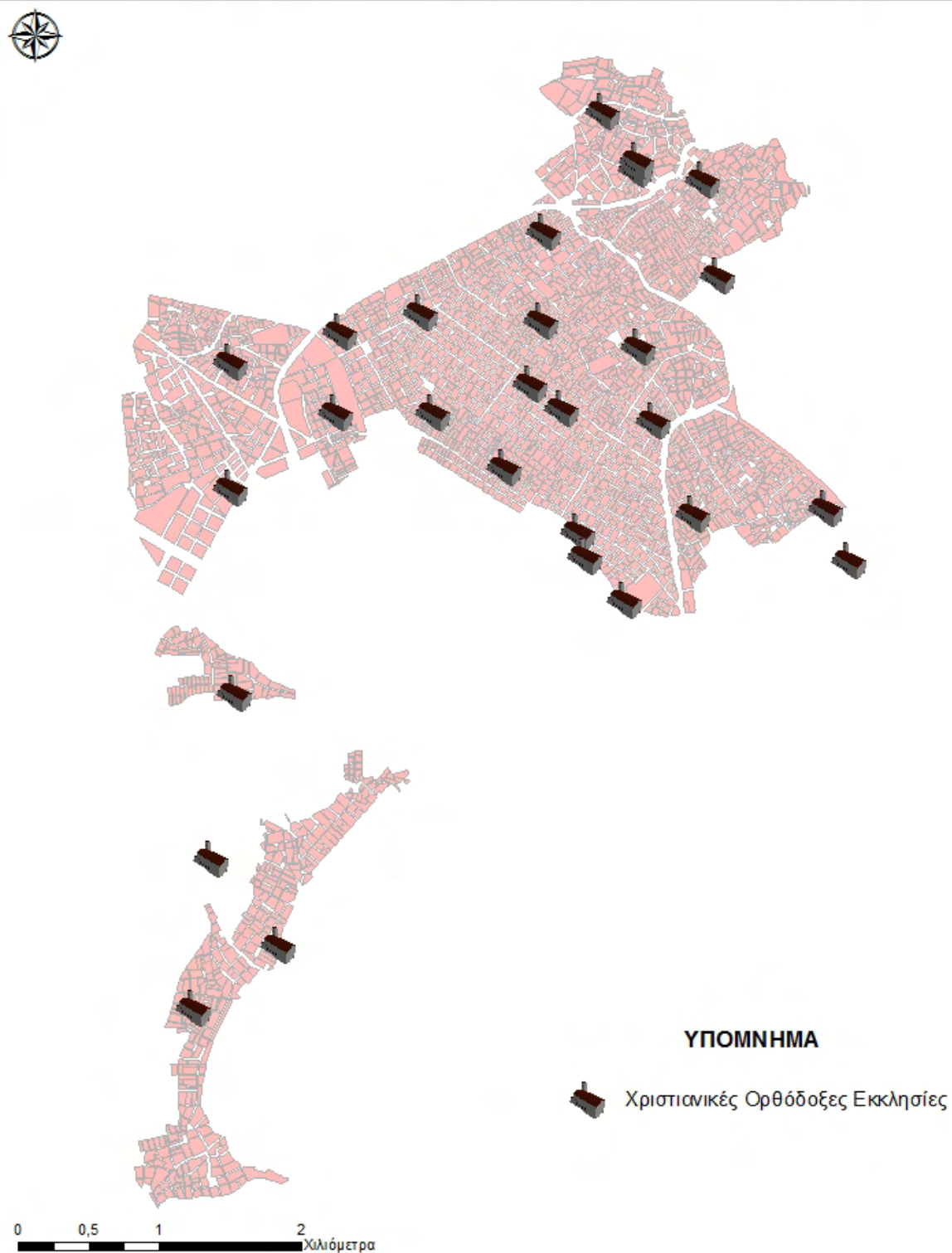
Στόχος του μοντέλου είναι η ανάδειξη της επίδρασης των εκκλησιών στην αγορά γης. Οι μεταβλητές που ακολουθούν αποτελούν μέτρο αυτής της επιρροής. Εντός των

ορίων της πόλης υπάρχουν 28 εκκλησίες που εκπροσωπούν απόλυτα το πνεύμα της ελληνικής Χριστιανικής Ορθοδοξίας. Δεν λαμβάνονται υπόψη οι εκκλησίες άλλων δογμάτων καθώς δεν υπάρχουν στοιχεία για τον ακριβή αριθμό των αλλόθρησκων κατοίκων και μάλιστα σε επίπεδο οικοδομικού τετραγώνου. Οι εκκλησίες που δεν συμπεριλαμβάνονται είναι μία Καθολική Εκκλησία, μία Παλαιοημερολογίτικη και μία Εβραϊκή Συναγωγή καθώς θεωρείται εκ των προτέρων ότι το μεγαλύτερο μέρος των κατοίκων της πόλης είναι Χριστιανοί Ορθόδοξοι. Άλλωστε, χωρικά αυτό δεν θα επηρεάσει καθόλου το μοντέλο καθώς και τα τρία παραλειπόμενα κτίρια βρίσκονται πλησίον Ορθόδοξων εκκλησιών.

Η μεταβλητή «**εκκλησίες**», μετρά την προσβασιμότητα του κεντροειδούς κάθε οικοδομικού τετραγώνου από την πλησιέστερη σε αυτό εκκλησία. Υπολογίζεται σε μέτρα και λαμβάνει τιμές από 0,88μ. έως 1423,68μ., με μέση τιμή στα 330,7μ.. Παρατηρώντας τη γραφική απεικόνιση της κατανομής των εκκλησιών στην πόλη (χάρτης 10) και λαμβάνοντας υπόψη την χαμηλή τιμή της μέσης τιμής της προσβασιμότητας προς τις εκκλησίες εύκολα εξάγεται το συμπέρασμα ότι σχεδόν κάθε σημείο της πόλης καλύπτεται επαρκώς από μία εκκλησία. Η πόλη χαρακτηρίζεται από αυτό που χαρακτηρίζει σχεδόν κάθε ελληνική πόλη ότι δηλαδή σχεδόν κάθε γειτονιά έχει και μία εκκλησία, και κάθε ενορία είναι μια γειτονιά από μόνη της.

Επιπλέον, στο μοντέλο εισάγεται η μεταβλητή «**E_εκκλησίες**» που εξετάζει το κατά πόσο το μέγεθος μιας εκκλησίας επηρεάζει αντιστοίχως τις τιμές των ΟΤ. Οι τιμές αυτής της μεταβλητής υπολογίζονται σε τετραγωνικά μέτρα και κυμαίνονται από 40τμ έως 750τμ.. Πόσο περισσότερο ή πόσο λιγότερο επηρεάζονται οι αξίες γης όταν γειτνιάζουν με εκκλησία συγκεκριμένου εμβαδού; Και ποια μπορεί να είναι η συσχέτιση αυτής της μεταβλητής με την προηγούμενη. Αυτά τα ερωτήματα και πολλά περισσότερα έρχεται να τα απαντήσει η ανάλυση παλινδρόμησης που παρουσιάζεται στη συνέχεια.

ΧΑΡΤΗΣ 10: ΕΚΚΛΗΣΙΕΣ ΧΡΙΣΤΙΑΝΩΝ ΟΡΘΟΔΟΞΩΝ Δ. ΒΟΛΟΥ



4.3 Πρόβλεψη επιρροής των μεταβλητών

Πάγια τακτική στην περίπτωση ηδονικών μοντέλων είναι ο προσδιορισμός a priori του αναμενόμενου αποτελέσματος των ανεξάρτητων μεταβλητών προς την εξαρτημένη. Για το σκοπό αυτό λαμβάνονται υπόψη προηγούμενες έρευνες που έχουν εξετάσει τις ίδιες παραμέτρους ή σε περίπτωση που αυτό δεν είναι δυνατόν η αναμενόμενη επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών βασίζεται σε προσωπικές εμπειρίες και παρατηρήσεις των ίδιων των ερευνητών. Δεδομένων των ιδιαιτεροτήτων που παρουσιάζει η παρούσα μελέτη περίπτωσης αλλά και του γεγονότος ότι η πλειοψηφία της διαθέσιμης βιβλιογραφίας αναφέρεται σε πόλεις του εξωτερικού, η ανάλυση των παραμέτρων θα είναι περισσότερο διαισθητική και κυρίως με βάση την εμπειρία του ζην και κατοικίν σε μια ελληνική πόλη μεσαίου μεγέθους, χωρίς όμως να αγνοείται και η γνώση της βιβλιογραφικής ανασκόπησης.

ΕΙΔΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ	ΜΟΝΑΔΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΟ ΠΡΟΣΗΜΟ
Δημοτικά	Μέτρα	Απόσταση από πλησιέστερο δημοτικό σχολείο	Αρνητικό
Νηπιαγωγεία	Μέτρα	Απόσταση από πλησιέστερο νηπιαγωγείο	Αρνητικό
Φροντιστήρια	Μέτρα	Απόσταση από πλησιέστερο κέντρο ξένων γλωσσών	Αρνητικό
Στάσεις	Μέτρα	Απόσταση από την πλησιέστερη στάση αστικού λεωφορείου	Αρνητικό
Πάρκα	Μέτρα	Απόσταση από το πλησιέστερο πάρκο	Αρνητικό
Θέα	Μέτρα	Ελάχιστη απόσταση από ακτογραμμή	Αρνητικό
Φαρμακεία	Μέτρα	Ελάχιστη απόσταση από φαρμακείο σταθμισμένη με βάση το αν υπάρχει και δεύτερο φαρμακείο σε απόσταση 250 μέτρων	Αρνητικό
Τράπεζες	Μέτρα	Απόσταση από πλησιέστερη τράπεζα	Αρνητικό
Κάτοικοι	Ατομα	Αριθμός κατοίκων	
Εκκλησίες	Μέτρα	Απόσταση από πλησιέστερη εκκλησία	Θετικό ή αρνητικό
Ε_εκκλησίες	Τετρ. μέτρα	Εμβαδόν πλησιέστερης εκκλησίας	Θετικό

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2: Περιγραφή μεταβλητών του μοντέλου και η αναμενόμενη επιρροή τους

Ο πίνακας 4.2 παρουσιάζει συνοπτικά το σύνολο των ανεξάρτητων μεταβλητών του μοντέλου, μια σύντομη περιγραφή τους καθώς και το αναμενόμενο αποτέλεσμα – επιρροή της κάθε μεταβλητής στην εξαρτημένη. Αρχικά λοιπόν η αναμενόμενη επίδραση των σχολικών μονάδων, νηπιαγωγείων και δημοτικών σχολείων είναι να

είναι θετική καθώς αφορούν σε ηλικίες παιδιών ιδιαίτερα μικρές. Σε αυτήν την ηλικία τα παιδιά βρίσκονται ακόμα υπό την προστασία των γονιών τους οι οποίοι φροντίζουν για την καθημερινή μετακίνησή τους προς αυτό. Έτσι η γειτνίαση σε αυτά είναι επιθυμητή και επομένως το πρόσημο του συντελεστή παλινδρόμησης θα πρέπει να είναι αρνητικό. Αρνητικό πρόσημο σε αυτήν την περίπτωση σημαίνει πως όσο μεγαλώνει η απόσταση μεταξύ σχολείων και ΟΤ τόσο μειώνεται η αξία του ΟΤ. Το ίδιο ακριβώς συμβαίνει και στην περίπτωση των φροντιστηρίων ξένων γλωσσών ιδιαίτερα αν λάβει κανείς υπόψη τη υφιστάμενη γεωγραφική τους θέση με χαρακτηριστική τη συγκέντρωση τους κυρίως στο κέντρο του πολεοδομικού ιστού.

Επίσης η προσβασιμότητα στις αστικές συγκοινωνίες είναι άλλο ένα μέγεθος που αναμένεται να παρουσιάζει αρνητικό πρόσημο, θετική δηλαδή επιρροή στις αξίες γης. Αν και το μεγαλύτερο ποσοστό των κατοίκων της πόλης δεν μετακινείται με τις αστικές συγκοινωνίες, εφόσον η συγκεκριμένη μεταβλητή είναι στατιστικά σημαντική για το μοντέλο το αναμενόμενο είναι να παρουσιάζει αρνητικό πρόσημο. Την ίδια επίδραση θεωρητικά θα έχει και η μεταβλητή που υπολογίζει τη θέα προς υδάτινο περιβάλλον. Από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση που προηγήθηκε γίνεται κατανοητό ότι η θέα σε ορισμένες περιπτώσεις είναι από τις πιο σημαντικές παραμέτρους ενός ηδονικού μοντέλου αυξάνοντας την αξία ενός ακινήτου. Στην περιοχή ενδιαφέροντος η παράμετρος της θέας αναμένεται να έχει σημαντική επίδραση στις τιμές των ΟΤ δεδομένου ότι εκ των πραγμάτων η πόλη χαρακτηρίζεται από ιδιαίτερο φυσικό περιβάλλον.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί ορισμένοι ερευνητές κατηγοριοποιούν την μεταβλητή που σχετίζεται με την απόσταση από πάρκο στην ίδια ομάδα που ελέγχει τη θέα μιας πόλης. Γίνεται κατανοητό πόσο η γειτνίαση σε ένα πάρκο μπορεί σε ορισμένες περιπτώσεις να εκτινάξει τις τιμές ενός ακινήτου. Με την προϋπόθεση ότι κάποιο πάρκο δεν συνδέεται με υψηλά ποσοστά εγκληματικότητας για μια περιοχή η επίδραση και σε αυτήν την περίπτωση αναμένεται να είναι θετική. Στο ζήτημα της εγκληματικότητας μιας περιοχής και το πώς ένα πάρκο επιδρά σε αυτή υπάρχουν διάφορες απόψεις. Ένα πάρκο ενισχύει την ήδη αυξημένη εγκληματικότητα μιας περιοχής προσφέροντας ένα καινούριο καταφύγιο ή μήπως τελικά το πάρκο λειτουργεί ανασταλτικά των αρνητικών επιρροών που ασκεί η εγκληματικότητα αυτή.

Στο ζήτημα της προσβασιμότητας σε υπηρεσίες υγείας η αναμενόμενη επιρροή θα είναι θετική που σημαίνει ότι το πρόσημο της συγκεκριμένης μεταβλητής θα πρέπει

να είναι αρνητικό. Γενικά ο τομέας της υγείας δεν αφορά μόνο ορισμένες κοινωνικές ομάδες ή ομάδες συγκεκριμένου εισοδήματος. Ο τομέας της υγείας μας αφορά όλους, άλλους σε μεγαλύτερο βαθμό και άλλους σε μικρότερο. Ιδιαίτερα αν ληφθεί υπόψη ότι η φροντίδα των ηλικιωμένων ατόμων συνήθως επιβαρύνει τα υπόλοιπα μέλη της οικογένειάς του, γίνεται κατανοητό ότι για ορισμένες οικογένειες η προσβασιμότητα σε υπηρεσίες υγείας είναι ίσως και περισσότερο επιτακτική από άλλες παραμέτρους.

Σε ότι αφορά την προσβασιμότητα σε τραπεζικά υποκαταστήματα μάλλον η επίδραση της αναμένεται να είναι επίσης θετική. Υπό το πρίσμα της χωροταξικής της κατανομής, η ανάλυση της συγκεκριμένης μεταβλητής ανάγεται στο ζήτημα της προσβασιμότητας στα εμπορικά κέντρα της πόλης. Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων ένα τραπεζικό υποκατάστημα χωροθετείται κατά μήκος βασικών οδικών αξόνων και πλησίον κεντρικών σημείων εμπορικών χρήσεων.

Τέλος το πώς επιδρούν οι δύο μεταβλητές που ελέγχουν την επιρροή των εκκλησιών στις αξίες γης είναι ένα ζήτημα πολυδιάστατο. Ελλείψει προηγούμενης βιβλιογραφικής εμπειρίας, για τον ελληνικό χώρο, η ανάλυση της αναμενόμενης επίδρασης θα γίνει βάσει εμπειρίας και λαμβάνοντας υπόψη τα στοιχεία της ελληνικής νοοτροπίας. Έτσι η επίδραση του μεγέθους μιας εκκλησίας αν αποδειχθεί στατιστικά σημαντική για το μοντέλο θα πρέπει να είναι μάλλον θετική, αποδίδοντας αντίστοιχα και θετικό πρόσημο. Άλλωστε το εμβαδόν μιας εκκλησίας φαίνεται να είναι ανάλογο του ρόλου της στην περιοχή αλλά και των δραστηριοτήτων της ενισχύοντας την ευμάρεια του κοινωνικού συνόλου που απαρτίζουν την ενορία της. Σε ορισμένες μάλιστα περιπτώσεις μια μεγάλη σε τετραγωνικά εκκλησία αντίστοιχα αποτελείται και από μεγάλο προαύλιο χώρο, συγκεντρώνοντας δραστηριότητες που προσομοιάζουν εκείνες ενός πάρκου.

Η μεταβλητή όμως που ελέγχει την προσβασιμότητα σε μία εκκλησία αποτελεί ένα πραγματικό αίνιγμα για την ανάλυση. Εφόσον με την ανάλυση παλινδρόμησης επαληθευτεί η επιρροή της στις τιμές των ΟΤ τότε δύο είναι τα πιθανά σενάρια που ελέγχουν τη μορφή της επίδρασής της. Από τη μια η ένταση της θρησκευτικότητας που διακατέχει την ελληνική κοινωνία σε όλες τις δραστηριότητες και ο πολυδιάστατος ρόλος της οικογένειας που διατηρεί και ενισχύει αυτό το συναίσθημα, δημιουργούν την τάση για ορισμένα νοικοκυριά να επιλέγουν συνειδητά την γειτνίαση σε εκκλησία. Σε αυτή την περίπτωση το αναμενόμενο πρόσημο είναι αρνητικό και η επίδραση θετική στην τιμή των αξιών των ΟΤ. Από την άλλη το

γεγονός ότι τα τελευταία χρόνια η ένταση του θρησκευτικού αισθήματος δεν συνάδει με τις δραστηριότητες μιας εκκλησίας, δηλαδή οι νεοέλληνες χωρίς να χάνουν την πίστη τους για το Θεό εμφανίζουν μικρότερη συμμετοχή στα δρώμενα της ενορίας τους, συν το γεγονός όλων των μειονεκτημάτων που απορρέουν από την γειτνίαση μιας εκκλησίας, τα οποία προαναφέρθηκαν και σε προηγούμενο κεφάλαιο, η επίδραση μπορεί εξίσου να είναι αρνητική και αντίστοιχα το πρόσημο να είναι θετικό.

4.4 Προσδιορισμός του μοντέλου

Αφού ολοκληρωθεί η ανάλυση όλων των πιθανών παραμέτρων που ελέγχουν ή επιδρούν στην διαμόρφωση της τιμής των αξιών ακινήτου αρχίζει το υπολογιστικό κομμάτι που περιλαμβάνει τη δημιουργία της βάσης δεδομένων, προσδιορισμό του τύπου της εξίσωσης, τροποποίηση των μεταβλητών όπου και αν χρειάζεται, έλεγχο υποθέσεων της παλινδρόμησης και προσδιορισμό της εξίσωσης παλινδρόμησης. Για το σύνολο σχεδόν των αναλύσεων αυτών γίνεται χρήση του προγράμματος SPSS με εξαίρεση τον έλεγχο της ετεροσκεδαστικότητας που έγινε με το πρόγραμμα STATA καθώς προσφέρει περισσότερες δυνατότητες έναντι εκείνων του SPSS. Έχοντας υπολογίσει τις τιμές όλων των μεταβλητών του μοντέλου με το πρόγραμμα ArcGIS , η βάση δεδομένων εξάγεται σε μορφή συμβατή με το στατιστικό πρόγραμμα SPSS για να ακολουθήσουν οι απαραίτητες στατιστικές αναλύσεις.

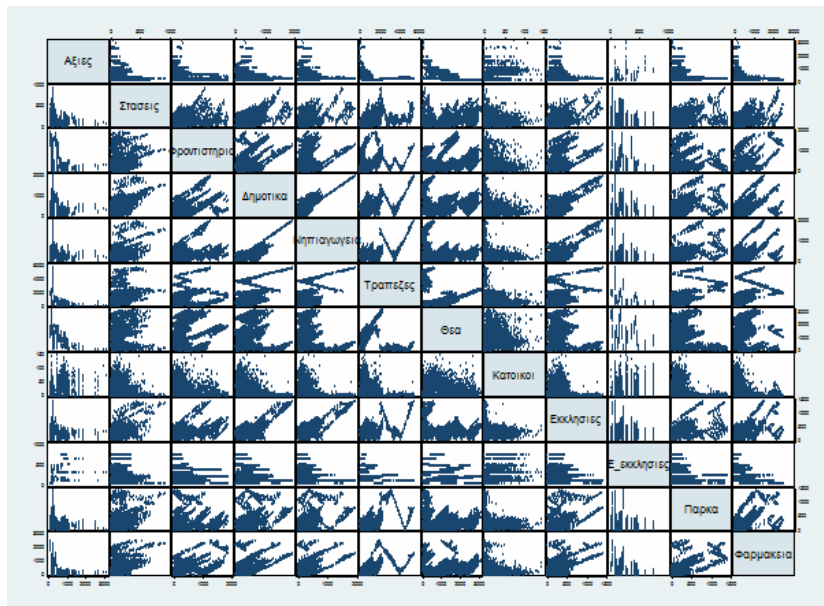
Από την μετατροπή των δεδομένων από το ένα πρόγραμμα στο άλλο ενδεχομένως να προκύψουν λανθασμένες ή κενές εγγραφές. Το ίδιο μπορεί να συμβεί λόγω απροσεξίας κατά την πληκτρολόγηση. Τέτοιου είδους λάθη είναι δυνατόν να έχουν ανεπανόρθωτη επίδραση επί των στατιστικών αναλύσεων που θα ακολουθήσουν αποδίδοντας αποτελέσματα που είναι παραπλανητικά, και επομένως μη σωστά. Όλες οι μεταβλητές που εισάγονται στο μοντέλο είναι συνεχείς ενώ στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται τα περιγραφικά τους στοιχεία, δηλαδή η ελάχιστη και μέγιστη τιμή, η μέση τιμή και η διακύμανση. Από τον πίνακα προκύπτει ότι δεν υπάρχουν κενές εγγραφές και η πληκτρολόγηση των δεδομένων δεν είχε λάθη.

	N	Ελάχιστ η τιμή	Μέγιστη τιμή	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση
Τιμή	2781	141,800	3.176,538	538,002	414,616
Δημοτικά	2781	7,49	1967,63	453,99	332,04
Φροντιστήρια	2781	6,22	1910,56	433,40	406,63
Στάσεις	2781	1,75	921,92	170,88	126,60
Θέα	2781	3,74	3141,03	1173,93	782,13
Φαρμακεία	2781	0,00	2510,08	479,49	483,73
Κάτοικοι	2781	0	147	22,70	24,57
Πάρκα	2781	0,00	1445,00	273,03	276,08
Νηπιαγωγεία	2781	2,26	1970,58	341,69	308,29
Τράπεζες	2781	26,18	5532,52	1157,80	1147,95
Ε_εκκλησίες	2781	40	750	269,62	177,323
Εκκλησίες	2781	0,88	1423,68	330,67	220,57

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3: Περιγραφικά στοιχεία μεταβλητών

Από τον έλεγχο των διαγραμμάτων διασποράς (διάγραμμα 4.1) προκύπτει ότι η σχέση μεταξύ της εξαρτημένης με κάθε μία εκ των ανεξάρτητων μεταβλητών είναι μη γραμμική και μάλιστα στην πλειοψηφία το σχήμα που καλύπτει τις χαρακτηρίζει είναι η υπερβολή. Το ζήτημα που τίθεται είναι το κατά πόσο εφόσον η σχέση εξαρτημένης και ανεξάρτητων μεταβλητών δεν είναι καθαρά μια γραμμική σχέση θα πρέπει στην ανάλυση παλινδρόμησης να χρησιμοποιηθεί μια μη γραμμική εξίσωση, ή οι μεταβλητές να τροποποιηθούν κατά τέτοιο τρόπο ώστε αυτή η μη γραμμική σχέση να μπορεί να αποδοθεί από μια γραμμική εξίσωση. Η μέχρι τώρα αποκτηθείσα εμπειρία έχει αποδείξει ότι καλύτερη λύση είναι η δεύτερη, η χρήση δηλαδή της γραμμικής παλινδρόμησης σε κατάλληλα τροποποιημένες μεταβλητές. Στην προκειμένη περίπτωση η σχέση αυτή είναι μη γραμμική και μάλιστα γραφικά έχει το σχήμα της υπερβολής. Αυτό συνεπάγεται ότι για να αποδοθεί η μη γραμμική σχέση των μεταβλητών από μια γραμμικής εξίσωση θα πρέπει να γίνει χρήση του λογάριθμου των μεταβλητών.

Σε συνδυασμό των όσων προαναφέρθηκαν στις προηγούμενες παραγράφους, το μοντέλο που καλύτερα αποδίδει τη σχέση μεταξύ της εξαρτημένης μεταβλητής «τιμή» και των ανεξάρτητων μεταβλητών που τελικά εισάγονται στην εξίσωση παλινδρόμησης αφορά στο σύνολο έντεκα ανεξάρτητες μεταβλητές και η ανάλυσή του βασίζεται στους κανόνες της απλής γραμμικής παλινδρόμησης αφού πρώτα η τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής και ορισμένων εκ των ανεξάρτητων, τροποποιηθούν με βάση το φυσικό τους λογάριθμο.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.1: Συγκεντρωτικό διάγραμμα διασποράς

Αυτή η στατιστική μετατροπή κρίνεται απαραίτητη έτσι ώστε η σχέση εξαρτημένης και ανεξάρτητων μεταβλητών να γίνει όσο το δυνατόν περισσότερο γραμμική για να μπορεί να αποδοθεί καλύτερα από την εξίσωση γραμμικής παλινδρόμησης. Η γραμμική παλινδρόμηση μπορεί να είναι η πιο απλή μέθοδος και σε ορισμένες περιπτώσεις ίσως και η πιο ακατάλληλη για να εκφράσει τις σχέσεις που υπάρχουν στην πραγματικότητα, αποτελεί όμως την πιο κατανοητή και την περισσότερο εύκολη μέθοδο στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων της και προτιμάται έναντι μη γραμμικών μεθόδων.

Η μετατροπή των τιμών των μεταβλητών με βάση το νεπέριο λογάριθμό τους σηματοδοτεί αυτόματα τη μετάβαση από το απλό μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης στο μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης της μορφής semi-log. Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων ακολουθούνται οι ίδιες διαδικασίες και οι ίδιοι δείκτες όπως ακριβώς και στην απλή γραμμική παλινδρόμηση. Η μόνη διαφορά έγκειται στον τρόπο ερμηνείας των παραμέτρων της εξίσωσης που πλέον αφορούν ελαστικότητες.

Η εξίσωση παλινδρόμησης που εξετάζεται μετά και τις τροποποιήσεις των μεταβλητών έχει ως εξής:

$$\begin{aligned} \ln(\alpha\chi\iota\epsilon\varsigma) = & b_0 + b_1 \ln(\delta\eta\mu\omicron\tau\iota\kappa\acute{\alpha}) + b_2 \ln(\nu\eta\pi\iota\alpha\gamma\omega\gamma\epsilon\acute{\iota}\alpha) + b_3 \ln(\phi\rho\omicron\nu\tau\iota\sigma\eta\acute{\rho}\iota\alpha) \\ & + b_4 \ln(\sigma\acute{\tau}\alpha\sigma\epsilon\iota\varsigma) + b_5 \ln(\theta\acute{\epsilon}\alpha) + b_6 \ln(\phi\alpha\rho\mu\alpha\kappa\acute{\alpha}\alpha) + b_7 \ln(\tau\rho\acute{\alpha}\pi\epsilon\zeta\epsilon\varsigma) + b_8 (\kappa\acute{\alpha}\tau\omicron\iota\kappa\omicron\iota) \\ & + b_9 (\pi\acute{\alpha}\rho\kappa\alpha) + b_{10} (\epsilon\kappa\kappa\lambda\eta\sigma\acute{\iota}\epsilon\varsigma) + b_{11} (\epsilon\text{ _}\epsilon\kappa\kappa\lambda\eta\sigma\acute{\iota}\epsilon\varsigma) \end{aligned}$$

4.5 Έλεγχος συσχετίσεων και πολυσυγγραμμικότητας

Ένα επιπλέον ζήτημα προς εξέταση πριν την εφαρμογή παλινδρόμησης είναι το ζήτημα της συσχέτισης μεταξύ των μεταβλητών. Σε αυτό το σημείο της ανάλυσης είναι προτιμότερο οι ανεξάρτητες μεταβλητές που παρουσιάζουν υψηλές συσχετίσεις μεταξύ τους να μην εισαχθούν στην εξίσωση. Στον πίνακα 4.4 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του συντελεστή του Pearson για όλες τις μεταβλητές μεταξύ τους. Ο πίνακας είναι διπλής εισόδου με τις τιμές της διαγωνίου να είναι πάντα το 1 καθώς αυτή είναι η τιμή συσχέτισης κάθε μεταβλητής με τον εαυτό της. Το αναμενόμενο σε αυτό τον πίνακα είναι να υπάρχουν όσο το δυνατόν υψηλότερες τιμές συσχέτισης μεταξύ της εξαρτημένης και των ανεξάρτητων μεταβλητών. Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή γραμμικής συσχέτισης με την εξαρτημένη τόσο μεγαλύτερη επίδραση θα έχει στην τιμή της και επομένως θα ερμηνεύει μεγαλύτερο ποσοστό της εξαρτημένης αργότερα στην εξίσωση.

Η συσχέτιση της εξαρτημένης με όλες τις ανεξάρτητες είναι στατιστικά σημαντική, επομένως υπάρχει γραμμική συσχέτιση μεταξύ τους. Τα αποτελέσματα αυτών των σχέσεων αποδίδονται στην πρώτη γραμμή και αντίστοιχα στην πρώτη στήλη του πίνακα. Μεγαλύτερη συσχέτιση με τον εκτιμητή $\ln(\alpha\zeta\iota\alpha)$ έχουν οι εκτιμητές $\ln(\tau\rho\acute{\alpha}\pi\epsilon\zeta\epsilon\varsigma)$ με συντελεστή Pearson $r=,711$ ($p=,000$) και $\ln(\varphi\alpha\rho\mu\alpha\kappa\epsilon\iota\alpha)$ με συντελεστή συσχέτισης $r=,638$ ($p=,000$) και ακολουθούν οι εκτιμητές $\ln(\varphi\rho\nu\nu\tau\iota\sigma\tau\acute{\eta}\rho\iota\alpha)$, $\ln(\theta\acute{\epsilon}\alpha)$, $\ln(\delta\eta\mu\omicron\tau\iota\kappa\acute{\alpha})$ και η μεταβλητή «κάτοικοι» με συντελεστές συσχέτισης κοντά στην τιμή $r=,45$ ($p=,000$). Τη μικρότερη γραμμική συσχέτιση με την εξαρτημένη έχει ο εκτιμητής $\ln(\nu\eta\pi\iota\alpha\gamma\omega\gamma\epsilon\iota\alpha)$ με συντελεστή $r=,194$ ($p=,000$) και η μεταβλητή «εκκλησίες» με συντελεστή συσχέτισης $r=,254$ ($p=,000$). Και οι δύο αυτές περιπτώσεις η τιμή του συντελεστή συσχέτισης κατά Pearson είναι οριακή αλλά επιτρέπει την εισαγωγή των μεταβλητών στο μοντέλο υποδηλώνοντας την ύπαρξη γραμμικής συσχέτισης με τον εκτιμητή της εξαρτημένης μεταβλητής.

Σε ότι αφορά τη συσχέτιση των ανεξάρτητων μεταβλητών μεταξύ τους οι τιμές τους δίνονται στις υπόλοιπες γραμμές και στήλες του πίνακα 4.4. Είναι φανερό ότι η τιμή όριο 0,7 δεν ξεπερνάται από κανένα από τα ζεύγη των εκτιμητών των μεταβλητών που ελέγχονται. Η υπέρβαση της τιμής αυτής υποδηλώνει υψηλές συσχετίσεις που με τη σειρά τους επιβάλλουν την αφαίρεση εκείνων των μεταβλητών που τις προκαλούν, κάτι που δεν συμβαίνει στην συγκεκριμένη περίπτωση.

	Ln(τιμή)	Κάτοικοι	Εκκλησίες	Ε_εκκλησίες	Πάρκα	Ln(στάσεις)	Ln(φροντιστήρια)	Ln(δημοτικά)	Ln(νηπιαγωγεία)	Ln(τράπεζες)	Ln(θέα)	Ln(φαρμακεία)
Ln(τιμή)	1,000											
Κάτοικοι	,409**	1,000										
Εκκλησίες	-,254**	-,229**	1,000									
Ε_εκκλησίες	,384**	,221**	-,178**	1,000								
Πάρκα	-,294**	-,324**	,459**	-,306**	1,000							
Ln(στάσεις)	-,353**	-,144**	,342**	-,216**	,298**	1,000						
Ln(φροντιστήρια)	-,495**	-,225**	,375**	-,218**	,150**	,231**	1,000					
Ln(δημοτικά)	-,416**	-,327**	,495**	-,195**	,320**	,302**	,417**	1,000				
Ln(νηπιαγωγεία)	-,194**	-,271**	,515**	-,233**	,406**	,204**	,276**	,660**	1,000			
Ln(τράπεζες)	-,711**	-,317**	,380**	-,390**	,504**	,393**	,291**	,381**	,306**	1,000		
Ln(θέα)	-,466**	,014	-,155**	-,042*	-,298**	,094**	,172**	,052**	-,166**	,143**	1,000	
Ln(φαρμακεία)	-,638**	-,356**	,377**	-,374**	,478**	,427**	,464**	,412**	,328**	,646**	,168**	1,000

*. Στατιστικά σημαντικό στο επίπεδο 0.01

*. Στατιστικά σημαντικό στο επίπεδο 0.05

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4: Συσχετίσεις μεταβλητών του μοντέλου

Τιμές πολύ κοντά στην τιμή όριο έχουν οι εκτιμητές $\ln(\text{τράπεζες})$ και $\ln(\text{φαρμακεία})$ με $r=.646$ ($p=.000$) και οι εκτιμητές $\ln(\text{νηπιαγωγεία})$ και $\ln(\text{δημοτικά})$ με συντελεστή $r=.660$ ($p=.000$). Όπως έχει ήδη αναφερθεί οι υψηλές τιμές του δείκτη Pearson εκφράζουν αντιστοίχως μεγάλο βαθμό γραμμικής συσχέτισης των μεταβλητών. Για τα ζεύγη των μεταβλητών που αναφέρθηκαν προηγουμένως και για τα οποία ο συντελεστής συσχέτισης εμφανίζει τιμές κοντά στην τιμή όριο αυτή η σχεδόν γραμμική συσχέτιση εξηγείται εν μέρει από τη χωροθέτηση των δραστηριοτήτων που οι συγκεκριμένες μεταβλητές εκφράζουν. Μπορεί να παρατηρήσει κανείς ότι μεγάλος αριθμός νηπιαγωγείων χωροθετείται πλησίον ή ακόμη και δίπλα από άλλες εκπαιδευτικές μονάδες, επομένως και από δημοτικά σχολεία. Χωρική γειτνίαση υπάρχει και μεταξύ φαρμακείων και τραπεζών. Όμως και στις δύο περιπτώσεις η συσχέτιση που υπάρχει δεν είναι σε τέτοιο βαθμό ώστε να δικαιολογείται η αφαίρεση κάποιας ή κάποιων εκ των μεταβλητών του μοντέλου.

	Τιμή ανοχής	VIF
Κάτοικοι	,802	1,247
Εκκλησίες	,560	1,787
E_εκκλησιών	,794	1,259
Πάρκα	,494	2,023
$\ln(\text{στάσεις})$,750	1,333
$\ln(\text{φροντιστήρια})$,664	1,506
$\ln(\text{δημοτικά})$,451	2,218
$\ln(\text{νηπιαγωγεία})$,474	2,109
$\ln(\text{τράπεζες})$,478	2,092
$\ln(\text{θέα})$,705	1,418
$\ln(\text{φαρμακεία})$,426	2,345

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.5: Τιμές ανοχής και παράγοντας διόγκωσης διασποράς

Σε ότι αφορά το ζήτημα της πολυσυγγραμμικότητας αρκεί ο έλεγχος του παράγοντα διόγκωσης διασποράς (Variance Inflation Factor ή VIF εν συντομία). Με βάση το θεωρητικό υπόβαθρο, όταν η τιμή του δείκτη είναι μεγαλύτερη του 10 υπάρχει σημαντικό πρόβλημα πολυσυγγραμμικότητας μεταξύ των μεταβλητών του μοντέλου (Myers, 1990; Bowerman & O'Connel, 1990) Από τον πίνακα 4.5 παρατηρείται ότι οι τιμές του δείκτη κυμαίνονται από 1,247 για τον εκτιμητή «κάτοικοι» έως 2,345 για τον εκτιμητή $\ln(\text{φαρμακεία})$. Επομένως οι τιμές είναι και αρκετά κάτω του 10 και δεν υπερβαίνουν πολύ το 1.

Η μέση τιμή του δείκτη VIF εκφράζεται από το πηλίκο του αθροίσματος των τιμών VIF για όλες τις μεταβλητές προς τον αριθμό των παλινδρομητών (k):

$$\overline{VIF} = \frac{\sum_{i=1}^k VIF_i}{k}$$

Στην προκειμένη περίπτωση $\overline{VIF} = 1,758$ όχι δηλαδή πολύ πάνω από το 1. Επίσης σύμφωνα με τη θεωρία, τιμή του δείκτη ανοχής κάτω του 0,1 αποτελεί σοβαρό πρόβλημα, ενώ τιμή κάτω του 0,2 θα μπορούσε να εξελιχθεί σε πρόβλημα (Menard, 1995). Οι τιμές του συγκεκριμένου δείκτη κυμαίνονται από 0,426 έως 0,802. Επομένως το ζήτημα της πολυσυγγραμμικότητας δεν αποτελεί πρόβλημα για το μοντέλο συμπίεσης που προκύπτει και από τον έλεγχο των τιμών για το δείκτη “condition index”. Η μεγαλύτερη τιμή του μόλις που ξεπερνά την τιμή όριο (50).

Μο ντέλο	Διάσ ταση	Ιδιοτιμές	Condition Index
1	1	10,306	1,000
	2	,833	3,517
	3	,344	5,477
	4	,232	6,670
	5	,192	7,334
	6	,025	20,421
	7	,020	22,606
	8	,016	25,670
	9	,015	26,537
	10	,010	32,509
	11	,006	42,862
	12	,004	51,573

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.6: Ιδιοτιμές και condition index

4.6 Έλεγχος έκτοπων τιμών

Το SPSS παράγει έναν συνοπτικό πίνακα με τα στατιστικά αποτελέσματα των υπολοίπων. Από τον συγκεκριμένο πίνακα μπορεί να γίνει και ο έλεγχος για την ύπαρξη έκτοπων τιμών. Έτσι παρατηρήσεις με τιμές τυποποιημένων υπολοίπων εκτός

του διαστήματος $(-2, 2)$ θεωρούνται έκτοπες, και σε δείγμα που θεωρητικά ακολουθεί την κανονική κατανομή αυτές οι παρατηρήσεις δεν θα πρέπει να υπερβαίνουν το 5% επί του συνόλου των παρατηρήσεων. Πιο συγκεκριμένα, το δείγμα που εξετάζουμε αποτελείται από 2781 παρατηρήσεις. Το αναμενόμενο είναι το 5% των παρατηρήσεων (139) να είναι εκτός του διαστήματος $(-2, 2)$ και μόλις το 1% των παρατηρήσεων (27) να είναι εκτός του διαστήματος $(-2.5, 2.5)$. Από τον έλεγχο του πίνακα αυτού προκύπτει ότι 104 παρατηρήσεις είναι εκτός του διαστήματος $(-2, 2)$ και μόλις 25 παρατηρήσεις βρίσκονται εκτός του διαστήματος $(-2.5, 2.5)$. Υπάρχουν βέβαια 13 παρατηρήσεις με τιμές τυποποιημένων υπολοίπων εκτός του διαστήματος $(-3, 3)$ για τις οποίες απαιτείται περισσότερο επισταμένως έλεγχος.

Εκτός λοιπόν από τον έλεγχο των τυποποιημένων υπολοίπων η διαπίστωση των έκτοπων τιμών γίνεται και από τον έλεγχο τριών άλλων δεικτών, της απόστασης του Cook, των τιμών centered leverage και του δείκτη Mahalanobis. Οι τιμές των δεικτών για το σύνολο των παρατηρήσεων με τιμές τυποποιημένων υπολοίπων εκτός του διαστήματος $(-3,3)$ δίνονται από τον παρακάτω πίνακα. Παρατηρείται λοιπόν ότι από τις δεκατρείς αυτές παρατηρήσεις καμία δεν έχει για το δείκτη Cook τιμή μεγαλύτερη του 1 και επομένως καμία παρατήρηση δεν παρουσιάζει αδικαιολόγητη επιρροή στο μοντέλο.

Σε ότι αφορά το δείκτη επιρροής (leverage) η τιμή πάνω από την οποία οι παρατηρήσεις έχουν μεγάλη επιρροή στο μοντέλο και προκύπτει από τον πίνακα 3.3 είναι η τιμή 0,00863. Έξι παρατηρήσεις απέχουν πολύ περισσότερο απ'ότι οι υπόλοιπες από την τιμή αυτή. Τη μεγαλύτερη διαφοροποίηση εμφανίζουν οι παρατηρήσεις 1634, 1621, 1663, 1652, 1663 και 1701 με τιμές 0,018 για τις δυο πρώτες παρατηρήσεις, 0,021 για τις τρεις επόμενες και 0,052 για την τελευταία παρατήρηση.

ID	Mahalanobis	Cook	Leverage
1663	57,436	0,041	0,021
1652	59,375	0,030	0,021
1701	145,561	0,062	0,052
377	27,993	0,010	0,010
1634	49,310	0,016	0,018
1621	49,271	0,015	0,018
1629	15,384	0,005	0,006

391	30,348	0,009	0,011
1678	10,347	0,003	0,004
1663	57,436	0,041	0,021
2259	27,918	0,012	0,010
2271	12,462	0,005	0,004
2288	13,703	0,004	0,005
2276	13,225	0,004	0,005

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.7: Δείκτης Mahalanobis, απόσταση Cook και τιμές επιρροής

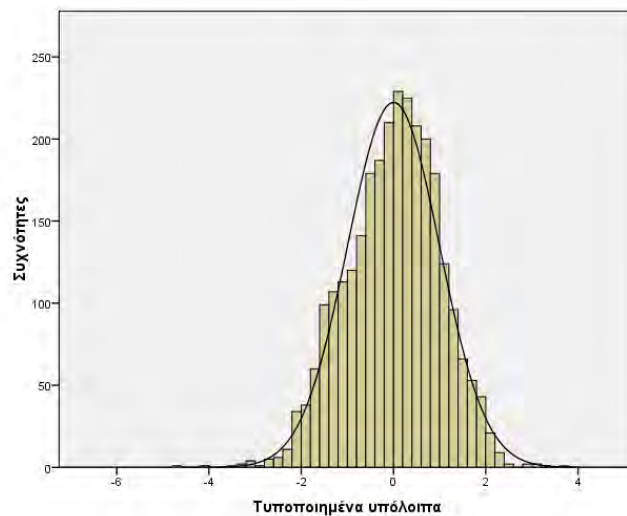
Παρατηρήσεις με υψηλές τιμές του δείκτη Leverage έχουν υψηλές τιμές και στο δείκτη Mahalanobis. Η μέγιστη επιτρεπτή απόσταση Mahalanobis για το συγκεκριμένο μοντέλο είναι το 31,26 και αυτό γιατί η μέγιστη απόσταση Mahalanobis δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη της τιμής που δίνεται από τους πίνακες του τεστ χ^2 με βαθμούς ελευθερίας όσες και ο αριθμός των ανεξάρτητων μεταβλητών ($k = 11$) και $\alpha = 0.001$. Οι έξι παρατηρήσεις που εμφανίζουν υψηλές τιμές στο δείκτη επιρροής έχουν υψηλές τιμές και στο δείκτη Mahalanobis με την παρατήρηση 1701 να έχει τη μεγαλύτερη απόκλιση από την τιμή όριο. Ο αριθμός των έκτοπων τιμών πάντως έναντι του πλήθους των παρατηρήσεων του δείγματος καθώς και το γεγονός ότι για αυτές τις παρατηρήσεις ο δείκτης Cook δεν υπερβαίνει τη μονάδα δεν δικαιολογεί την αφαίρεσή τους από το μοντέλο.

4.7 Έλεγχος υποθέσεων

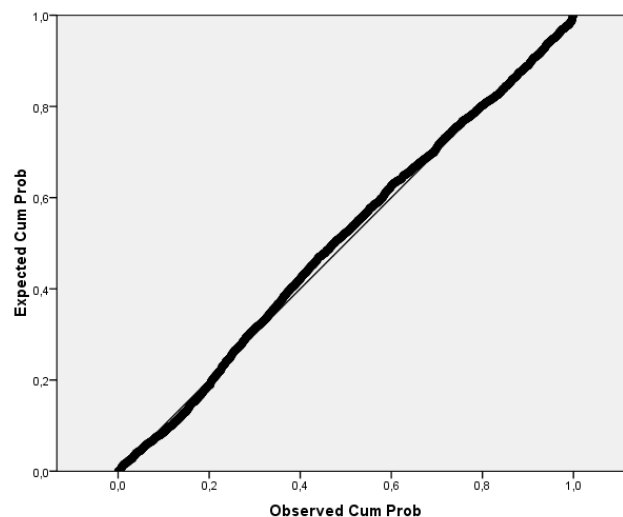
Τελευταίο στάδιο της ανάλυσης είναι ο έλεγχος των υποθέσεων της γραμμικής παλινδρόμησης. Μετά τον έλεγχο για πολυσυγγραμμικότητα των δεδομένων αλλά και της επιρροής των έκτοπων τιμών, σειρά έχει η διασφάλιση των υποθέσεων της γραμμικής παλινδρόμησης. Ο έλεγχος της κανονικότητας των υπολοίπων μπορεί να διαπιστωθεί από το ιστόγραμμα και το διάγραμμα κανονικότητας (normal probability plot) των υπολοίπων. Η ασυμμετρία (skewness) μιας κατανομής αποτελεί έκφραση της απόκλισης μιας μεταβλητής από την κανονική κατανομή. Ο δείκτης ασυμμετρίας είναι ο λεγόμενος συντελεστής ασυμμετρίας ο οποίος είναι καθαρός, πραγματικός αριθμός. Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του τόσο μεγαλύτερη είναι και η ασυμμετρία της κατανομής. Στην κανονική κατανομή οι τιμές των δεικτών της κύρτωσης και της ασυμμετρίας είναι 0.

Εφόσον τα υπόλοιπα του μοντέλου ικανοποιούν την υπόθεση της κανονικής κατανομής, το ιστόγραμμα που θα προκύψει αναμένεται να έχει τη μορφή της

καμπύλης που απαντάται στην κανονική κατανομή. Το ιστόγραμμα των υπολοίπων που προκύπτει (γράφημα 4.1) ακολουθεί την κανονική κατανομή, τουλάχιστον σε γενικές γραμμές δεδομένου και του μεγέθους του δείγματος που χρησιμοποιείται. Υπάρχει για παράδειγμα μια υπόνοια απόκλισης από την κανονικότητα λόγω στρέβλωσης (skewness) στην αριστερή πλευρά της καμπύλης, όμως αυτή η απόκλιση είναι πολύ μικρή σε σχέση με τον όγκο των δεδομένων του δείγματος και μπορεί να παραβλεφθεί με ασφάλεια και χωρίς να διακυβεύεται η αξιοπιστία στην ερμηνεία των παραμέτρων της εξίσωσης.



ΓΡΑΦΗΜΑ 4.1: Ιστόγραμμα υπολοίπων



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.2: Διάγραμμα κανονικότητας υπολοίπων

Το γεγονός αυτό ενισχύεται και από το διάγραμμα κανονικότητας των υπολοίπων (διάγραμμα 4.2). Στο συγκεκριμένο διάγραμμα παρουσιάζεται η απόκλιση ή μη των υπολοίπων από την κανονική κατανομή η οποία αποδίδεται από μία ευθεία. Σε δεδομένα που ακολουθούν τέλεια την κανονική κατανομή, τα σημεία του διαγράμματος θα βρίσκονται ακριβώς πάνω στην γραμμή αυτή. Στο διάγραμμα 4.2, παρατηρείται ότι το σύνολο των υπολοίπων ακολουθούν τη γραμμή της κανονικής κατανομής και πάλι όμως με μια μικρή απόκλιση στο κέντρο της ευθείας, απόκλιση που όπως είπαμε δικαιολογείται και από το μέγεθος του δείγματος. Συμπληρωματικά τα δύο αυτά διαγράμματα, το ιστόγραμμα των τυποποιημένων υπολοίπων και το διάγραμμα κανονικότητας των υπολοίπων, ενισχύουν το γεγονός ότι η υπόθεση κανονικότητας των υπολοίπων έχει ικανοποιηθεί και τα υπόλοιπα ακολουθούν την κανονική κατανομή σε ικανοποιητικό βαθμό.

Επιπλέον έλεγχος στο ζήτημα της κανονικότητας των υπολοίπων γίνεται και από τους δείκτες κύρτωσης (kurtosis) και στρέβλωσης (skewness) που υπολογίζονται αυτόματα μέσω του στατιστικού πακέτου SPSS. Έτσι, η τιμή της στρέβλωσης είναι - .215 με τυπικό σφάλμα .046 και η τιμή για την κύρτωση είναι ,068 με τυπικό σφάλμα ,093. Η αρνητική τιμή της στρέβλωσης σημαίνει ότι υπάρχει στρέβλωση προς τα δεξιά (δηλαδή επιμήκης αριστερή ουρά) υπερβαίνοντας μάλιστα την τιμή του τυπικού της σφάλματος υποδεικνύοντας μια μορφή εκτροπής από την κανονική κατανομή. Η τιμή της κύρτωσης από την άλλη δεν υποδηλώνει το ίδιο πρόβλημα. Επομένως θα λέγαμε ότι πρόκειται για οριακή περίπτωση.

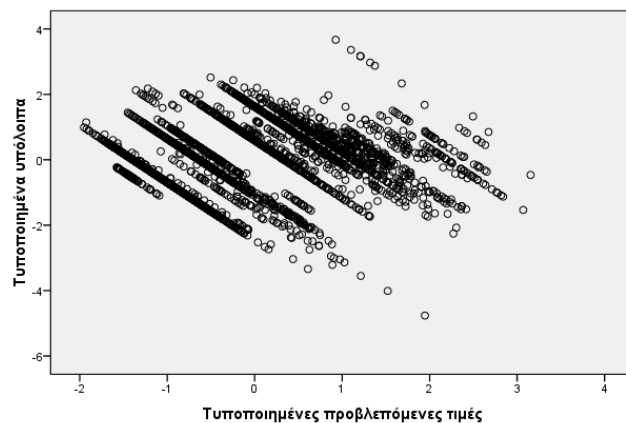
Ο δείκτης κανονικότητας κατά Kolmogorov-Smirnov από την άλλη εξετάζει την μηδενική υπόθεση της κανονικής κατανομής. Το τεστ των Kolmogorov-Smirnov είναι ένα μη παραμετρικό τεστ, το οποίο σημαίνει ότι έχει ουσία να χρησιμοποιείται για δείγματα μετρίου μεγέθους και σε μικρά δείγματα. Όταν $n > 100$ και ιδιαίτερα σε περιπτώσεις πολύ μεγαλύτερων δειγμάτων, η μέση τιμή του δείγματος θα ακολουθεί την κανονική κατανομή ακόμα και αν οι αντίστοιχες μεταβλητές δεν ακολουθούν την κανονική κατανομή, σύμφωνα με τις αρχές του κεντρικού οριακού θεωρήματος. Επομένως η συγκεκριμένη μη παραμετρική μέθοδος δεν είναι κατάλληλη σε ένα τόσο μεγάλο δείγμα. Αρκεί η οπτική επαλήθευση. Άλλωστε, σύμφωνα με τους Tabachnick και Fidell (2007) σε περιπτώσεις πολύ μεγάλων δειγμάτων, με πάνω από 200 παρατηρήσεις, όπως στην περίπτωση του δείγματός μας, η ασυμμετρία και η κύρτωση της κατανομής δεν επηρεάζει τα αποτελέσματα. Το ίδιο συμβαίνει και με την κανονικότητα. Το δείγμα βάση του οποίου θα γίνει η παλινδρομική στατιστική

ανάλυση είναι ένα αρκετά πολυπληθές δείγμα με αποτέλεσμα η προϋπόθεση κανονικότητας του πληθυσμού να μην είναι ιδιαίτερα αυστηρή (Κεβόρκ, 1985), και να εμπίπτει στο πεδίο του κεντρικού οριακού θεωρήματος σύμφωνα με το οποίο όσο μεγαλύτερο το δείγμα, τόσο περισσότερο αυτό πλησιάζει την κανονική κατανομή.

Η επόμενη υπόθεση προς εξέταση αφορά την αυτοσυσχέτιση των υπολοίπων. Ο έλεγχος γίνεται με τον δείκτη αυτοσυσχέτισης κατά Durbin-Watson ο οποίος υπολογίζεται αυτόματα από το SPSS και στην προκειμένη περίπτωση λαμβάνει την τιμή 1,535. Με αυτήν την τιμή το ζήτημα της αυτοσυσχέτισης δεν αποτελεί πρόβλημα του συγκεκριμένου μοντέλου γεγονός που δεν αναμένονταν άλλωστε αφού τα δεδομένα του μοντέλου δεν προέρχονται από διαφορετικές χρονικές περιόδους.

Ο έλεγχος της ομοσκεδαστικότητας των υπολοίπων, όπως έχει ήδη αναφερθεί, μπορεί να γίνει με δύο τρόπους: είτε με γραφικό έλεγχο, είτε μέσω κατάλληλων στατιστικών τεστ. Ο γραφικός έλεγχος πραγματοποιείται μέσω του διαγράμματος διασποράς των τυποποιημένων υπολοίπων επί των τυποποιημένων προβλεπόμενων τιμών. Το γράφημα διασποράς των υπολοίπων ZRESID και ZPRED θα πρέπει να έχει τη μορφή διάσπαρτων κουκίδων, ομοιόμορφα κατανεμημένων γύρω από το μηδέν. Η παραδοχή της σταθερότητας της τυπικής απόκλισης μπορεί να παραβιάζεται στην περίπτωση που το διάγραμμα εμφανίζει π.χ. μια στενή κατακόρυφη διασπορά για μικρά x και πλατιά διασπορά για μεγάλα x . Δηλαδή όταν το γράφημα έχει τη μορφή «χωνιού» τότε υπάρχει ετεροσκεδαστικότητα στα δεδομένα.

Στο διάγραμμα 4.3 όντως υπάρχει η υπόνοια για την ύπαρξη ετεροσκεδαστικότητας στα δεδομένα του συγκεκριμένου μοντέλου αφού το διάστημα των τιμών του άξονα Y αυξάνει καθώς αυξάνουν και οι τιμές του άξονα των X . Θεωρητικά με τη χρήση των λογαρίθμων, δηλαδή με την τροποποίηση των αρχικών τιμών των μεταβλητών έχει επέλθει και μείωση της ετεροσκεδαστικότητας των υπολοίπων, αν θεωρήσουμε ότι αυτή προϋπήρχε. Έχει όμως εξαλειφθεί; Διότι σε περίπτωση που το φαινόμενο της ετεροσκεδαστικότητας υπάρχει τότε όλες οι παρατηρήσεις αποκτούν το ίδιο βάρος όταν στην πραγματικότητα παρατηρήσεις με μεγαλύτερη διακύμανση των υπολοίπων περιέχουν λιγότερη πληροφορία απ' ότι οι παρατηρήσεις με μικρότερη διακύμανση των υπολοίπων (Berry & Feldman, 1985).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.3: Έλεγχος ετεροσκεδαστικότητας

Η επιβεβαίωση θα δοθεί με το τεστ των Breusch-Pagan. Ακολουθώντας τα πιο πάνω βήματα προκύπτει:

$$\text{chi2}(1) = 9.71$$

$$\text{Prob} > \text{chi2} = 0.0018$$

Η τιμή του που προκύπτει είναι στατιστικά σημαντική στο επίπεδο $\alpha=0.01$ και επομένως απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση της ομοσκεδαστικότητας. Αν και η τιμή της ετεροσκεδαστικότητας που παρατηρείται δεν είναι μεγάλη, δεν αγνοείται και συνυπολογίζεται στα αποτελέσματα που ακολουθούν.

Μια παραλλαγή αυτού του τεστ είναι η παλινδρόμηση των προβλεπόμενων τιμών της αρχικής εξίσωσης έναντι των ανεξάρτητων μεταβλητών της αρχικής εξίσωσης. Η διαδικασία περιλαμβάνει τρία απλά βήματα:

- Υπολογισμό του μοντέλου με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων. Για κάθε παρατήρηση γίνεται υπολογισμός των τετραγώνων των υπολοίπων u^2
- Εφαρμογή της παλινδρόμησης στο μοντέλο για το οποίο ανεξάρτητη μεταβλητή είναι το τετράγωνο των υπολοίπων του προηγούμενου βήματος και ανεξάρτητες μεταβλητές είναι οι ίδιες με το αρχικό μοντέλο. Από αυτή την παλινδρόμηση προκύπτει ένα νέο R_u^2 .
- Από τις τιμές του τεστ F και την κατανομή $F_{k,n-k-1}$ ή του δείκτη LM και την κατανομή χ_k^2 , προκύπτει και η αντίστοιχη τιμή στατιστικής σημαντικότητας (p). Αν η τιμή του p είναι σημαντικά μικρή και μάλιστα μικρότερη από το όριο στατιστικής σημαντικότητας που θέτουμε, τότε απορρίπτεται η υπόθεση της ομοσκεδαστικότητας.

Με την εφαρμογή των παραπάνω βημάτων στην εξίσωση

$$u^2 = b_0 + b_1 \ln(\delta\eta\mu\omicron\tau\iota\acute{\kappa}\acute{\alpha}) + b_2 \ln(\nu\eta\pi\iota\alpha\gamma\omega\gamma\acute{\epsilon}\iota\alpha) + b_3 \ln(\phi\rho\omicron\nu\tau\iota\sigma\eta\acute{\rho}\iota\alpha) \\ + b_4 \ln(\sigma\acute{\tau}\alpha\sigma\epsilon\iota\varsigma) + b_5 \ln(\theta\acute{\epsilon}\alpha) + b_6 \ln(\phi\alpha\rho\mu\alpha\kappa\acute{\alpha}\alpha) + b_7 \ln(\tau\rho\acute{\alpha}\pi\epsilon\zeta\epsilon\varsigma) + b_8 (\kappa\acute{\alpha}\tau\omicron\iota\kappa\omicron\iota) \\ + b_9 (\pi\acute{\alpha}\rho\kappa\alpha) + b_{10} (\epsilon\kappa\kappa\lambda\eta\sigma\acute{\iota}\epsilon\varsigma) + b_{11} (\epsilon - \epsilon\kappa\kappa\lambda\eta\sigma\acute{\iota}\epsilon\varsigma)$$

προκύπτει $R_{u^2}^2 = 0,073$

Λαμβάνοντας υπόψη ότι $n = 2781$ και $k = 11$ ισχύει:

$$LM = nR_{u^2}^2 = 2781 * 0,073 = 203,013$$

Από τον πίνακα της κατανομής χ^2 προκύπτει ότι η κρίσιμη τιμή για $\beta.ε. = 11$ στο 1% είναι $31,26 < 203,013$

Για την αντιμετώπιση του ζητήματος της ετεροσκεδαστικότητας που προέκυψε προτείνεται η χρήση των *Robust errors* έναντι των τυπικών σφαλμάτων που υπολογίζει η γραμμική παλινδρόμηση.

4.8 Συντελεστές παλινδρόμησης

Η εξίσωση παλινδρόμησης που προκύπτει τελικά από το μοντέλο είναι της μορφής:

$$\ln(\alpha\acute{\xi}\iota\epsilon\varsigma) = b_0 - 0,1095 \ln(\delta\eta\mu\omicron\tau\iota\acute{\kappa}\acute{\alpha}) + 0,09469 \ln(\nu\eta\pi\iota\alpha\gamma\omega\gamma\acute{\epsilon}\iota\alpha) - 0,1559 \ln(\phi\rho\omicron\nu\tau\iota\sigma\eta\acute{\rho}\iota\alpha) \\ - 0,010185 \ln(\sigma\acute{\tau}\alpha\sigma\epsilon\iota\varsigma) - 0,24696 \ln(\theta\acute{\epsilon}\alpha) - 0,0581441 \ln(\phi\alpha\rho\mu\alpha\kappa\acute{\alpha}\alpha) - 0,304857 \ln(\tau\rho\acute{\alpha}\pi\epsilon\zeta\epsilon\varsigma) \\ + 0,004819(\kappa\acute{\alpha}\tau\omicron\iota\kappa\omicron\iota) - 0,0001114(\pi\acute{\alpha}\rho\kappa\alpha) + 0,0001711(\epsilon\kappa\kappa\lambda\eta\sigma\acute{\iota}\epsilon\varsigma) + 0,0003127(\epsilon - \epsilon\kappa\kappa\lambda\eta\sigma\acute{\iota}\epsilon\varsigma)$$

Ο συντελεστής προσδιορισμού της παλινδρόμησης έχει τιμή $R^2 = 0,7583$ γεγονός που σημαίνει ότι το ποσοστό της διακύμανσης της εξαρτημένης που ερμηνεύουν οι ανεξάρτητες μεταβλητές ανήγειται σε ποσοστό 75,83%. Η συγκεκριμένη τιμή αποτελεί ένα ικανοποιητικό ποσοστό σε σύγκριση με αντίστοιχα ηδονικά μοντέλα παλινδρόμησης της ξένης βιβλιογραφίας. Η διαφορά μεταξύ της τιμής R^2 και $\text{adjusted } R^2$ είναι στο 0,001 που σημαίνει ότι το μοντέλο που χρησιμοποιείται ανταποκρίνεται ικανοποιητικά καθώς αν αντί δείγματος στο μοντέλο λαμβάνονταν υπόψη όλος ο πληθυσμός τότε θα επεξηγούσε μόλις 0,1% λιγότερο από την διακύμανση της εξαρτημένης μεταβλητής. Ενδιαφέρον επίσης παρουσιάζει ο δείκτης F ο οποίος ουσιαστικά εκφράζει την αναλογία της δυνατότητας πρόβλεψης του μοντέλου σε σχέση με το μέγεθος της ανακρίβειας που τυχόν ακόμα να κρύβει το

μοντέλο. Στο συγκεκριμένο μοντέλο ο δείκτης λαμβάνει την τιμή $F = 1314,59$ με ελάχιστη πιθανότητα η τιμή αυτή να είναι τυχαία ($p=.000$).

Ιθαξίες	Συντελεστές	Robust std. errors	t	P> t	[95% διάστημα εμπιστοσύνης]	
Ληφάρμακεία	-.0581441	.0134117	-4.34	0.000	-.084442	-.0318462
Ληθέα	-.2469584	.0102366	-24.13	0.000	-.2670305	-.2268862
Λητράπεζες	-.3048578	.0098631	-30.91	0.000	-.3241976	-.285518
Ληνηπιαγωγεία	.0946906	.0133892	7.07	0.000	.0684369	.1209443
Ληδημοτικά	-.1095494	.0136362	-8.03	0.000	-.1362876	-.0828113
Ληφροντιστήρια	-.1558759	.0104029	-14.98	0.000	-.1762741	-.1354777
Ληστάσεις	-.010185	.0094679	-1.08	0.282	-.0287498	.0083798
Πάρκα	-.0001114	.0000339	-3.28	0.001	-.0001779	-.0000449
E_εκκλησιών	.0003127	.0000422	7.41	0.000	.0002299	.0003954
Εκκλησίες	.0001711	.0000403	4.25	0.000	.0000922	.0002501
Κάτοικοι	.004819	.0003294	14.63	0.000	.004173	.005465
Σταθερά	10.85749	.1084744	100.09	0.000	10.64479	11.07019
Αριθμός παρατηρήσεων = 2781						
F(11,2769) = 1314.59						
Prob > F = 0.0000						
R-squared = 0.7583						

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.8: Αποτελέσματα παλινδρόμησης

Από τον έλεγχο στατιστικής σημαντικότητας των συντελεστών παλινδρόμησης (η στήλη $P>|t|$ στον πίνακα 4.8) προκύπτει ότι για το σύνολο των ανεξάρτητων μεταβλητών του μοντέλου οι συντελεστές παλινδρόμησης είναι στατιστικά σημαντικοί με τιμή $p < .05$. Εξάιρεση σε αυτό αποτελεί η μεταβλητή $\ln(\text{στάσεις})$ για την οποία γίνεται αποδεκτή η αρχική μηδενική υπόθεση και επομένως στο συγκεκριμένο μοντέλο δεν εμφανίζει σημαντική επίδραση με την εξαρτημένη και δεν θα αναλυθεί περαιτέρω.

Σε ότι αφορά τις τιμές του τεστ t αποτελούν τρόπο μέτρησης του κατά πόσο μια μεταβλητή συμβάλει σημαντικά στο μοντέλο. Τη μεγαλύτερη επίδραση εμφανίζει η παράμετρος $\ln(\text{τράπεζες})$ με $t=-30.91$, $p<.001$) και τη μικρότερη η παράμετρος $\ln(\text{πάρκα})$ με $t=-3.28$, $p<.001$). Οι τυποποιημένες τιμές των συντελεστών παλινδρόμησης υπολογίζονται μονάδες τυπικής απόκλισης (standard deviation measures) και επομένως είναι άμεσα συγκρίσιμα μεγέθη μεταξύ τους. Εκφράζουν τον αριθμό τυπικών αποκλίσεων με βάση τον οποίο θα αλλάξει η τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής όταν αλλάξει κατά μια τυπική απόκλιση η τιμή της ανεξάρτητης μεταβλητής.

Από τον έλεγχο των διαστημάτων εμπιστοσύνης των μη τυποποιημένων συντελεστών παλινδρόμησης παρατηρούμε ότι για καμία μεταβλητή το διάστημα αυτό δεν υπερβαίνει την τιμή 0, δηλαδή κανένα διάστημα εμπιστοσύνης δεν κυμαίνεται μεταξύ θετικών και αρνητικών αριθμών και επομένως μπορεί να προσδιοριστεί τουλάχιστον το είδος της σχέσης (θετική ή αρνητική) μεταξύ εξαρτημένης και ανεξάρτητων μεταβλητών.

Οι τιμές των συντελεστών παλινδρόμησης αποτελούν έκφραση της σχέσης των ανεξάρτητων μεταβλητών με την εξαρτημένη. Εάν η τιμή είναι θετική τότε και η σχέση εξαρτημένης και ανεξάρτητης μεταβλητής είναι θετική. Εάν είναι αρνητική τότε και η σχέση μεταξύ των μεταβλητών είναι αρνητική. Επιπλέον οι συντελεστές παλινδρόμησης καθορίζουν το βαθμό που κάθε μεταβλητή επηρεάζει το τελικό αποτέλεσμα με την προϋπόθεση ότι οι υπόλοιπες μεταβλητές διατηρούνται σταθερές. Τα πρόσημα στους συντελεστές παλινδρόμησης είναι τα προβλεπόμενα, το οποίο σημαίνει ότι οι ανεξάρτητες μεταβλητές έχουν την αναμενόμενη επίδραση στην εξαρτημένη.

Πιο αναλυτικά παρατηρείται ότι αύξηση στην τιμή της μεταβλητής που εκφράζει την απόσταση από φαρμακεία επιδρά αρνητικά στις τιμές των οικοδομικών τετραγώνων. Αυτό σημαίνει ότι όσο μεγαλύτερη είναι η απόσταση που απέχει ένα οικοδομικό τετράγωνο από φαρμακείο τόσο μειώνεται η τιμή του. Η εγγύτητα επομένως σε υπηρεσίες υγείας επιδρούν αυξητικά στις τιμές των ΟΤ και μάλιστα ποσοστιαία αύξηση της απόστασης από φαρμακείο κατά 1% προκαλεί μείωση στις τιμές ΟΤ κατά 0,058%. Τη μεγαλύτερη επίδραση στην εξαρτημένη εμφανίζει η μεταβλητή που εκφράζει την απόσταση από τράπεζες. Έτσι με αύξηση κατά 1% της απόστασης από τράπεζες προκαλείται μείωση των τιμών του εκάστοτε ΟΤ σε ποσοστό 0,349%. Επιπλέον όταν ο αριθμός των κατοίκων ενός οικοδομικού τετραγώνου αυξηθεί κατά ένα άτομο τότε η τιμή του αυξάνεται σε ποσοστό 0,48%.

Σε ότι αφορά τις μεταβλητές που εκφράζουν απόσταση από εκπαιδευτικές μονάδες παρατηρείται το εξής παράδοξο. Ενώ οι παράμετροι $\ln(\text{δημοτικά})$ και $\ln(\text{φροντιστήρια})$ έχουν αρνητική επιρροή επί της εξαρτημένης, η μεταβλητή $\ln(\text{νηπιαγωγεία})$ παρουσιάζει θετική. Αυτό σημαίνει ότι αύξηση κατά 1% της απόστασης ενός οικοδομικού τετραγώνου από δημοτικά σχολεία και φροντιστήρια ξένων γλωσσών έχει ως αποτέλεσμα την μείωση της τιμής του σε ποσοστό 0,11% και 0,16% αντίστοιχα. Το αντίθετο φαινόμενο προκαλεί η γειτνίαση σε νηπιαγωγείο.

Έτσι η αύξηση κατά 1% της απόστασης ενός οικοδομικού τετραγώνου από νηπιαγωγείο προκαλεί αύξηση της τιμής του κατά 0,095%.

Ως αναμενόμενο επίσης, η εγγύτητα σε φυσικό περιβάλλον ιδιαίτερου κάλλους προκαλεί αύξηση στις τιμές των οικοδομικών τετραγώνων. Σε αυτήν την κατηγορία εντάσσονται δύο είδη μεταβλητών: η απόσταση από την ακτή και η απόσταση από πάρκο. Το πρόσημο των συντελεστών παλινδρόμησης και στις δύο περιπτώσεις είναι αρνητικό, γεγονός που σημαίνει ότι η αύξηση της απόστασης από το φυσικό περιβάλλον, την ακτή ή το πάρκο, προκαλεί μείωση στην αξία του οικοδομικού τετραγώνου. Έτσι, αύξηση κατά 1% της απόστασης κάθε οικοδομικού τετραγώνου από συγκεκριμένα σημεία της παραλίας προκαλεί μείωση στην τιμή του κατά 0,25% ενώ αύξηση κατά ένα μέτρο της απόστασης ενός ΟΤ από πάρκο μειώνει την τιμή του κατά 0,011%.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι μεταβλητές που σχετίζονται με την εγγύτητα σε εκκλησίες. Προκύπτει απ' την ανάλυση ότι η αύξηση κατά ένα μέτρο της απόστασης ενός οικοδομικού τετραγώνου από την πλησιέστερη εκκλησία προκαλεί αύξηση της τιμής του κατά 0,017%. Στην εξίσωση όμως εισάγεται και η μεταβλητή που αφορά το μέγεθος της πλησιέστερης εκκλησίας. Έτσι αύξηση κατά 1 τ.μ. στον εμβαδόν της πλησιέστερης εκκλησίας προκαλεί αύξηση της τιμής του ΟΤ κατά 0,031%.

Ο υπολογισμός των παραπάνω ελαστικοτήτων ισχύει για μικρές μεταβολές του x . Στην περίπτωση μεγάλων μεταβολών του x προτιμάται ο υπολογισμός της επίδρασης που έχει κάθε x στο y να γίνεται βάσει του τύπου $(2^{\text{συντελεστής}} - 1)$ (Jim & Chen, 2009). Αν τα παραπάνω αποτελέσματα ειπωθούν υπό το πρίσμα της επιρροής της κάθε μεταβλητής στην εξαρτημένη προκύπτει ο πίνακας 4.9.

	Συντελεστές παλινδρόμησης	ΕΠΙΡΡΟΗ
Ληφαρμακεία	-.0581441	-3,95% *
Ληθέα	-.2469584	-15,73% *
Λητράπεζες	-.3048578	-19,05% *
Ληνηπιαγωγεία	.0946906	6,784% *
Ληδημοτικά	-.1095494	-7,312% *
Ληφροντιστήρια	-.1558759	-10,24% *
Πάρκα	-.0001114	-0,0078% **
Ε_εκκλησιών	.0003127	0,0217% **
Εκκλησίες	.0001711	0,0119% **

	Συντελεστές παλινδρόμησης	ΕΠΙΡΡΟΗ
Κάτοικοι	.004819	0,335% **

* μεταβολή στο 100%

** μεταβολή ανά μία μονάδα μέτρησης

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.9: Επιρροή ανά μεταβλητή

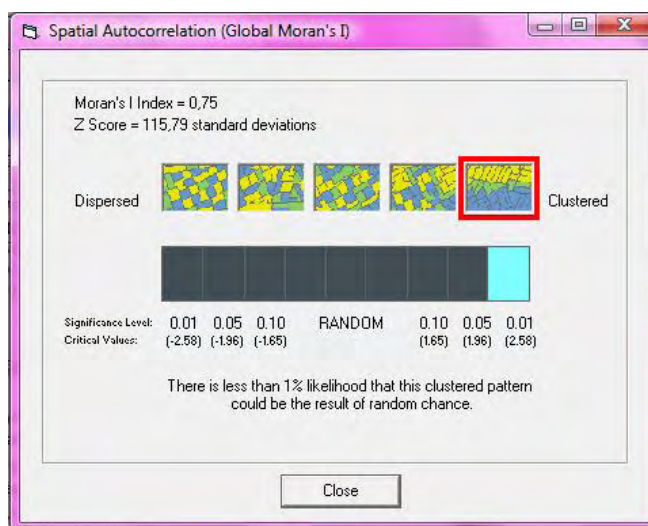
Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι αύξηση κατά 100% της απόστασης από φαρμακείο προκαλεί θετική επίδραση στην τιμή ενός ΟΤ κατά 3,95%. Πέντε φορές μεγαλύτερη είναι η θετική επίδραση της θέας στην τιμή του ΟΤ κατά 15,73% ενώ λίγο μεγαλύτερη είναι και η επιρροή των τραπεζών σε ποσοστό 19,05%. Σε ότι αφορά τον εκπαιδευτικό τομέα, η επίδραση των δημοτικών σχολείων και των φροντιστηρίων ξένων γλωσσών επίσης επιδρά αυξητικά στην τιμή ενός ΟΤ κατά 7,3% και 10,24%. Το παράδοξο σε αυτήν την περίπτωση είναι ότι η αύξηση της απόστασης από νηπιαγωγείο κατά 100% προκαλεί αύξηση της τιμής ενός ΟΤ κατά 6,78%.

Για τις επόμενες μεταβλητές η επιρροή που αναφέρεται δεν αφορά σε αύξηση της x σε ποσοστό κατά 100% αλλά στην επιρροή προς την εξαρτημένη από την αύξηση κατά μία μονάδα της εκάστοτε ανεξάρτητης μεταβλητής. Έτσι η αύξηση κατά 1 μέτρο της απόστασης από πάρκο θα έχει ως αποτέλεσμα η τιμή ενός ΟΤ να πέσει κατά 0,0078% ενώ αν η απόσταση από εκκλησία αυξηθεί κατά ένα μέτρο τότε η τιμή θα ανέβει κατά 0,0119%. Το αντίθετο συμβαίνει με την γειτνίαση σε εκκλησίες με μεγάλο εμβαδόν. Έτσι η αύξηση κατά ένα τετραγωνικό μέτρο στο εμβαδόν μιας εκκλησίας προκαλεί αύξηση στην τιμή ενός ΟΤ κατά 0,0119%. Τέλος η αύξηση του αριθμού των κατοίκων ενός ΟΤ κατά ένα άτομο, προκαλεί αύξηση της τιμής ενός ΟΤ κατά 0,335%.

Η ανάλυση που προηγήθηκε απέδωσε ένα μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης με ικανοποιητικό ποσοστό για το συντελεστή προσδιορισμού της παλινδρόμησης, τουλάχιστον στα πλαίσια λειτουργίας των ηδονικών μοντέλων. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω η τιμή για το $R^2 = 0,758$ παρουσιάζει τη δημιουργία ενός ικανοποιητικού μοντέλου που όμως αφήνει ανεξήγητο το 24,2% της διακύμανσης των τιμών της εξαρτημένης μεταβλητής. Μέρος αυτής της διακύμανσης ενδεχομένως να είναι αποτέλεσμα της αρχικής θεώρησης ότι οι σχέσεις των μεταβλητών του μοντέλου είναι σταθερές στο χώρο όταν στην πραγματικότητα κάτι τέτοιο ίσως να μην ισχύει. Κάτι τέτοιο θα σήμαινε ότι το αρχικό μοντέλο δεν έχει προσδιοριστεί σωστά και επομένως και τα αποτελέσματα που έχουν προκύψει είναι αμφισβητούμενα.

Ο κλασικός τρόπος για τον προσδιορισμό λαθών σε ένα χωρικό μοντέλο είναι η χαρτογράφηση των υπολοίπων του. Η χαρτογράφηση των υπολοίπων της γραμμικής παλινδρόμησης, χάρτης 11, φανερώνει την ύπαρξη μοτίβου γεγονός που ενισχύει τις υπόνοιες για την ύπαρξη χωρικής αυτοσυσχέτισης των δεδομένων. Η κατανομή των υπολοίπων δεν είναι τυχαία με τη δημιουργία ζωνών αρνητικών τιμών για το βόρειο τμήμα της πόλης, για τμήμα της Νεάπολης και της συνοικίας Παλιά καθώς επίσης και για μεγάλο τμήμα της περιοχής των Αλυκών. Αυτό συνάδει και με την γενική εικόνα στην αγορά γης της πόλης όπως προέκυψε και από το χάρτη (χάρτης 3) όπου για τις συγκεκριμένες περιοχές οι αξίες των οικοδομικών τετραγώνων παραμένουν αρκετά χαμηλές.

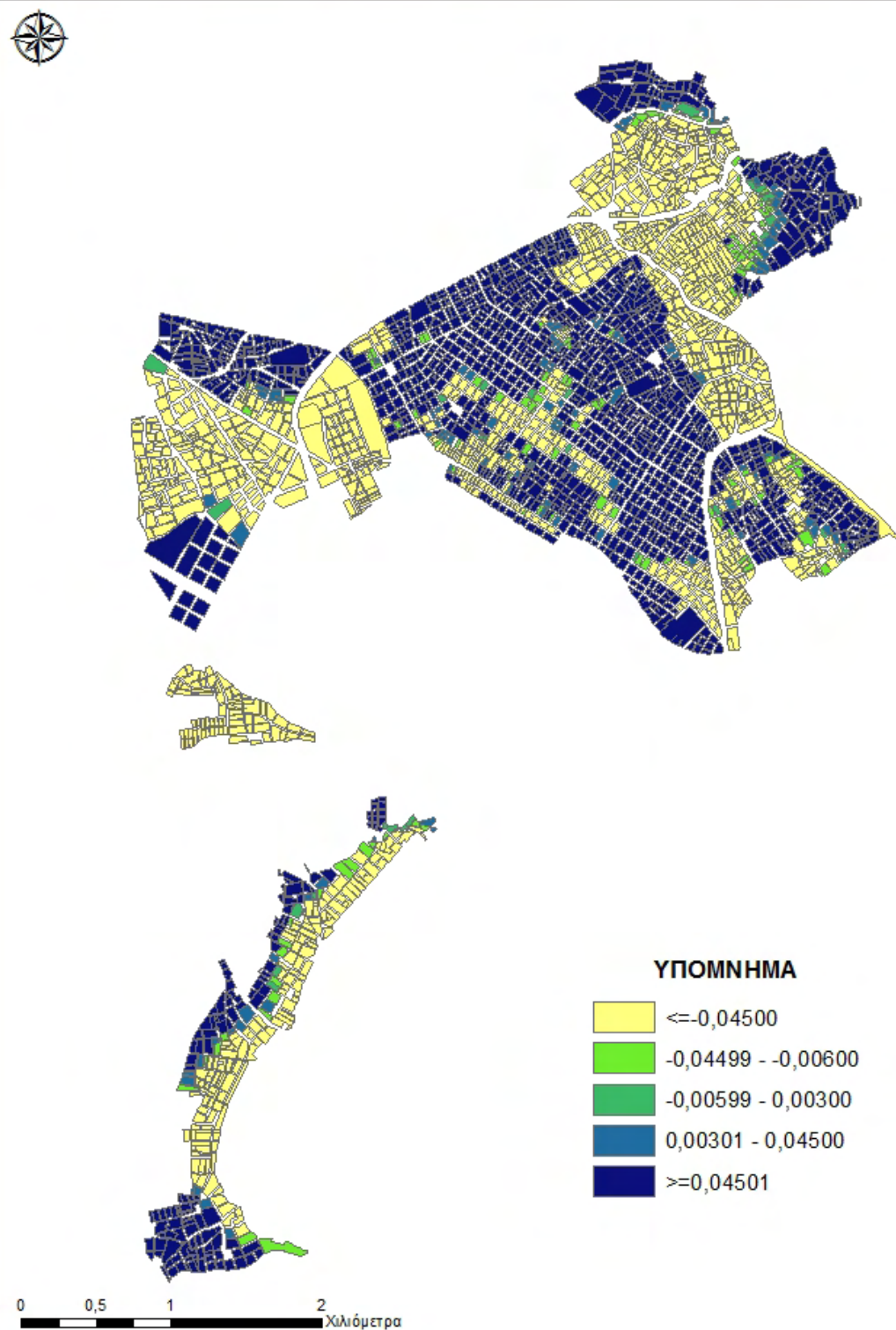
Η οπτική αυτή διαπίστωση επιβεβαιώνεται και από τον αντίστοιχο στατιστικό έλεγχο. Ο δείκτης Moran I (εικόνα 4.1) υπολογίζει το κατά πόσο το προβαλλόμενο μοτίβο είναι διασπαρμένο, ομαδοποιημένο ή τυχαίο. Για τιμές του δείκτη $Z(I)$ ή του p που εκφράζουν στατιστική σημαντικότητα η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται. Σε αυτήν την περίπτωση η μηδενική υπόθεση υποστηρίζει το γεγονός ότι οι τιμές προς εξέταση κατανέμονται με τυχαίο τρόπο στην περιοχή ενδιαφέροντος. Θετικές τιμές του δείκτη εκφράζουν την τάση προς ομαδοποίηση ενώ αρνητικές τιμές του δείκτη εκφράζουν την τάση για διασπορά. Για το μοντέλο απλής γραμμικής παλινδρόμησης που εξετάζεται εδώ προκύπτει δείκτης $Z(I) = 115,79$ και $p = .000$



ΕΙΚΟΝΑ 4.1: Αποτελέσματα του δείκτη Moran(I) στο ArcGis 9.3

Γίνεται κατανοητό και από την οπτική διερεύνηση και από τον έλεγχο του δείκτη του Moran I ότι ίσως κάποιες από τις παραμέτρους του μοντέλου να παρουσιάζουν χωρική μη-στασιμότητα. Για το λόγο αυτό η ανάλυση προχωρά ένα βήμα πιο πέρα με τη χρήση μεθόδων παλινδρόμησης τοπικής κλίμακας.

ΧΑΡΤΗΣ 11: ΥΠΟΛΟΙΠΑ ΓΡΑΜΜΙΚΗΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ



4.9 Γεωγραφικά σταθμισμένη παλινδρόμηση

Τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία ενός μοντέλου γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης στην ουσία αναφέρονται και αναπαριστούν συγκεκριμένα σημεία ή πολύγωνα στο χώρο. Εφόσον σχετίζονται με περιοχές (και όχι με σημεία στο χώρο) επιλέγεται η χρήση κάποιου αντιπροσωπευτικού χαρακτηριστικού σημείου του πολυγώνου για την αναπαράσταση της γεωγραφικής τους θέσης. Στην περίπτωση πολυγώνων αυτό είναι το κεντροειδές τους. Αυτές οι παρατηρήσεις αποτελούν τα σημεία παλινδρόμησης στη γεωγραφικά σταθμισμένη παλινδρόμηση. Στόχος της είναι ο προσδιορισμός εκτιμήσεων τοπικής κλίμακας των παραμέτρων για όλα τα σημεία παλινδρόμησης.

Για την ανάλυση του μοντέλου γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό GWR 2.0. Οι μεταβλητές του μοντέλου είναι οι ίδιες με εκείνες του μοντέλου της γραμμικής παλινδρόμησης. Η εξίσωση που εξετάζεται πλέον είναι της μορφής:

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_k \beta_k(u_i, v_i) x_{ik} + \varepsilon_i$$

όπου y η εξαρτημένη μεταβλητή Ιναξία και β_k το σύνολο των ανεξάρτητων μεταβλητών με k τον αριθμό των παραμέτρων ήτοι $k = 11$. Στην περίπτωση που το μοντέλο παράγει ετερογενείς διακυμάνσεις των υπολοίπων θα πρέπει να προστεθεί μία ακόμα μεταβλητή με βάση την οποία κάθε παρατήρηση σταθμίζεται με ένα επιπλέον μη-γεωγραφικό βάρος με στόχο την όσο το δυνατόν σταθεροποίηση του σφάλματος. Τέλος, για την ολοκλήρωση της διαδικασίας και την εφαρμογή της ΓΣΠ απαιτείται ο προσδιορισμός του εύρους του πυρήνα καθώς και τη μορφή του βάρους που θα εφαρμοστεί.

Για τις ανάγκες της παρούσης ερευνητικής εφαρμογής, στην επιλογή του πυρήνα επιλέχθηκε η χρήση της δίβαρης συνάρτησης:

$$w_{ij} = \begin{cases} [1 - (d_{ij} / b^2)]^2 & \alpha \nu \quad d_{ij} < b \\ 0 & \alpha \nu \quad d_{ij} > b \end{cases}$$

Στο σημείο παλινδρόμησης i το βάρος ισούνται με τη μονάδα και σταδιακά μηδενίζεται όταν η απόσταση μεταξύ των σημείων i και j φτάσει να είναι ίση με την απόσταση που ορίζεται από το εύρος του πυρήνα. Σε ότι αφορά το εύρος, επιλέχθηκε να είναι τέτοιο ώστε κάθε σημείο παλινδρόμησης να έχει τον ίδιο αριθμό σημείων με μη μηδενικά βάρη. Ο τρόπος επιλογής του κατάλληλου αριθμού σημείων

γίνεται με γνώμονα το κριτήριο Akaike. Το εύρος που αυτόματα επιλέχθηκε από το πρόγραμμα έτσι ώστε να ελαχιστοποιεί το κριτήριο Akaike είναι $b = 158$ δηλαδή το μέγεθος της γειτονιάς για κάθε σημείο παλινδρόμησης περιλαμβάνει 158 γειτονικά του σημεία, ποσοστό που αντιστοιχεί σε ποσοστό 17,6% επί του συνολικού αριθμού του δείγματος.

4.9.1 Αποτελέσματα ΓΣΠ

Όπως χαρακτηριστικά προαναφέρθηκε η δημιουργία ενός μοντέλου γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης αποσκοπεί κυρίως στη διαπίστωση δυναμικών που δεν μπορεί να αποδώσει το κλασικό μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης. Πρόκειται στην ουσία για ένα διερευνητικό εργαλείο στατιστικής ανάλυσης. Είναι επομένως ιδιαίτερα χρήσιμο να προκαθοριστεί το ενδεχόμενο κάποιες εκ των τοπικών παραμέτρων να είναι μη σταθερές στο χώρο. Ο έλεγχος αυτός πραγματοποιείται με την χρήση του τεστ στατιστικής σημαντικότητας Monte Carlo, τα αποτελέσματα του οποίου αποδίδονται στον πίνακα 4.9.

Παράμετρος	Τιμή-p
Σταθερά	.000
Lnστάσεις	.640
Lnφροντιστήρια	.000
Lnδημοτικά	.000
Lnηπιαγωγεία	.000
Lnτράπεζες	.000
Lnθέα	.000
Lnφαρμακεία	.000
Εκκλησίες	.000
Ε_εκκλησίες	.000
Πάρκα	.000
Κάτοικοι	.000

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.10: Έλεγχος σημαντικότητας Monte Carlo

Ο έλεγχος στατιστικής σημαντικότητας Monte Carlo των παραμέτρων δίνει για όλες τις παραμέτρους τιμή $p = .000$ με μοναδική εξαίρεση την παράμετρο $\ln(\text{στάσεις})$ για την οποία $p = .640$. Αυτό συνεπάγεται ότι υπάρχει σημαντική χωρική διακύμανση στις εκτιμήσεις των παραμέτρων τοπικής κλίμακας για όλες τις παραμέτρους εκτός της παραμέτρου $\ln(\text{στάσεις})$. Λαμβάνοντας αυτό υπόψη, στη χαρτογράφηση των παραμέτρων που θα ακολουθήσει δεν θα συμπεριληφθεί η συγκεκριμένη παράμετρος

Ο έλεγχος των έκτοπων τιμών, όπως ήδη αναφέρθηκε, βασίζεται στον έλεγχο των τυποποιημένων υπολοίπων (r_i). Όταν οι τιμές των τυποποιημένων υπολοίπων βρίσκονται εκτός του διαστήματος $-3 < r_i < +3$ τότε μια παρατήρηση χαρακτηρίζεται ως έκτοπη και πρέπει να αφαιρεθεί από το μοντέλο. Η παρούσα ανάλυση δεν απέδωσε έκτοπες παρατηρήσεις καθώς οι τιμές των τυποποιημένων υπολοίπων κυμαίνονται στο διάστημα $-0,637 < r_i < +0,559$. Ομοίως, δεν υπάρχουν παρατηρήσεις με υψηλές τιμές του δείκτη Cook ή του δείκτη επιρροής γεγονός που ενισχύει το συμπέρασμα ότι στο συγκεκριμένο μοντέλο τοπικής κλίμακας δεν υπάρχουν παρατηρήσεις με αφύσικα μεγάλη επιρροή.

Ο συντελεστής προσδιορισμού τοπικής κλίμακας όπως αποδόθηκε από το μοντέλο έχει τιμή $r_i^2 = 0.978$. Η τιμή του συγκεκριμένου δείκτη δεν είναι άμεσα συγκρίσιμη με την τιμή του αντίστοιχου δείκτη της κλασσικής παλινδρόμησης και η αύξηση που παρατηρείται είναι αναμενόμενη.

Δείκτες	Αποτελέσματα OLS	Αποτελέσματα GWR
Αριθμός παρατηρήσεων	2781	2781
Αριθμός ανεξάρτητων μεταβλητών (+σταθερό όρο)	12	12
Πλήθος γειτονικών σημείων	158	-
Άθροισμα τετραγώνων των υπολοίπων (RSS)	31.1495361	350.1936
Τελικός αριθμός παραμέτρων	330.025942	12
Σίγμα	0.112734394	0.355625279
Κριτήριο πληροφοριών Akaike	-3847.65525	2155.814
Συντελεστής προσδιορισμού	0.978499431	0.758283351
F	78.9360	1314.59

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.11: Σύγκριση αποτελεσμάτων GWR και OLS.

Το σύνολο των παρατηρήσεων που λήφθηκαν υπόψη στο μοντέλο γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης ήτοι τα σημεία παλινδρόμησης είναι $N = 2781$ όσες και οι παρατηρήσεις της γραμμικής παλινδρόμησης. Το πλήθος της γειτονιάς κάθε σημείου παλινδρόμησης είναι $N = 158$ που αντιστοιχεί σε ποσοστό 17,6% επί του συνολικού αριθμού του δείγματος. Το άθροισμα των τετραγώνων των υπολοίπων είναι $RSS = 31.1495361$ και πρόκειται για ένα δείκτη που χρησιμοποιείται στον υπολογισμό των επομένων στατιστικών αποτελεσμάτων. Σε ότι αφορά τον κατάλληλο αριθμό παραμέτρων, στην προκειμένη περίπτωση είναι 330.03 και είναι ένα μέτρο της πολυπλοκότητας του μοντέλου. Στην ουσία ισοδυναμεί με τον αριθμό

παραμέτρων του κλασσικού μοντέλου παλινδρόμησης μόνο που σε αυτήν την περίπτωση είναι μεγαλύτερο και συνήθως δεν είναι ακέραιος αριθμός. Ο δείκτης *Σίγμα* είναι η τετραγωνική ρίζα του αθροίσματος των τετραγώνων των τυποποιημένων υπολοίπων.

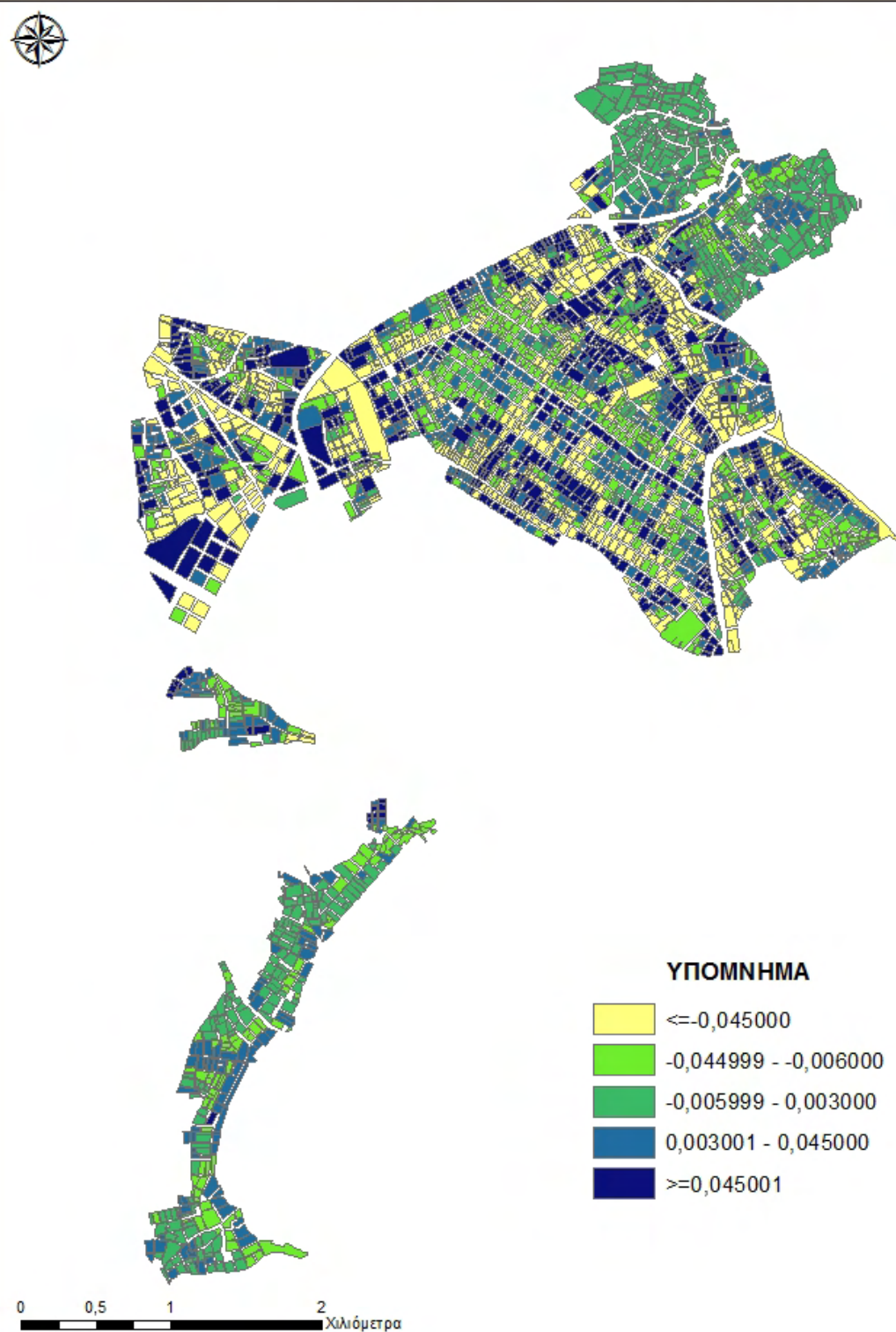
Από τον παραπάνω πίνακα αξίζει να σταθεί κανείς στο αποτέλεσμα του κριτηρίου πληροφοριών του Akaike το οποίο σε σύγκριση με το αντίστοιχο της γραμμικής παλινδρόμησης είναι κατά πολύ μικρότερο. Έτσι ενώ στην απλή παλινδρόμηση το κριτήριο Akaike είναι $AIC_{OLS} = 2155.814$ στην γεωγραφικά σταθμισμένη είναι $AIC_{GWR} = -3847.65525$. Για την σύγκριση των δύο τιμών λαμβάνεται υπόψη και το πρόσημο του αριθμού και όχι μόνο ο δείκτης ως απόλυτο νούμερο. Από την σύγκριση αυτή προκύπτει η αδιαμφισβήτητη υπεροχή της γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης έναντι της απλής γραμμικής παλινδρόμησης βελτιώνοντας την προσαρμογή του μοντέλου στα αρχικά δεδομένα.

4.9.2 Χωρική αυτοσυσχέτιση στη ΓΣΠ

Όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενα σχετικά υποκεφάλαια η χρήση της γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης είναι περισσότερο ως διαγνωστικό εργαλείο παρά ως μέθοδος πρόβλεψης όπως συμβαίνει με τις μεθόδους παλινδρόμησης γενικής κλίμακας. Έτσι, σκοπός της γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης είναι να φέρει στην επιφάνεια τυχόν υποβόσκουσες δυναμικές του χώρου με έμφαση στη χωρική διαφοροποίηση των παραμέτρων που επιδρούν και καθορίζουν την εκάστοτε εξαρτημένη μεταβλητή. Πέρα από τους δείκτες που προαναφέρθηκαν, η ουσία στη ΓΣΠ εγγυάται στο γεγονός της οπτικοποίησης των αποτελεσμάτων της. Οπτικά μπορούν να διαφανούν δυναμικές τοπικής κλίμακας που με την απλή παράθεση δεικτών θα πέραναν απαρατήρητες.

Ένα καλό σημείο για να ξεκινήσει αυτή η οπτικοποίηση είναι με την χαρτογράφηση των τυποποιημένων υπολοίπων. Δύο είναι τα ζητήματα που εξετάζονται σε αυτήν την περίπτωση: το πώς χωροθετούνται οι υψηλές και οι χαμηλές τιμές των υπολοίπων και το κατά πόσο χαρακτηρίζονται από χωρική αυτοσυσχέτιση. Από την θεωρία προκύπτει ότι η εφαρμογή της γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης προκαλεί μείωση της χωρικής αυτοσυσχέτισης των υπολοίπων σε σύγκριση με εκείνη της κλασσικής γραμμικής παλινδρόμησης. Η σύγκριση των χαρτών 11 και 12 επιβεβαιώνει πανηγυρικά αυτήν την πρόταση.

**ΧΑΡΤΗΣ 12:
ΥΠΟΛΟΙΠΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΗΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ**



Στο ίδιο συμπέρασμα καταλήγει και η εφαρμογή του δείκτη Moran I στα υπόλοιπα της ΓΣΠ. Ο δείκτης Moran I για τα υπόλοιπα είναι $Z(I)=12,4$ και $p=.000$ που είναι σαφώς βελτιωμένος σε σύγκριση με το μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης που εξετάστηκε αρχικά, όμως η χωρική αυτοσυσχέτιση υφίσταται ακόμα και επομένως οι χωρικές εξαρτήσεις που υπήρχαν και στο πρώτο μοντέλο συνεχίζουν να υφίστανται, σε μικρότερο όμως βαθμό και ένταση.

Χωρίς να έχει προκύψει η τέλεια απεικόνιση, αποτελεί όμως σημαντική βελτίωση από τον αντίστοιχο χάρτη της γραμμικής απεικόνισης, δηλαδή τον χάρτη 11. Για την καλύτερη σύγκριση μεταξύ των χαρτών η ταξινόμηση των υπολοίπων έγινε με βάση τις ίδιες αριθμητικές κατηγορίες. Επειδή στην προκειμένη περίπτωση οι διαφοροποιήσεις μεταξύ των κατηγοριών είναι μηδαμινές το ενδιαφέρον εστιάζεται κυρίως στην πρώτη και την τελευταία κατηγορία οι οποίες αντίστοιχα υποδηλώνουν οικοδομικά τετράγωνα που υποεκτιμήθηκαν και υπερεκτιμήθηκαν. Σε συνάρτηση με επόμενους χάρτες ίσως με καλύτερη διερεύνηση προκύψουν και οι λόγοι για τους οποίους συμβαίνει αυτό.

4.10 Χαρτογραφική απεικόνιση αποτελεσμάτων

Σε προηγούμενο κεφάλαιο παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα του ελέγχου σημαντικότητας Monte Carlo των συντελεστών παλινδρόμησης και διαπιστώθηκε ότι όλες σχεδόν οι παράμετροι παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική χωρική διαφοροποίηση με εξαίρεση την παράμετρο $\ln(\text{στάσεις})$ για την οποία και δεν θα γίνει περαιτέρω αναφορά. Αν και το ενδιαφέρον στην συγκεκριμένη έρευνα εστιάζεται στις παραμέτρους που σχετίζονται με τις εκκλησίες στην ανάλυση που ακολουθεί συμπεριλαμβάνονται όλες οι παράμετροι του μοντέλου ενώ για τις μεταβλητές που αφορούν τις εκκλησίες θα γίνει ιδιαίτερη μνεία στο κεφάλαιο 4.11.

4.10.1 Εκπαίδευση

Η παράμετρος $\ln(\text{φροντιστήρια})$ που αφορά την απόσταση από φροντιστήρια ξένων γλωσσών στο μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης είχε συντελεστή παλινδρόμησης (-0.156). Στην γεωγραφικά σταθμισμένη παλινδρόμηση όμως οι τιμές του συντελεστή για την ίδια παράμετρο κυμαίνονται στο διάστημα (-13.26,+8.8). Μηδενικές τιμές του συντελεστή ή τιμές πολύ κοντά στο μηδέν υποδηλώνουν ότι

μεταβολές στην τιμή της συγκεκριμένης παραμέτρου δεν επιφέρει καμία μεταβολή στην τιμή της εξαρτημένης (χάρτης 13).

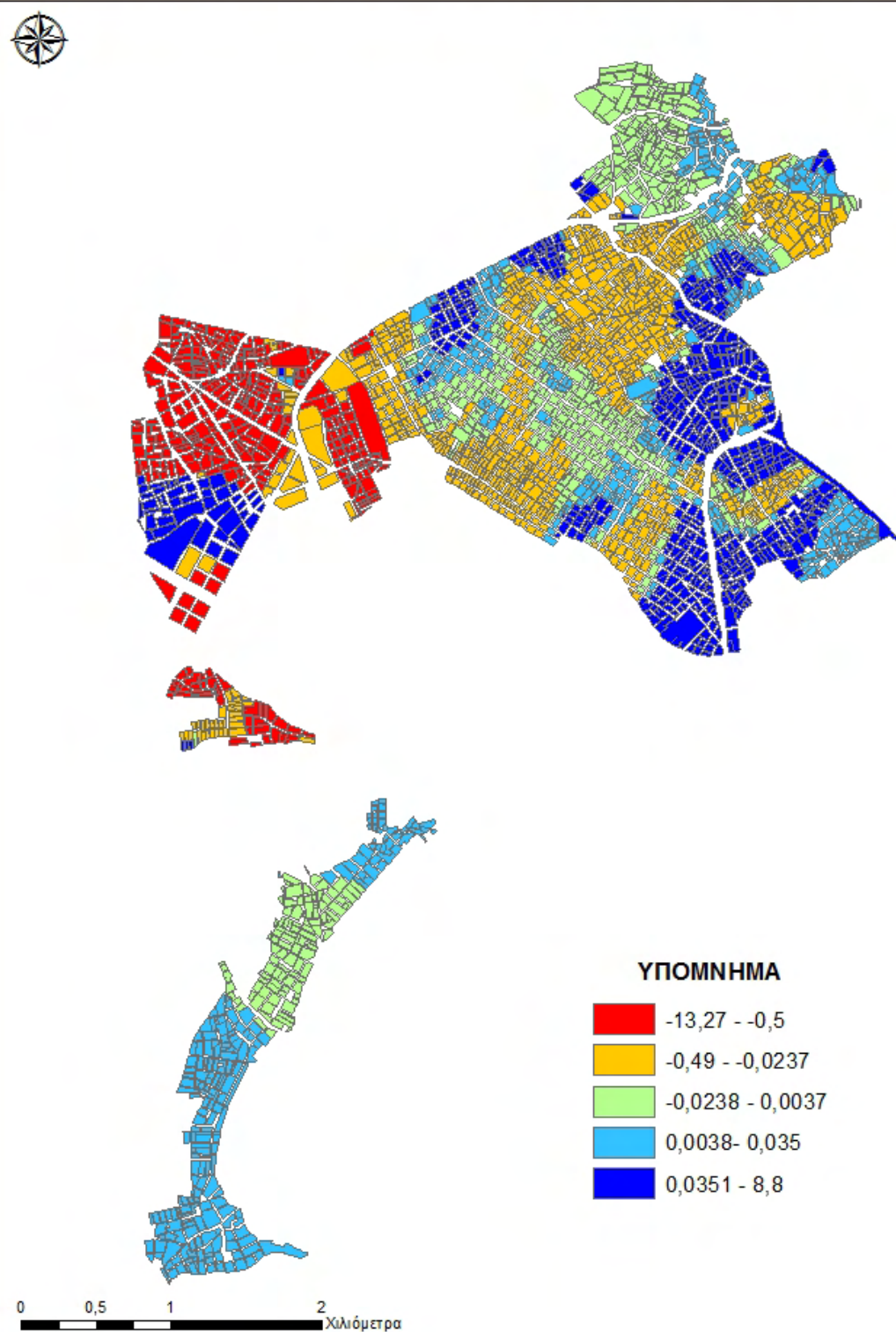
Υπενθυμίζεται ότι με βάση τα αποτελέσματα του αρχικού μοντέλου, αύξηση κατά 100% της απόστασης από φροντιστήριο ξένων γλωσσών επιφέρει μείωση των τιμών της τιμής του οικοδομικού τετραγώνου κατά 15,6%. Στο μοντέλο ΓΣΠ η διαφοροποίηση δεν είναι μόνο στο βαθμό επιρροής αλλά και στον τρόπο επιρροής αφού υπάρχουν περιπτώσεις για τις οποίες αλλάζει και το πρόσημο του συντελεστή. Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση της Νεάπολης – Αγίων Αναργύρων στην οποία ενώ η παράμετρος διατηρεί το αρνητικό της πρόσημο εμφανίζει εξαιρετικά υψηλές τιμές εν συγκρίσει με εκείνη της γραμμικής παλινδρόμησης. Το γεγονός αυτό είναι ενδεικτικό της κατάστασης που επικρατεί στη συγκεκριμένη περιοχή που χαρακτηρίζεται ως μια από τις πιο υποβαθμισμένες της πόλης με την έλλειψη υποδομών να κυριαρχεί αν ληφθεί μάλιστα υπόψη ότι στην περιοχή αυτή δεν υπάρχει φροντιστήριο ξένων γλωσσών.

Στην ίδια λογική είναι και οι περιπτώσεις των περιοχών Καλλιθέας και Αγίου Γεωργίου. Αν και διαφέρουν σε σύγκριση με την Νεάπολη και τους Αγίους Αναργύρους στο γεγονός ότι κάθε άλλο παρά υποβαθμισμένες χαρακτηρίζονται παρ' όλα αυτά στις περιοχές αυτές δεν υπάρχουν φροντιστήρια ξένων γλωσσών (στην Καλλιθέα μόνο, υπάρχουν δύο) και όμως η επίδραση στις τιμές είναι σημαντική.

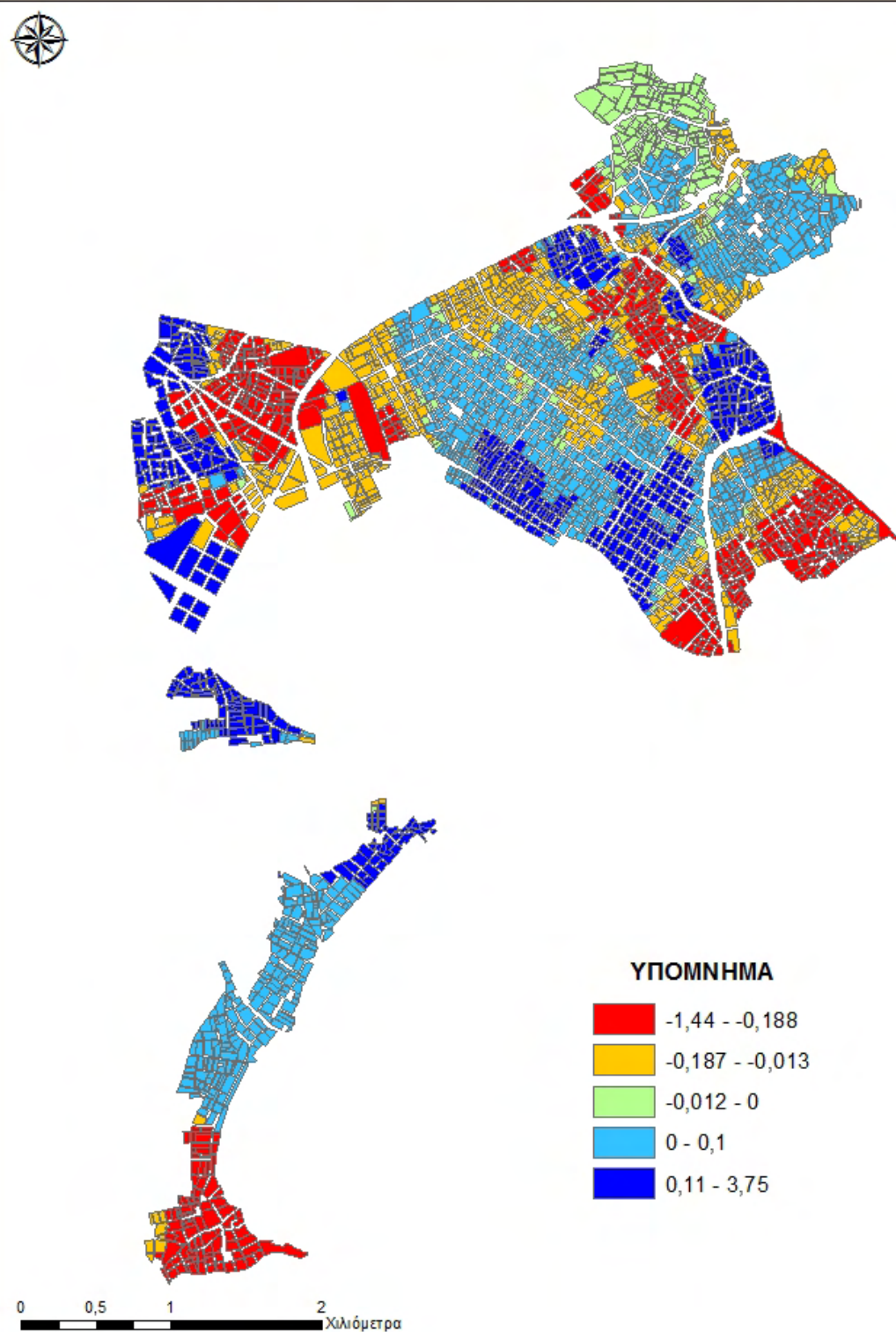
Από την άλλη πλευρά υπάρχουν περιοχές για τις οποίες η γειτνίαση με τη συγκεκριμένη παράμετρο έχει ακριβώς τα αντίθετα αποτελέσματα. Έτσι, η απομάκρυνση από φροντιστήριο ξένων γλωσσών συνεπάγεται αυτόματα και αύξηση των τιμών των οικοδομικών τετραγώνων. Στην τελευταία κατηγορία, με το μπλε χρώμα στο χάρτη, χαρακτηριστική είναι η περίπτωση του νότιου τμήματος της Νεάπολης που εμφανίζει τις υψηλότερες τιμές στη συγκεκριμένη ομάδα με την παράμετρο να παίρνει τιμές μεγαλύτερες του 0,7.

Σε ότι αφορά την παράμετρο που εξετάζει την προσβασιμότητα στα δημοτικά σχολεία, αναφέρθηκε και προηγουμένως έχει συντελεστή γραμμικής παλινδρόμησης (-0.1095) το οποίο σημαίνει ότι αύξηση κατά 100% της απόστασης από δημοτικό σχολείο επιφέρει μείωση στην αξία ενός ΟΤ κατά 10.95%. Θα μπορούσε κανείς να πει ότι αποτελεί έκφραση της τάσης των ατόμων να κατοικούν σε περιοχές που γειτνιάζουν με δημοτικά σχολεία. Στο μοντέλο της ΓΣΠ (χάρτης 14) η ίδια παράμετρος

**ΧΑΡΤΗΣ 13:
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΑ Ξ. ΓΛΩΣΣΩΝ**



**ΧΑΡΤΗΣ 14:
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ-ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΣΧΟΛΕΙΑ**



έχει τιμές που κυμαίνονται στο διάστημα $(-1.44, +3.75)$ με το εύρος των θετικών τιμών του διαστήματος να είναι μεγαλύτερο σε σχέση με το αρνητικό.

Το ενδιαφέρον και σε αυτήν την περίπτωση επικεντρώνεται στις δύο ακραίες κατηγορίες της ταξινόμησης. Η μεν πρώτη με το χαρακτηριστικό κόκκινο χρώμα διατηρεί το ίδιο πρόσημο με εκείνο της κλασσικής παλινδρόμησης αλλά εκφράζει μεγαλύτερη ένταση στη συσχέτιση. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον σε αυτή την κατηγορία προκαλεί η περιοχή των Αγίων Αναργύρων, το νότιο και ανατολικό τμήμα της Ν. Δημητριάδας και η περιοχή Τσιμπούκη για τις οποίες τα υφιστάμενα δημοτικά σχολεία προκαλούν ώθηση των τιμών των ΟΤ προς τα πάνω.

Σε ότι αφορά τη δεύτερη κατηγορία που στο χάρτη διακρίνεται με το χαρακτηριστικό σκούρο μπλε χρώμα πρόκειται για το σύνολο των ΟΤ για τα οποία η επίδραση της γειτνίασης με δημοτικό σχολείο είναι η ακριβώς αντίθετη. Αυτό αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα της επιρροής των μεταβλητών που δεν έχουν συμπεριληφθεί στο μοντέλο. Με άλλα λόγια, η συγκεκριμένη κατηγορία είναι αποτέλεσμα της ύπαρξης δυναμικών του χώρου που δεν έχουν συμπεριληφθεί στο μοντέλο. Αν για παράδειγμα στις περιοχές του μπλε χρώματος προτιμούν να κατοικούν συγκεκριμένες κοινωνικές ομάδες όπως για παράδειγμα συνταξιούχοι, ή άτομα χωρίς παιδιά, τότε είναι λογικό όχι μόνο να μην θέλουν την γειτνίαση με δημοτικά σχολεία αλλά και να την αποφεύγουν.

Υπάρχει βεβαίως και η περίπτωση του εμπορικού κέντρου που επίσης ανήκει σε αυτήν την κατηγορία και έχει μια άλλη ιδιαιτερότητα. Σε αυτό το τμήμα της πόλης είναι σχεδόν βέβαιο ότι είναι οι ίδιες οι χρήσεις που καθορίζουν αυτή την τάση και σε αυτό το βαθμό. Το εμπορικό κέντρο της πόλης στην πλειοψηφία του χαρακτηρίζεται από χρήσεις άλλες πέραν της κατοικίας. Υπάρχουν βέβαια άτομα με μόνιμο τόπο κατοικίας στο εμπορικό κέντρο της πόλης, όμως το ποσοστό των οικογενειών με παιδιά που επιλέγουν αυτή την περιοχή είναι πολύ μικρό. Επομένως δεν υπάρχει ούτε η ανάγκη αλλά ούτε και η σύμπτωση των χρήσεων για την ύπαρξη ενός δημοτικού σχολείου σε αυτό το κομμάτι της πόλης.

Από την παραπάνω ανάλυση ανάγεται το συμπέρασμα ότι ακόμα και στην περίπτωση της γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης η πρόσβαση σε δημοτικά σχολεία επιδρά θετικά (εδώ δεν γίνεται αναφορά στο πρόσημο του συντελεστή παλινδρόμησης) στις τιμές των οικοδομικών τετραγώνων.

Τέλος σε ότι αφορά στα νηπιαγωγεία στο μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης η εκτίμηση του συντελεστή είναι (+0.0947) που σημαίνει ότι αύξηση της απόστασης από νηπιαγωγείο στο 100% συνεπάγεται και αύξηση στην τιμή του ΟΤ κατά 9,47%. Πρακτικά δηλαδή αυτό σημαίνει ότι οι κάτοικοι της πόλης επιθυμούν λιγότερο να γειτνιάζουν με νηπιαγωγεία γεγονός που προκαλεί ιδιαίτερο ενδιαφέρον αν ληφθούν υπόψη τα αποτελέσματα των δύο προηγούμενων υπηρεσιών. Δεδομένου ότι στην πλειοψηφία των βιβλιογραφικών αναφορών οι εκπαιδευτικές μονάδες προκαλούν αυξητικές τάσεις στις τιμές των ιδιοκτησιών που γειτνιάζουν με αυτές, το συγκεκριμένο αποτέλεσμα είναι αρκετά αντικρουόμενο.

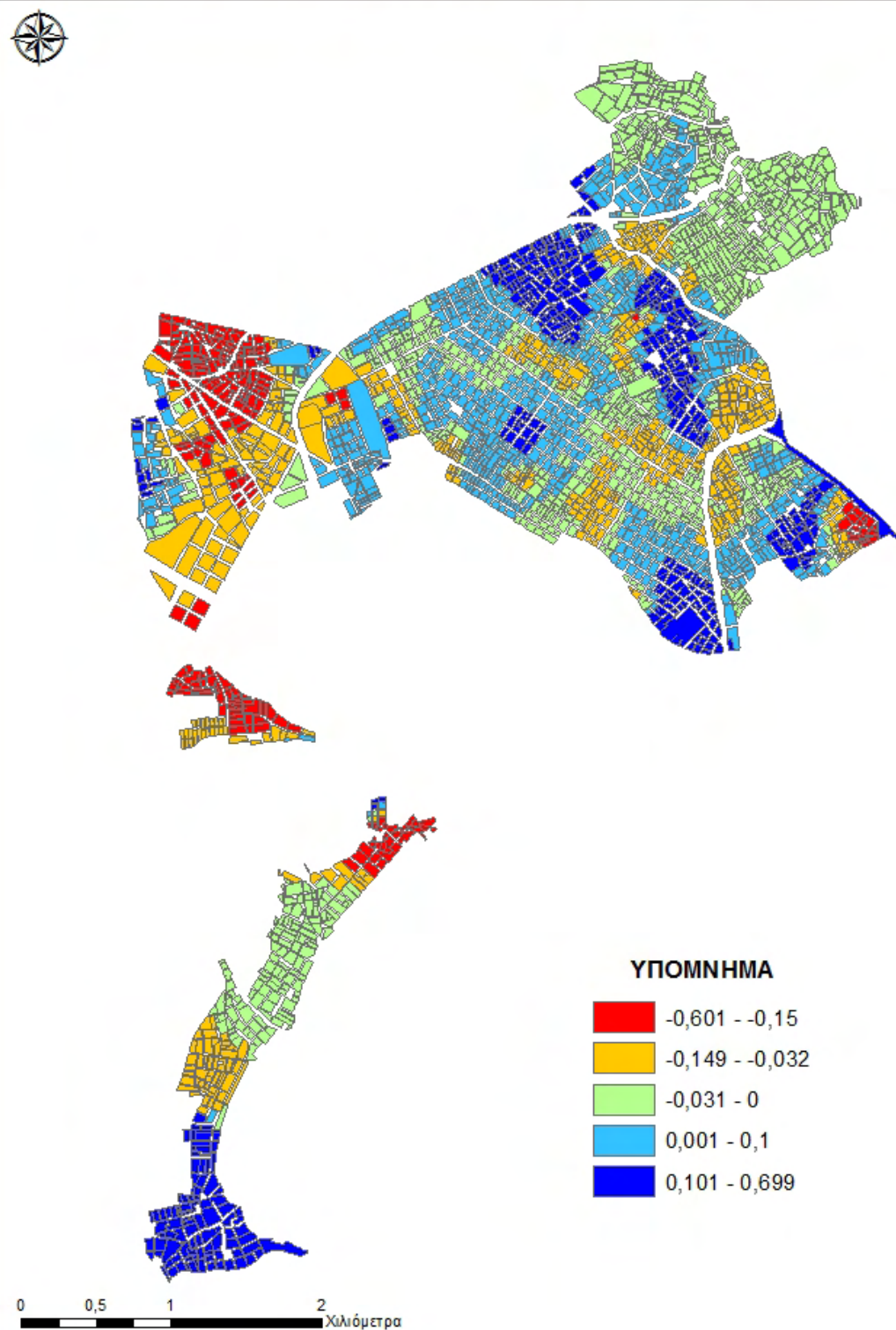
Από τον έλεγχο των αποτελεσμάτων της γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης προκύπτει ότι οι τιμές της παραμέτρου κυμαίνονται στο διάστημα (-0.601,+0.699). Προκύπτει δηλαδή το συμπέρασμα ότι υπάρχουν περιοχές στην πόλη που εμφανίζουν αντίθετο πρόσημο για την συγκεκριμένη παράμετρο αλλά και στις περιοχές που το πρόσημο συμφωνεί με εκείνο της γραμμικής παλινδρόμησης η ένταση του φαινομένου είναι μικρότερη.

Στο χάρτη 15 εύκολα μπορεί να διακρίνει κανείς την ισοκατανομή των συντελεστών με αντίθετο πρόσημο στο χώρο. Οι δύο ακραίες κατηγορίες του υπομνήματος αφορούν σε περιοχές με τιμές για το συγκεκριμένο συντελεστή παλινδρόμησης μεγαλύτερες από την αντίστοιχη της γραμμικής παλινδρόμησης ανεξαρτήτως προσήμου. Η κατηγορία που ελέγχει περιοχές για τις οποίες η επίδραση των νηπιαγωγείων είναι αντίθετη από αυτή που αναφέρει η κλασσική παλινδρόμηση επικεντρώνεται κυρίως στην περιοχή των Αγίων Αναργύρων. Όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις το αποτέλεσμα αυτό είναι έκφραση της ανάγκης για αναβάθμιση της περιοχής και ζήτηση περισσότερων υποδομών.

Τέλος, η αύξηση στην ένταση επιρροής της παραμέτρου η οποία εκφράζεται κυρίως με την κατηγορία με το χαρακτηριστικό μπλε χρώμα οφείλεται ίσως σε παραμέτρους που δεν έχουν ληφθεί υπόψη από το μοντέλο. Όπως αναλύθηκε και πιο πάνω αυτές μπορεί να αφορούν την κατανομή των κοινωνικο-οικονομικών στρωμάτων στο χώρο και τις υφιστάμενες χρήσεις.

Επίσης αυτό που διαχωρίζει τη συγκεκριμένη μεταβλητή με εκείνη που αφορά την προσβασιμότητα σε δημοτικά σχολεία είναι το γεγονός ότι μια οικογένεια με μικρά παιδιά λαμβάνει υπόψη στην επιλογή της κατοικίας της την προσβασιμότητα σε δημοτικό σχολείο.

**ΧΑΡΤΗΣ 15:
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ-ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΑ**



Η διαδρομή σπίτι – σχολείο και αντίστροφα σχολείο – σπίτι είναι μια διαδρομή που οι μικροί μαθητές κάνουν καθημερινά για 6 χρόνια της ζωής τους και στην πλειοψηφία αυτή η διαδρομή γίνεται πεζή και χωρίς την επίβλεψη γονέων.

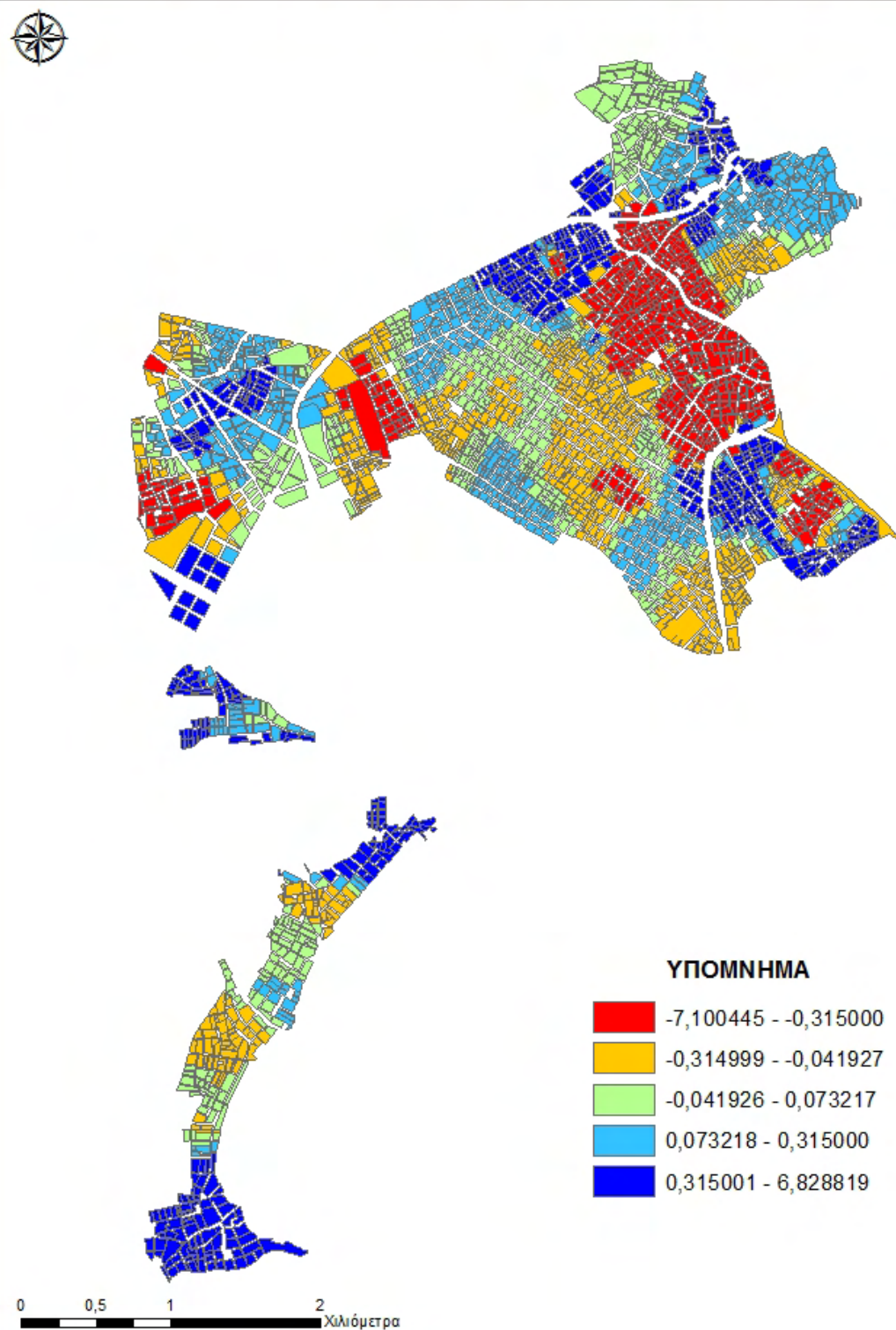
Αντίθετα το νηπιαγωγείο αφορά μόνο ένα χρόνο στη ζωή ενός παιδιού, που γίνεται δύο μόνο σε εξαιρετικές περιπτώσεις και η μετακίνηση των νηπίων γίνεται πάντα υπό την επίβλεψη γονέα και σε πολλές περιπτώσεις οδικώς. Γενικά είναι μια υποδομή που δεν αναμενόταν να έχει την επιρροή που τελικά εμφανίζει και ίσως αυτό αποδίδεται από την επιρροή άλλων χρήσεων στο χώρο. Χαρακτηριστικό είναι ότι στο νοτιό-ανατολικό τμήμα της πόλης που στο χάρτη είναι με το μπλε χρώμα χωροθετείται το νοσοκομείο της πόλης που λήφθηκε υπόψη στο μοντέλο ενώ στο κέντρο της πόλης που επίσης ανήκει στην ίδια κατηγορία χωροθετείται το δικαστικό μέγαρο της πόλης.

4.10.2 Τράπεζες

Τα τραπεζικά υποκαταστήματα όπως διαπιστώνεται στο χάρτη 9 χωροθετούνται κυρίως στο εμπορικό κέντρο της πόλης με κάποια υποκαταστήματα επί της οδού Λαρίσης και επί της οδού Ιωλκού. Η συγκεκριμένη μεταβλητή στα αποτελέσματα της γραμμικής παλινδρόμησης εμφανίζεται ως αυτή με την μεγαλύτερη επιρροή στις τιμές της εξαρτημένης και με τιμή για τον συντελεστή παλινδρόμησης (-0.3049). Αύξηση δηλαδή στην τιμή της παραμέτρου κατά 100% προκαλεί μείωση της εξαρτημένης κατά 30,5% περίπου. Δηλαδή η πραγματική τάση που καταγράφεται είναι η διάθεση για αγορά κατοικίας κοντά σε αυτού του είδους της υπηρεσίες.

Οι τιμές της παραμέτρου στο μοντέλο της γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης κυμαίνονται στο διάστημα (-7.1,+6.83) με το εύρος των τιμών να είναι σχεδόν το ίδιο και στις θετικές και στις αρνητικές τιμές του διαστήματος. Και σε αυτήν την περίπτωση εξετάζονται κυρίως οι δύο κατηγορίες που εμφανίζουν τις πιο ακραίες τιμές οι οποίες μάλιστα ξεπερνούν την τιμή (σε απόλυτο νούμερο) του συντελεστή για την παράμετρο του μοντέλου της γραμμικής παλινδρόμησης. Στις κόκκινες περιοχές του χάρτη 16 η τάση είναι ότι η γειτνίαση σε τράπεζες αυξάνει τις τιμές των οικοδομικών τετραγώνων, το οποίο είναι σε συμφωνία και με το αποτέλεσμα του αρχικού μοντέλου.

ΧΑΡΤΗΣ 16:
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ-ΤΡΑΠΕΖΕΣ



Σε αυτήν την κατηγορία κατατάσσεται το νότιο τμήμα της Νεάπολης περιοχή κατά κύριο λόγο εμπορικών χρήσεων και βιοτεχνιών σε αντίθεση με το βορειότερο τμήμα της ίδιας περιοχής καθώς και τμήμα των Αγίων Αναργύρων που είναι περισσότερο περιοχές κατοικίας και εντάσσονται στην κατηγορία του χάρτη με την εκ διαμέτρου αντίθετη επιρροή. Επίσης η περιοχή στα Παλιά που διακρίνεται στο χάρτη με το κόκκινο χρώμα είναι μια περιοχή κυρίως εμπορικών χρήσεων και λιγότερο περιοχή κατοικίας.

Εξαιρετικό ενδιαφέρον παρουσιάζουν όμως και περιοχές για τις οποίες ο συντελεστής έχει θετικό πρόσημο. Για αυτά τα οικοδομικά τετράγωνα όσο αυξάνει η απόσταση από τράπεζες τόσο μειώνεται η τιμή τους. Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση της περιοχής των Αλυκών. Το βόρειο και νότιο τμήμα των Αλυκών έχει το χαρακτηριστικό μπλε χρώμα ενώ τμήμα στο κέντρο της περιοχής ανήκει σε κατηγορίες με αντίθετο πρόσημο.

Αυτό εξηγείται εν μέρει από το γεγονός ότι από τη μια το βόρειο τμήμα της πόλης χαρακτηρίζεται κυρίως από χρήσεις υποδομών ψυχαγωγίας και βραδινής διασκέδασης και από την άλλη το νότιο κομμάτι περιλαμβάνει κυρίως παραθεριστικές κατοικίες. Έτσι στη μεν πρώτη περίπτωση είναι οι ίδιες οι χρήσεις που προκαλούν αυτήν την ένταση του φαινομένου ενώ στη δεύτερη περίπτωση η χρήση της τράπεζας είναι μια περιοδική ανάγκη με διάρκεια μόνο για τους καλοκαιρινούς μήνες. Αντίθετα το κεντρικό τμήμα της πόλης περιλαμβάνει και μόνιμες κατοικίες αλλά και περισσότερες εμπορικές χρήσεις που απαιτούν συχνότερες τραπεζικές συνδιαλλαγές.

Έντονο ενδιαφέρον επίσης παρουσιάζουν και οι περιοχές Αγίου Γερασίμου, Οξυγόνου και το δυτικό τμήμα της Ν. Δημητριάδας που εμφανίζονται στο χάρτη με έντονο μπλε χρώμα καθώς και το βόρειο τμήμα του ιστού της πόλης και συγκεκριμένα κατά μήκος του οδικού άξονα της Ιωλκού. Το μόνο κοινό χαρακτηριστικό γνώρισμα αυτών των περιοχών είναι η άμεση γειτνίαση με το χείμαρρο Κραυσίδωνα και το γεγονός ότι πρόκειται αμιγώς για περιοχές κατοικίας. Το πιθανότερο λοιπόν είναι ότι κάποια παράμετρος που δεν λήφθηκε υπόψη στο μοντέλο προκαλεί αυτή την εκτίναξη των τιμών σε αυτά τα τμήματα της πόλης.

4.10.3 Φυσικό περιβάλλον

Η προσβασιμότητα σε υδάτινο περιβάλλον ιδιαίτερου φυσικού κάλλους αντιπροσωπεύεται στο μοντέλο από την παράμετρο $\ln(\theta_{\epsilon\alpha})$ η οποία μετρά την

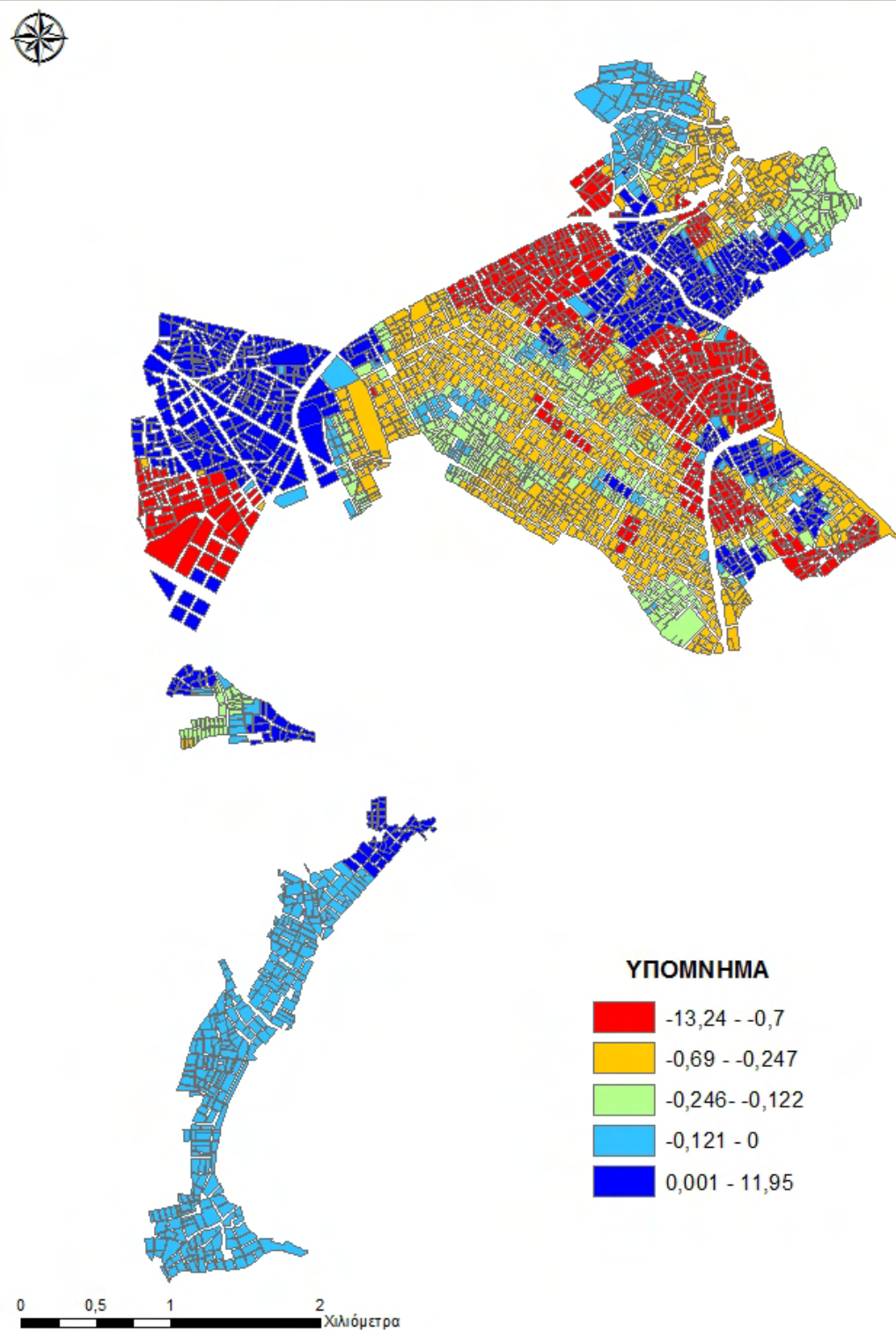
απόσταση από το πλησιέστερο σημείο τμήματος της ακτογραμμής που περιβάλλει την πόλη και το οποίο έχει προσδιοριστεί σε προηγούμενο κεφάλαιο. Ο συντελεστής της παραμέτρου αυτής στο μοντέλο γραμμικής έχει τιμή (-.247) το οποίο ερμηνεύεται ως εξής: αύξηση σε ποσοστό 100% της απόστασης από τα σημεία ενδιαφέροντος της ακτογραμμής επιφέρει μείωση των τιμών των οικοδομικών τετραγώνων κατά ποσοστό 24,7%.

Σε ότι αφορά αντιστοίχως την τιμή της παραμέτρου για το μοντέλο της γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης αυτή κυμαίνεται στο διάστημα (-13.24,+11.95). Η πλειοψηφία των αποτελεσμάτων βρίσκεται στο αρνητικό τμήμα του διαστήματος γι' αυτό άλλωστε και η τέσσερις από τις πέντε κατηγορίες της ταξινόμησης του χάρτη 17 αφορούν σε αρνητικές τιμές του δείκτη.

Έτσι το ενδιαφέρον επικεντρώνεται στην τελευταία κατηγορία που αφορά σε τιμές του δείκτη με θετικό πρόσημο. Πρόκειται κυρίως για τις περιοχές Αγίων Αναργύρων, το βόρειο τμήμα της Νεάπολης και τέλος η ευρύτερη περιοχή βορεια και νότια της νέας περιφερειακής οδού της πόλης. Είναι σχεδόν αδύνατο να θεωρήσουμε ότι τα αποτελέσματα αυτής της κατηγορίας εκφράζουν την αποστροφή των κατοίκων της περιοχής για γειτνίαση στη θάλασσα. Όπως και σε προηγούμενες παραμέτρους ο μόνος τρόπος με τον οποίο εξηγείται αυτή η αποκλίνουσα από το γενικό σύνολο ομάδα είναι η ύπαρξη άλλων παραμέτρων/δυνάμεων/δυναμικών που δεν συνυπολογίστηκαν στο αρχικό μοντέλο.

Έτσι για παράδειγμα είναι χαρακτηριστικό ότι μπορεί οι περιοχές στο βόρειο-ανατολικό τμήμα της πόλης να απέχουν από την παραλία του Βόλου, όμως λόγω της χωροθέτησης τους στους πρόποδες σχεδόν του Πηλίου θεωρητικά αυτό αντισταθμίζεται από έναν παράγοντα που δεν έχει συνυπολογιστεί στο μοντέλο. Το ίδιο φαινόμενο ισχύει και για τις δυτικές περιοχές της πόλης (Νεάπολη και Αγίων Αναργύρων) από τις οποίες δεν υπάρχει ούτε καν οπτική επαφή με την παραλία του Βόλου ή των Αλυκών, υπάρχει όμως άμεση γειτνίαση με το χείμαρρο Κραυσίδαωνα ως το μοναδικό φυσικό περιβάλλον που δίνει «πνοή» στην περιοχή.

**ΧΑΡΤΗΣ 17:
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ-ΘΕΑ**



4.10.4 Υπηρεσίες υγείας

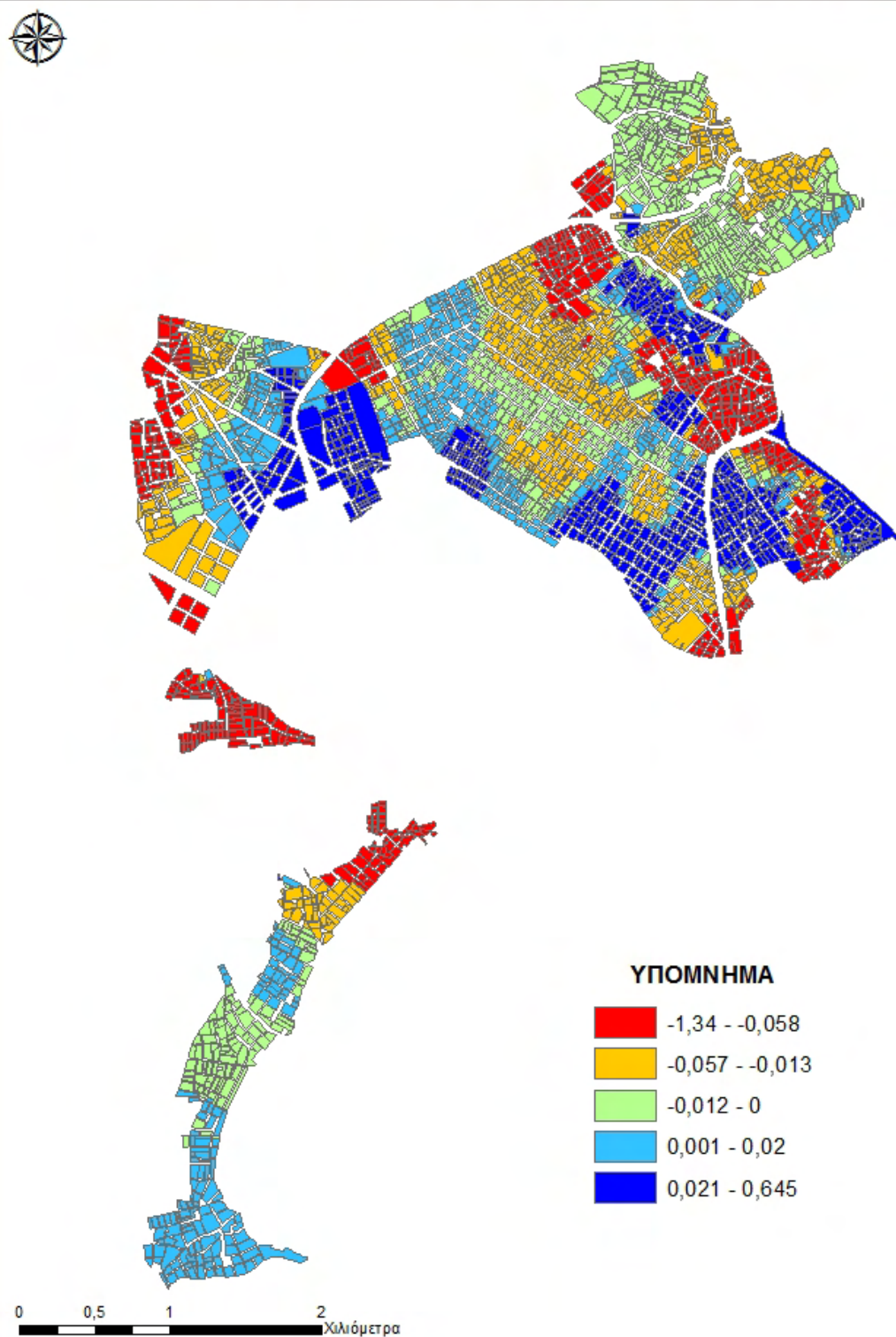
Από τον τομέα της υγείας επιλέχθηκαν τα φαρμακεία ως αντιπροσωπευτικός κλάδος υπηρεσιών και εξετάστηκε το κατά πόσο η πρόσβαση σε αυτά επηρεάζει τις τιμές των οικοδομικών τετραγώνων. Στο αρχικό μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης η τιμή του συντελεστή είναι (-0.0581) το οποίο ερμηνεύτηκε ως μείωση στις τιμές των ΟΤ κατά 5,8% περίπου με την αύξηση κατά 100% της παραμέτρου $\ln(\text{φαρμακεία})$ και δεδομένου ότι οι υπόλοιπες μεταβλητές παραμένουν σταθερές. Αυτό εκφράζει την θετική επίδραση της γειτνίασης των φαρμακείων στην τιμή της εξαρτημένης.

Στο μοντέλο της γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης οι τιμές του συντελεστή κυμαίνονται στο διάστημα $(-1.34, +0.645)$ με το εύρος των τιμών να είναι μεγαλύτερο προς τις αρνητικές τιμές γεγονός που συμφωνεί και με το αποτέλεσμα της γραμμικής παλινδρόμησης και την αρχική θεώρηση ότι η καλή προσβασιμότητα σε φαρμακεία προκαλεί αύξηση των τιμών ενός οικοδομικού τετραγώνου.

Σε περιοχές με το έντονο κόκκινο χρώμα στο χάρτη 18 όπως η περιοχή των αθίγγανων του Κραυσίδωνα, η περιοχή του Αγίου Γερασίμου και της Χιλιαδούς, η περιοχή νότια της Άλλης Μεριάς, τμήμα της Ν. Δημητριάδας αλλά και τμήματα της εισόδου της πόλης και από την οδό Αθηνών αλλά και από την οδό Λαρίσης, η τιμή του συντελεστή φτάνει μέχρι και -1,34. Περιοχές αμιγώς κατοικίας οι περισσότερες και με κάποιες αρκετά πιο υποβαθμισμένες από το μέσο όρο είναι τμήματα της πόλης χωρίς φαρμακείο στο άμεσο περιβάλλον τους. Θεωρώντας ότι ένα φαρμακείο είναι από τις βασικές υποδομές μιας πόλης η ταξινόμηση αυτών των περιοχών στη συγκεκριμένη κατηγορία αποτελεί ένδειξη της ανάγκης αναβάθμισής τους υπό μία έννοια.

Στις περιοχές από την άλλη με έντονο μπλε χρώμα η επίδραση των φαρμακείων στις τιμές των οικοδομικών τετραγώνων είναι εκ διαμέτρου αντίθετη. Με άλλα λόγια η εγγύτητα στα φαρμακεία στην ουσία «ρίχνει» τις τιμές. Στην πραγματικότητα βέβαια αυτό δεν συμβαίνει, αλίμονο αν η παρουσία ενός φαρμακείου είχε τέτοια επίδραση στις τιμές των ακίνητων όπως η επιρροή άλλων χρήσεων περισσότερο χαρακτηριστικών για την αποστροφή που προκαλούν όπως οι οίκοι ανοχής ή τα νεκροταφεία.

**ΧΑΡΤΗΣ 18:
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ-ΦΑΡΜΑΚΕΙΑ**



Εκφράζεται όμως μέσα από αυτήν την κατηγοριοποίηση μια δυναμική που ίσως για τη συγκεκριμένη παράμετρο να είναι περισσότερο κοινωνικού χαρακτήρα. Αν λάβει κανείς υπόψη τον τρόπο λειτουργίας των φαρμακείων, με τις ανά τακτά χρονικά διαστήματα ολονύχτιες εφημερίες τους σε συνδυασμό με τα σημεία του πολεοδομικού ιστού τα οποία εντάσσονται στη συγκεκριμένη κατηγορία γίνεται κατανοητό ότι σε αυτές τις περιπτώσεις τα φαρμακεία αντιμετωπίζονται εν μέρει και ως πόλης έλξης κακοποιών στοιχείων, ίσως και πρόκλησης εγκληματικών ενεργειών. Για ορισμένα από τα τμήματα αυτά του πολεοδομικού ιστού η εγκληματικότητα είναι ήδη μεγαλύτερη απ'ότι σε άλλα σημεία της πόλης. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι τα Παλιά αλλά και περιοχές γύρω από κεντρικές οδούς της πόλης όπως η Ιάσωνος και η Πολυμέρη.

Επομένως μία από τις παραμέτρους που ίσως δεν λήφθηκαν υπόψη από το μοντέλο και η δυναμική της εκφράζεται μέσα από την υπό εξέταση παράμετρο είναι και τα ποσοστά εγκληματικότητας μιας περιοχής. Στην ουσία δηλαδή δεν είναι η ίδια η υποδομή που προκαλεί αυτήν την τάση στις τιμές των ΟΤ και κατ'επέκταση και στις επιλογές των υποψήφιων αγοραστών αλλά η γεωγραφική τους θέση και οι γειτονικές τους χρήσεις.

4.10.5 Πληθυσμός

Στο αρχικό μοντέλο η μεταβλητή που εκφράζει τον αριθμό των κατοίκων ανά οικοδομικό τετράγωνο έχει συντελεστή παλινδρόμησης με τιμή (.0048). Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι η αύξηση κατά ένα άτομο προκαλεί αύξηση στην τιμή του εκάστοτε οικοδομικού τετραγώνου κατά ποσοστό 0,48%. Στην περίπτωση της γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης, η τιμή του αντίστοιχου συντελεστή κυμαίνεται στο διάστημα $(-363.4 \times 10^{-5}, 1907.3 \times 10^{-5})$. Το εύρος του διαστήματος είναι εμφανώς πιο διευρυμένο στις θετικές τιμές του, γεγονός που βρίσκεται σε συμφωνία και με το αποτέλεσμα της γραμμικής παλινδρόμησης.

Για το σύνολο σχεδόν της πόλης η αύξηση του αριθμού των κατοίκων ανά οικοδομικό τετράγωνο θα συνεπάγονταν και αντίστοιχη αύξηση των τιμών των οικοδομικών τετραγώνων. Δεν συμβαίνει όμως το ίδιο για το πολυπληθές κέντρο της πόλης όπου περαιτέρω αύξηση του αριθμού των κατοίκων της συνεπάγεται και μείωση αντίστοιχα για τις τιμές των ΟΤ. Το ίδιο συμβαίνει και σε δύο γνώριμες από προηγούμενες αναλύσεις περιοχές: την περιοχή Παλιά και το νότιο τμήμα της

Νεάπολης. Και οι δύο αυτές περιοχές είναι περιοχές που όπως προαναφέρθηκε έχουν χρήσεις άλλες, δεν πρόκειται δηλαδή για περιοχές αμιγώς κατοικίας όπως συμβαίνει σε άλλα τμήματα της πόλης.

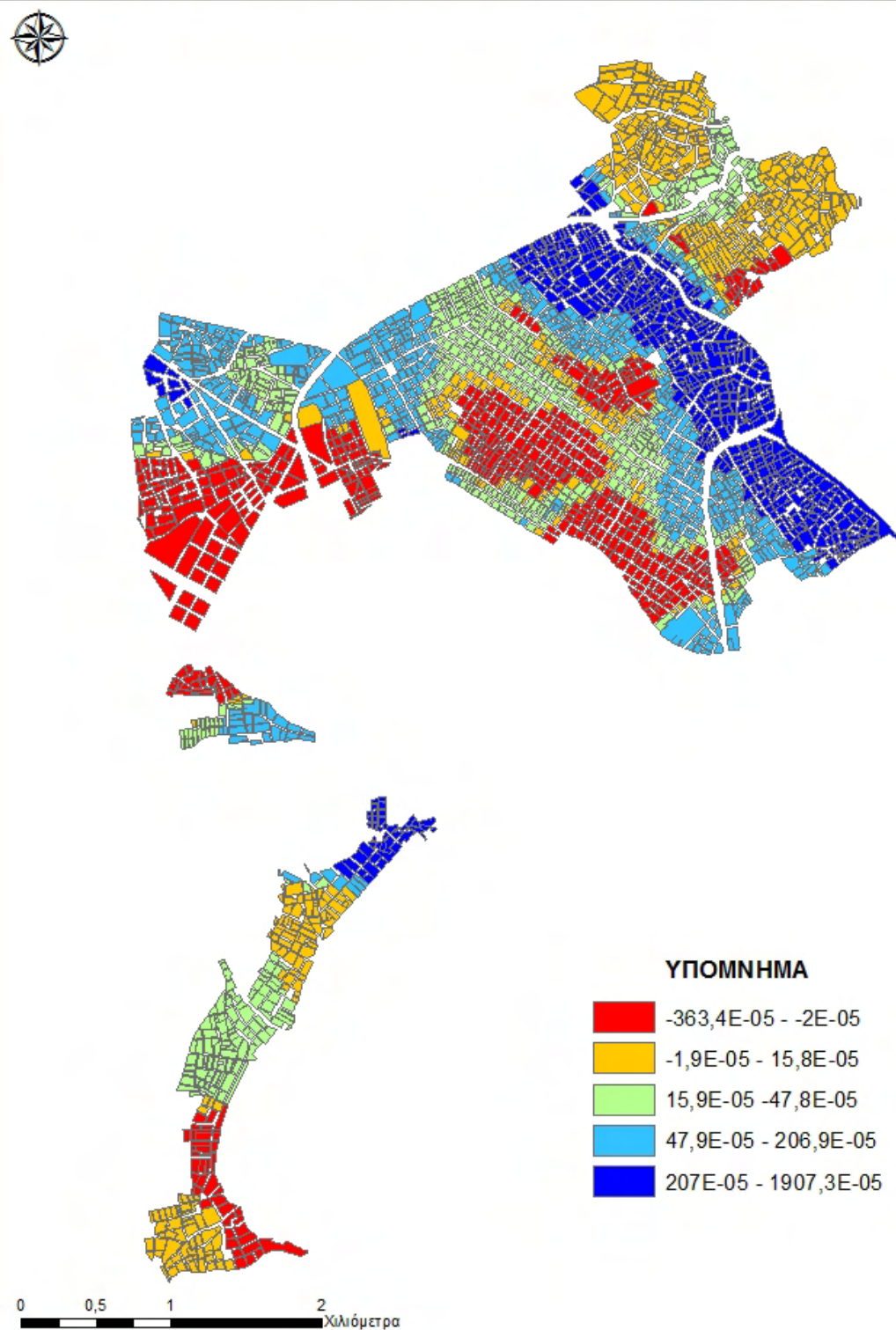
4.10.6 Αστικό πράσινο

Από τις πιο συχνά εμφανιζόμενες παραμέτρους στα ηδονικά μοντέλα είναι η προσβασιμότητα σε πάρκα και πλατείες. Το σύνολο των ελεύθερων χώρων, τεχνητού ή φυσικού περιβάλλοντος από τη στιγμή που δεν αποτελεί τη μεταβλητή που στην ουσία ελέγχουν τα δύο μοντέλα, ενσωματώνεται σε μία κατηγορία: αυτή του αστικού πρασίνου.

Παρατηρήθηκε λοιπόν ότι στο μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης η παράμετρος που ελέγχει την επίδραση των πάρκων στις τιμές των ΟΤ έχει θετική επιρροή στην τιμή της εξαρτημένης με τιμή του συντελεστή παλινδρόμησης (-.0001114). Αύξηση δηλαδή της απόστασης από πάρκο ή πλατεία κατά 100 μέτρα επιφέρει μείωση στις τιμές των ΟΤ κατά 1,1%. Αυτό που προκαλεί εντύπωση δεν είναι το κατά πόσο το μοντέλο έχει καταφέρει να αποδώσει την επιρροή της παραμέτρου στις τιμές των ΟΤ αφού αυτό δεν αμφισβητείται από τη στιγμή που το πρόσημο του συντελεστή είναι το αναμενόμενο. Αυτό που προκαλεί αμφιβολίες είναι το κατά πόσο το αρχικό μοντέλο έχει καταφέρει να καταγράψει την ένταση του φαινομένου όταν η τιμή του συντελεστή για μία αδιαμφισβήτητα τόσο σημαντική παράμετρο του αστικού χώρου είναι τόσο μικρή.

Η ουσία του όλου ζητήματος καταγράφεται με το μοντέλο γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης όπου η τιμή του συντελεστή για την συγκεκριμένη παράμετρο κυμαίνεται στο διάστημα $(-0.0048, +0.0024)$. Παρατηρείται λοιπόν ότι και σε αυτήν την παράμετρο οι τιμές του συντελεστή είναι και θετικές και αρνητικές με μεγαλύτερο το εύρος του διαστήματος των αρνητικών τιμών γεγονός που τελικά ενισχύει το αποτέλεσμα του αρχικού μοντέλου. Η χαρτογραφική απόδοση του συντελεστή πραγματοποιείται στο χάρτη 20 όπου οι τιμές του συντελεστή ταξινομούνται σε τρεις κατηγορίες εξαιτίας του ότι οι τιμές στο παραπάνω διάστημα εντοπίζονται με μικρή απόκλιση από το μηδέν.

ΧΑΡΤΗΣ 19: ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ-ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ



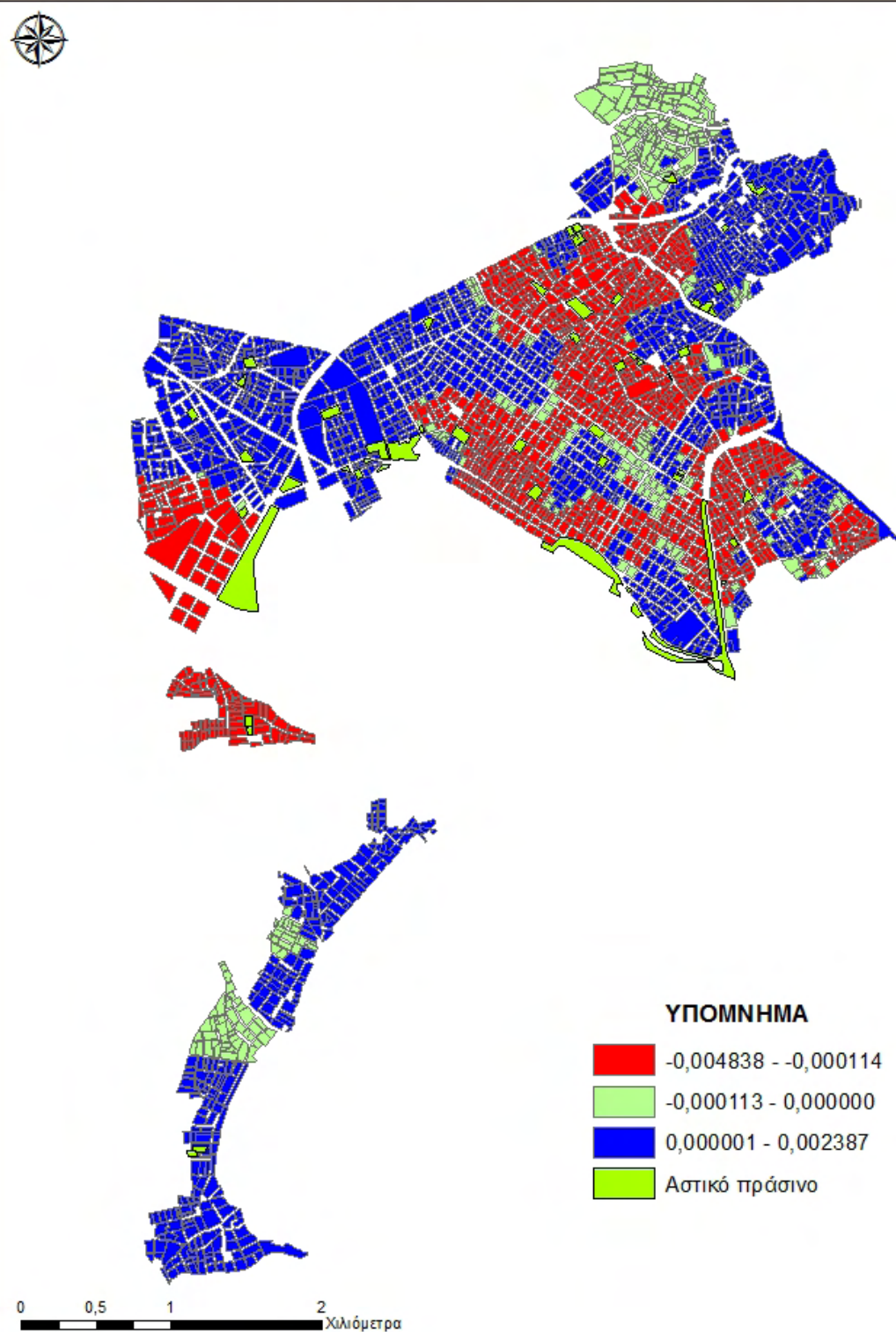
Όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις εξετάζονται οι δύο κατηγορίες που εμφανίζονται ως αποκλίνουσες του αποτελέσματος της κλασσικής παλινδρόμησης. Οι περιοχές του κόκκινου χρώματος είναι περιοχές για τις οποίες η παράμετρος έχει την ίδια επιρροή όπως και στο αρχικό μοντέλο αλλά με κατά τόπους μεγαλύτερη ένταση. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η είσοδος της πόλης από την οδό Αθηνών όπου το Πεδίον του Άρεως φαίνεται να ασκεί έντονη επιρροή στις τιμές των ΟΤ.

Ομοίως, αντίστοιχα είναι τα αποτελέσματα για την περιοχή γύρω από την πλατεία Ελευθερίας, το πάρκο του Αγίου Κωνσταντίνου, την πλατεία του Αγίου Νικολάου, το πάρκο του Ασύλου κλπ. Στην ουσία οι συγκεκριμένοι ελεύθεροι χώροι είναι χώροι με τη μεγαλύτερη συγκέντρωση ατόμων στην πόλη αλλά και οι μεγαλύτεροι από άποψη μεγέθους σε όλο τον αστικό ιστό. Αξίζει επίσης να σημειωθεί ότι πρόκειται για χώρους στους οποίους υπάρχει συγκέντρωση και άλλων δραστηριοτήτων, μόνιμων αλλά και εποχιακών, γεγονός που ενισχύει ακόμα περισσότερο την καθημερινή συγκέντρωση ατόμων στους συγκεκριμένους ελεύθερους χώρους.

Σε ότι αφορά την κατηγοριοποίηση των περιοχών με το μπλε χρώμα, αφορά σε περιοχές για τις οποίες η τιμή του συντελεστή έχει αντίθετο πρόσημο. Αυτό βέβαια δεν σημαίνει ότι στις περιοχές αυτές η γεινίαση στο αστικό πράσινο προκαλεί μείωση των τιμών, αλλά περισσότερο αποτελεί έκφραση άλλων δυναμικών που δεν έχουν αποτυπωθεί επαρκώς από το μοντέλο.

Η συγκεκριμένη λοιπόν κατηγορία απαιτεί περισσότερη ανάλυση. Έτσι παρατηρεί κανείς στο χάρτη ότι πάρκα ή πλατείες (κυρίως ελεύθεροι χώροι εκκλησιών) που συγκεντρώνουν μικρότερο αριθμό δραστηριοτήτων και επομένως και ατόμων εμφανίζονται να έχουν αρνητική ή, αν το ερμηνεύαμε διαφορετικά, λιγότερο θετική επίδραση σε σχέση με τις πλατείες της προηγούμενης κατηγορίας. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η περιοχή των Αγίων Αναργύρων, το βόρειο τμήμα της Νεάπολης, η περιοχή των Παλιών, η περιοχή του Νοσοκομείου, του Αγίου Γεωργίου και το μεγαλύτερο μέρος των Αλυκών. Το τμήμα του κέντρου περιμετρικά της καθολικής εκκλησίας στην ουσία δεν αφορά σε πάρκο δραστηριοτήτων και γενικά ελεύθερου χώρου αλλά σε χώρο πρασίνου που όμως είναι περιφραγμένος και ελεύθερος μόνο στους πιστούς του συγκεκριμένου δόγματος.

**ΧΑΡΤΗΣ 20:
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ-ΑΣΤΙΚΟ ΠΡΑΣΙΝΟ**

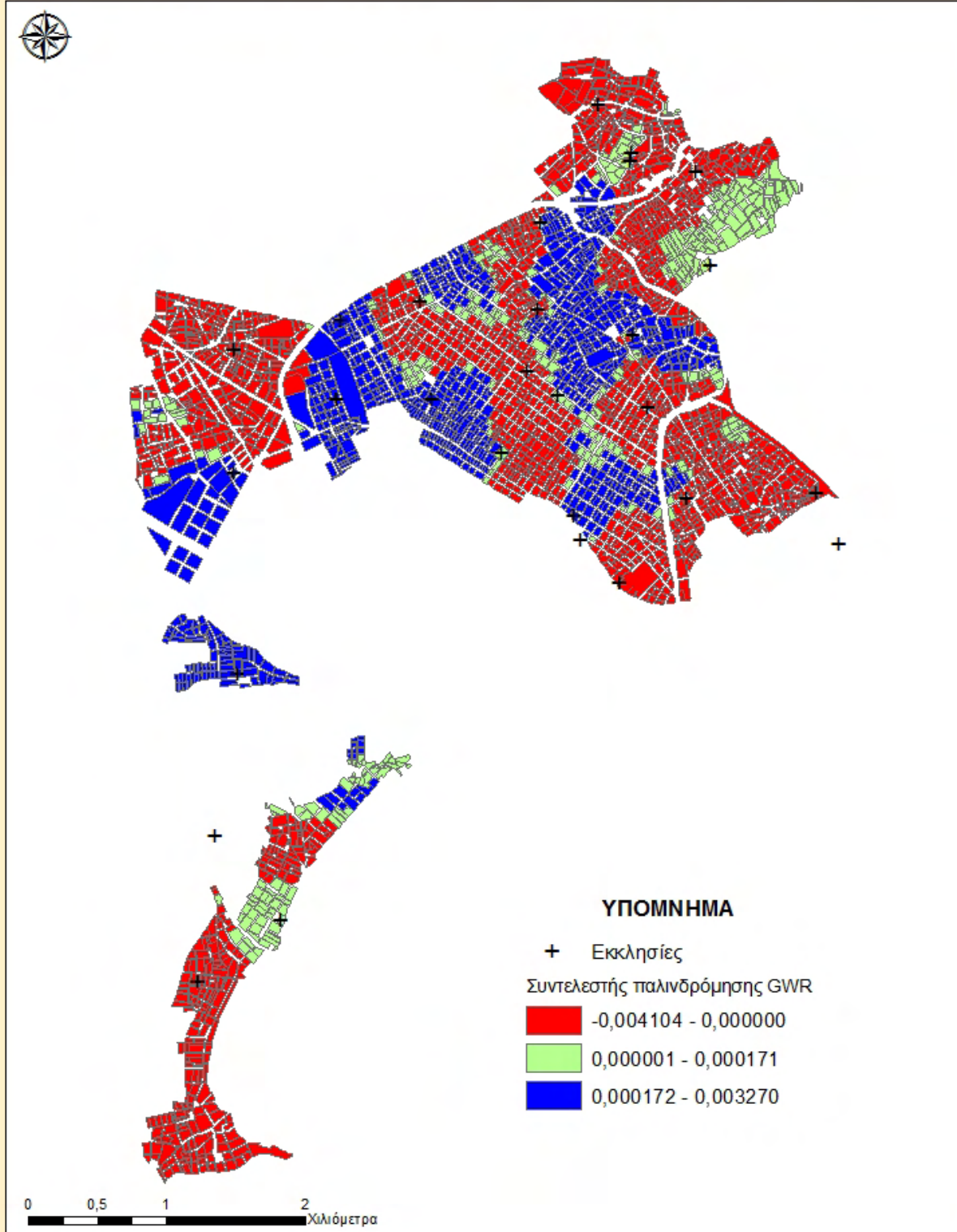


4.10.7 Η επίδραση των εκκλησιών

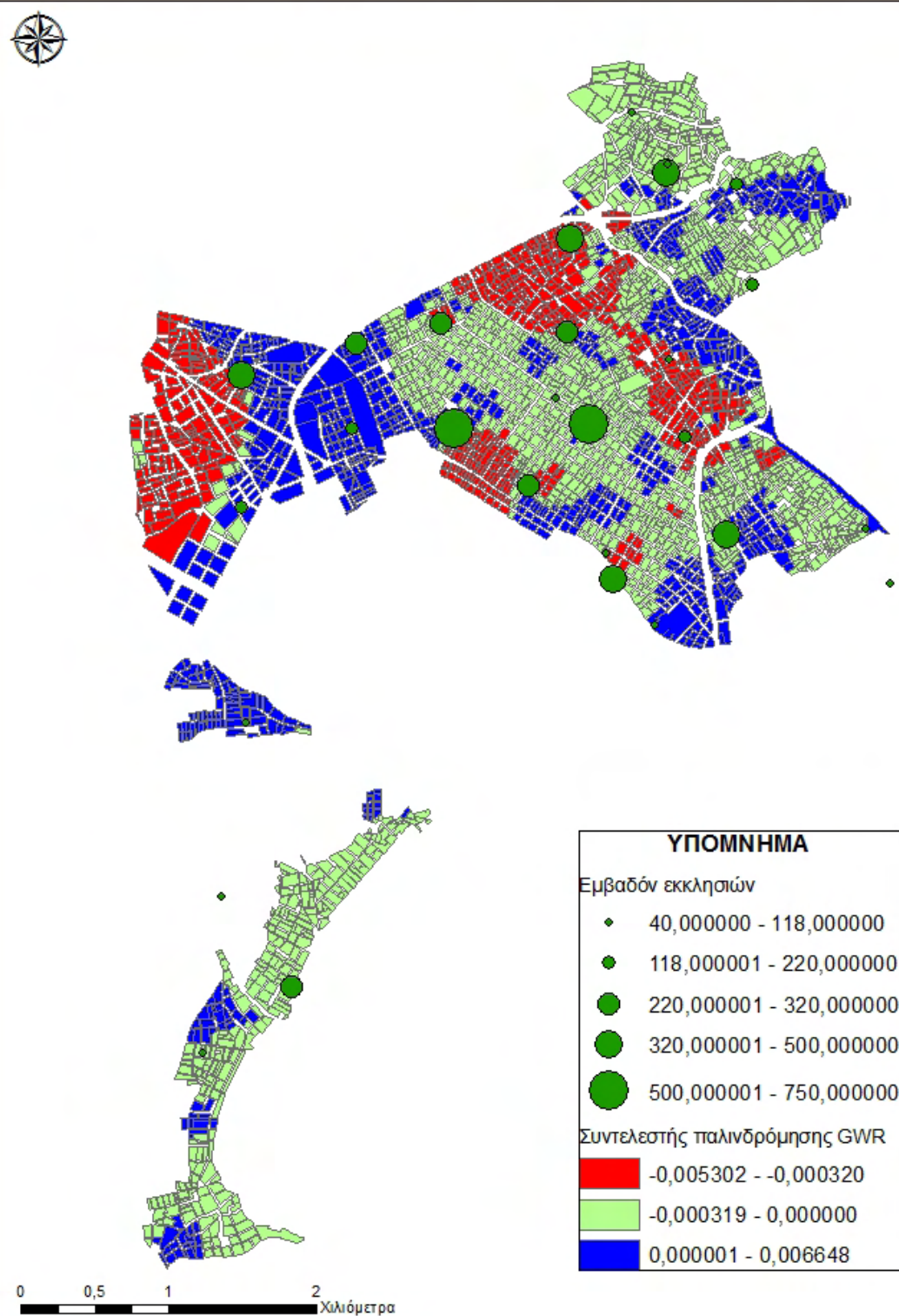
Εξαρχής στόχος του αρχικού μοντέλου ήταν ο έλεγχος του κατά πόσο οι εκκλησίες επηρεάζουν τις τιμές των γειτονικών σε αυτές οικοδομικών τετραγώνων. Στο μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης παρατηρήθηκε ότι αυτή η επιρροή υφίσταται και μάλιστα είναι αρνητική, δηλαδή η τάση είναι οι κάτοικοι της πόλης να επιλέγουν οι ιδιοκτησίες τους να μην έχουν άμεση γειτνίαση με εκκλησίες έστω και αν το φαινόμενο δεν έχει μεγάλη ένταση. Η τιμή του συντελεστή για την συγκεκριμένη παράμετρο είναι (+0.00017) που σημαίνει ότι αύξηση της απόστασης από εκκλησία κατά 100 μέτρα προκαλεί αύξηση της εξαρτημένης μεταβλητής κατά 1,7%.

Στη γεωγραφικά σταθμισμένη παλινδρόμηση από την άλλη η τιμή της παραμέτρου κυμαίνεται στο διάστημα (-0,004104,+0,003270) με μεγαλύτερο το εύρος του διαστήματος προς τις αρνητικές τιμές και σχεδόν ισοκατανομή των παρατηρήσεων μεταξύ αρνητικών και θετικών τιμών. Επίσης εξετάστηκε και η επίδραση μιας δεύτερης μεταβλητής που αφορά τις εκκλησίες και σχετίζεται με το πώς επηρεάζονται οι τιμές των οικοδομικών τετραγώνων από το μέγεθος της γειτνιάζουσας εκκλησίας. Στην γραμμική παλινδρόμηση ο συντελεστής της παραμέτρου έχει τιμή (+0,0003127) που σημαίνει πρακτικά ότι αύξηση στο εμβαδόν της γειτνιάζουσας εκκλησίας κατά 100 τμ αυξάνει την τιμή της εξαρτημένης κατά 3,1% περίπου. Στην ουσία, εκκλησίες με μεγάλο εμβαδόν προκαλούν αύξηση των τιμών των οικοδομικών τετραγώνων, φαινόμενο που έρχεται σε αντίθεση με τα αποτελέσματα της προηγούμενης παραμέτρου. Στο μοντέλο της γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης από την άλλη, οι τιμές της παραμέτρου που ελέγχει το εμβαδόν των εκκλησιών κυμαίνεται στο διάστημα (-0.005302,+0.006648) με μεγαλύτερο το εύρος των τιμών της παραμέτρου προς τις θετικές τιμές του διαστήματος. Επειδή και οι δύο αυτοί παράμετροι αφορούν την επιρροή του ίδιου φαινομένου στην τιμή της εξαρτημένης, καλό είναι να εξεταστούν και να αναλυθούν συνδυαστικά και ανά περιοχές.

**ΧΑΡΤΗΣ 21:
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ-ΕΚΚΛΗΣΙΕΣ**



ΧΑΡΤΗΣ 22: ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ-ΕΜΒΑΔΟΝ ΕΚΚΛΗΣΙΩΝ



Στα βορειο-ανατολικά της πόλης λοιπόν και πιο συγκεκριμένα στην περιοχή της Αγίας Παρασκευής και του Αγίου Γεωργίου, περιοχές που το όνομά τους προέρχεται από τις κύριες εκκλησίες της ενορίας τους, η επίδραση των εκκλησιών εμφανίζεται να είναι θετική και χωρίς το εμβαδόν τους να έχει αυξητική επίδραση στην τιμή της παραμέτρου του αρχικού μοντέλου. Μόνη εξαίρεση αποτελεί η ζώνη γύρω από το βασικό άξονα της περιοχής του Αγίου Γεωργίου όπου το εμβαδόν της εκκλησίας φαίνεται να επιδρά σε μεγαλύτερο ποσοστό.

Στα νότια προάστια της πόλης από την άλλη, δηλαδή στην περιοχή των Αλυκών, επίσης το φαινόμενο είναι αντίθετο από εκείνο του αρχικού μοντέλου, με τις εκκλησίες να επιδρούν θετικά στις τιμές των γειτονικών τους οικοδομικών τετραγώνων και το εμβαδόν των εκκλησιών να μην επιδρά περισσότερο απ'ότι έχει ήδη προσδιοριστεί.. Το ίδιο ακριβώς συμβαίνει και για την περιοχή της Νέας Δημητριάδας, των ανατολικών προαστίων δηλαδή.

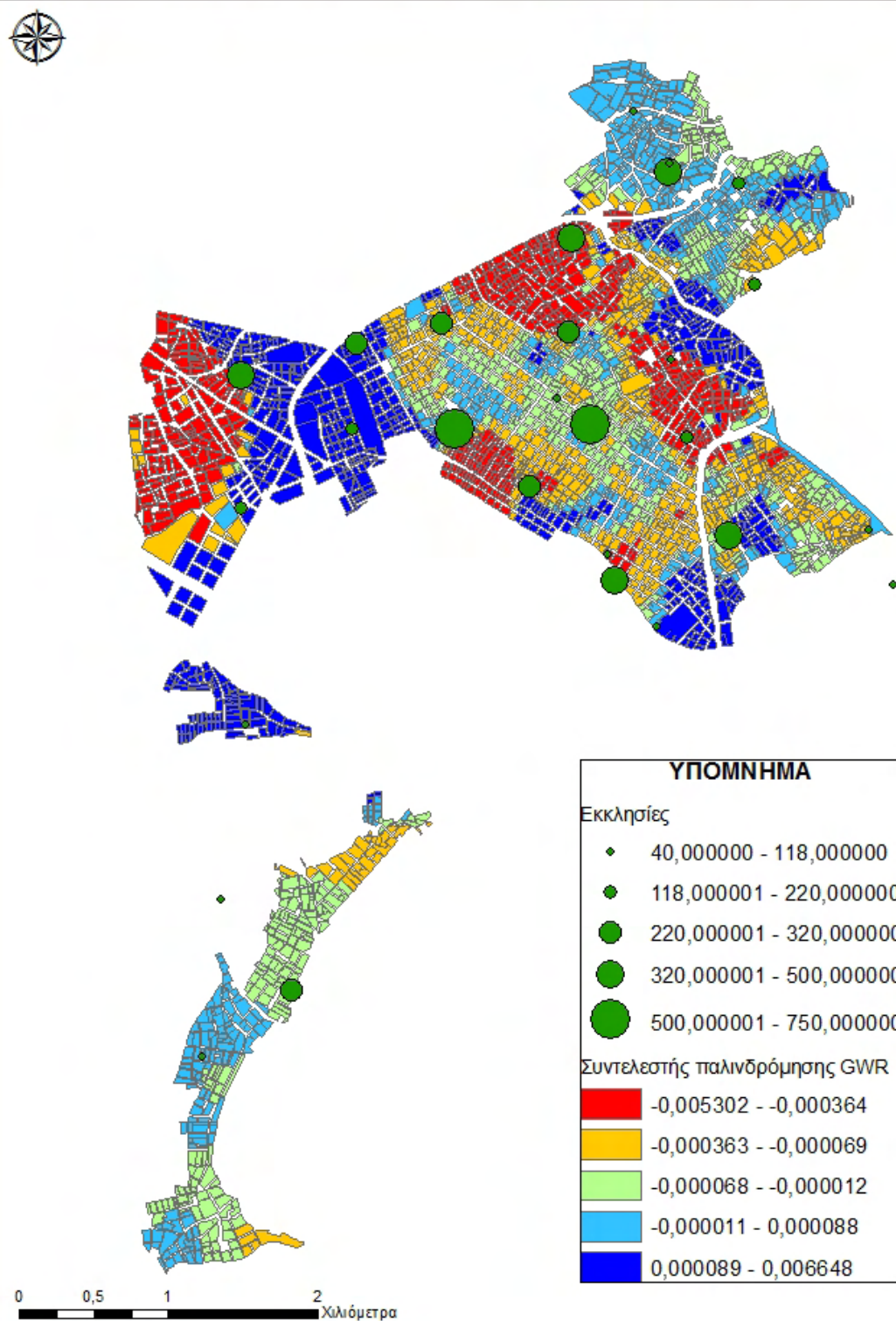
Στην περιοχή των Αγίων Αναργύρων ομοίως οι εκκλησίες φαίνεται να επιδρούν αυξητικά στις τιμές των οικοδομικών τετραγώνων, γεγονός που ισχύει και για το βόρειο τμήμα της Νεάπολης που όπως αναφέρθηκε και στην ανάλυση προηγούμενων παραμέτρων είναι περισσότερο περιοχή κατοικίας εν συγκρίσει με το νότιο τμήμα της. Το δε εμβαδόν των εκκλησιών εμφανίζει θετική επιρροή μόνο για το βόρειο τμήμα των Αγίων Αναργύρων και το νοτιοανατολικό της Νεάπολης και αρνητική επιρροή για τις υπόλοιπες περιοχές ενώ στην περιοχή Παλιά η γειτνίαση σε εκκλησίες επιδρά αρνητικά όμως το εμβαδόν τους έχει το αντίθετο αποτέλεσμα. Αυτή είναι και η μοναδική περίπτωση περιοχών της πόλης που οι δύο παράμετροι εμφανίζονται με αντίθετο αποτέλεσμα, δηλαδή κάποιος δεν θέλει να κατοικεί πλησίον εκκλησίας όμως αυτό θα άλλαζε αν επρόκειτο για μια μεγάλη εκκλησία. Αυτό ίσως σημαίνει ότι για την συγκεκριμένη περιοχή οι δύο αυτές παράμετροι επιδρούν συνδυαστικά αφού το αποτέλεσμα της μιας αναιρεί το συμπέρασμα που εξάγεται από την άλλη και μάλλον θα έπρεπε να έχουν εισαχθεί στο αρχικό μοντέλο ως ένας δείκτης – μεταβλητή.

Ενδιαφέρουσα είναι και η ανάλυση που προκύπτει αναφορικά με το κέντρο της πόλης. Ουσιαστικά στο εμπορικό κέντρο της πόλης η επίδραση είναι θετική και μόνο στο κομμάτι που κυριαρχείται από την χρήση της κατοικίας η επιρροή των εκκλησιών είναι αρνητική. Η επίδραση του μεγέθους από την άλλη ενισχύει το συμπέρασμα που προκύπτει από την παράμετρο της απόστασης. Έτσι όπου οι τιμές των οικοδομικών τετραγώνων επηρεάζονται αρνητικά από την γειτνίαση με εκκλησίες, απειλούνται ακόμα περισσότερο από το μέγεθος των εκκλησιών της περιοχής τους. Ενώ όπου η

επίδραση αυτή είναι θετική και το μέγεθος των εκκλησιών είναι αυξητικό προς τις τιμές τους. Στην ουσία το κέντρο της πόλης, με την ευρύτερη έννοια και όχι μόνο το εμπορικό, είναι ο χώρος στον οποίο συναντά κανείς τις μεγαλύτερες εκκλησίες της πόλης όπου αναπόφευκτα συγκεντρώνονται οι περισσότερες δραστηριότητες αλλά και ο περισσότερος πληθυσμός.

Ακολουθώντας διαφορετικού τύπου ταξινόμηση των τιμών της παραμέτρου που αφορά το εμβαδόν των εκκλησιών στο χάρτη 23 γίνεται περισσότερο εμφανής η ένταση της επιρροής του μεγέθους των εκκλησιών για συγκεκριμένες περιοχές της πόλης. Έτσι το μέγεθος εκκλησιών όπως οι Άγιοι Ανάργυροι, η Μεταμόρφωση, ο Άγιος Νικόλαος και ο Άγιος Κωνσταντίνος προκαλούν αύξηση στις τιμές των οικοδομικών τετραγώνων που τις γειτνιάζουν εξαιτίας του μεγέθους τους. Σημειωτέον ότι πρόκειται για τις μεγαλύτερες εκκλησίες της πόλης. Το ίδιο συμβαίνει και στην περιοχή του Καραγάτς όπου όμως το μέγεθος των εκκλησιών είναι σημαντικά μικρότερο. Σημαντικά αρνητική από την άλλη είναι η επιρροή που ασκεί το μέγεθος της γειτνιάζουσας εκκλησίας σε τμήμα της περιοχής του Αγίου Γεωργίου, στην περιοχή ανατολικά του περιφερειακού, στην περιοχή του νοσοκομείου, στα Παλιά καθώς και στην είσοδο της πόλης από Αθηνών.

**ΧΑΡΤΗΣ 23:
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ-ΕΜΒΑΔΟΝ ΕΚΚΛΗΣΙΩΝ (2)**



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Την τελευταία 5ετία η χώρα βρίσκεται σε κατάσταση οικονομικής κρίσης γεγονός που πυροδοτεί αλυσιδωτές αντιδράσεις σε όλες τις εκφάνσεις της ζωής του Έλληνα αστού. Από την κρίση αυτή δεν επηρεάζεται μόνο ο οικονομικός τομέας μιας χώρας, των πόλεων ή ο οικονομικός προϋπολογισμός μιας οικογένειας, αλλά κυρίως πλήττονται δομές και αρχές καλά εδραιωμένες συν τω χρόνω. Ο θεσμός της οικογένειας και ο ρόλος της Εκκλησίας κλυδωνίζονται ή για άλλους απλά δοκιμάζονται. Αυτά είναι και τα τελευταία οχυρά του σύγχρονου νεοέλληνα. Βαριά κληρονομιά που απέκτησε μέσα από πραγματικούς αλλά και φιλοσοφικούς αγώνες και που αν την χάσει τελικά, θα χαθεί και η πραγματική ταυτότητα του και ο συνδετικός κρίκος του με το παρελθόν αλλά και με το μέλλον.

5.1 Η ελληνική αστική πόλη

Η ελληνική ορθόδοξη εκκλησία έχει αφομοιωθεί και έχει αφομοιώσει τον ίδιο των ελληνισμό και είναι χαρακτηριστικό ότι στην ανοικοδόμηση πόλεων το κτίσιμο των εκκλησιών έχει σημαίνοντα ρόλο τόσο ώστε να γίνεται μαζί με το χτίσιμο των σχολείων. Η θρησκευτική πίστη σε δύσκολες εποχές όπως στις αρχές του προηγούμενου αιώνα, έχει την ίδια θέση με την εκπαίδευση. Δεν είναι άλλωστε τυχαίο ότι φράσεις όπως το «*Πατρίδα, θρησκεία και οικογένεια*» αποτέλεσαν έκφραση ακόμα και ιδεολογικού κινήματος, ενώ μέχρι και σήμερα αποτελεί βαθιά συνείδηση για την πλειοψηφία των ατόμων που κατοικούν σε αυτή τη χώρα.

Στον αντίποδα της ανάλυσης βρίσκεται η έννοια του ακινήτου και το ιδιοκτησιακό καθεστώς στη χώρα μας. Ιστορικά, η πορεία της αστικοποίησης στην Ελλάδα συνδέεται άρρηκτα με το θεσμό της οικογένειας. Η επικρατούσα λογική της διασφάλισης των παιδιών μιας οικογένειας με ένα τουλάχιστον ακίνητο και η παντελής έλλειψη κρατικής παρέμβασης στο σχεδιασμό των πόλεων έχει οδηγήσει σήμερα στο φαινόμενο του κατακερματισμού της γης και της μικροιδιοκτησίας. Σε

ορισμένες μάλιστα περιπτώσεις η διασφάλιση κατοικίας είναι πρωτίστης σημασίας και αντικειμενικός σκοπός κάθε οικογένειας σε τέτοιο βαθμό ώστε στη διαβάθμιση των ανθρώπινων αναγκών συγκαταλέγεται ακόμα και πριν την ίδια την επιβίωση.

Πρόκειται επομένως για δύο από τα βασικότερα στοιχεία που χαρακτηρίζουν τον τρόπο δραστηριοποίησης του σύγχρονου έλληνα. Ο τρόπος με τον οποίο αυτά αλληλεπιδρούν στο πλαίσιο λειτουργίας μιας πόλης με αυστηρά κριτήρια τη χωρική τους θέση είναι ένα ζήτημα που δεν έχει αναλυθεί ποτέ και σίγουρα αποτελεί μια καινοτόμο έρευνα για τη χώρα μας. Επιπλέον, παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον και για την ανάλυση των ηδονικών μοντέλων αφού η έρευνα ξεφεύγει της κλασσικής ανάλυσης της επιρροής του εμπορικού κέντρου στις δομές μιας πόλης και επικεντρώνεται σε παραμέτρους που χωρικά εμφανίζονται ομοιόμορφα διεσπαρμένες. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η χωροθετική κατανομή των εκκλησιών μιας ελληνικής πόλης, η οποία είναι ομοιόμορφη, καλύπτοντας ισομερώς τις ανάγκες του πληθυσμού της.

5.2 Αποτελέσματα ανάλυσης παλινδρόμησης

Σκοπός της παρούσης διδακτορικής διατριβής υπήρξε λοιπόν η διαπίστωση της επιρροής των εκκλησιών στη διαμόρφωση των τιμών των γειτνιάζοντων οικοδομικών τετραγώνων στα πλαίσια ενός ηδονικού μοντέλου. Το θεωρητικό πλαίσιο διαμόρφωσης των ηδονικών μοντέλων δεν προσδιορίζει τον τρόπο με βάση τον οποίο προσδιορίζεται αυτή η σχέση. Η επιλογή των στατιστικών μεθόδων βασίστηκε στην βιβλιογραφική εμπειρία αλλά και στο γεγονός ότι τελικά οι πιο πολύπλοκες διαδικασίες εξετάζονται και αναλύονται καλύτερα με απλά μοντέλα. Για το σκοπό αυτό, επιλέγεται η κλασσική μέθοδος της γραμμικής παλινδρόμησης η οποία αποδίδει επιτυχώς τις πολύπλοκες σχέσεις με απλό τρόπο. Το μόνο πρόβλημα που θέτει η ανάλυση είναι το γεγονός ότι η γραμμική παλινδρόμηση είναι μία α-χωρική μέθοδος που καλείται να αναλύσει χωρικά φαινόμενα. Στην ανάλυση, αυτό το πρόβλημα έρχεται να υπερκεραστεί με ένα δεύτερο μοντέλο, και με την εφαρμογή της γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης.

Προκύπτουν επομένως δύο μοντέλα, με τις ίδιες μεταβλητές, τα οποία εξετάζουν στην ουσία τους τα ίδια φαινόμενα κάτω όμως από το πρίσμα διαφορετικών μεθόδων. Στο μεν πρώτο η ανάλυση χαρακτηρίζεται ως ανάλυση γενικής κλίμακας με τους συντελεστές παλινδρόμησης να είναι σταθεροί στο χώρο και στο δεύτερο η ανάλυση χαρακτηρίζεται ως ανάλυση τοπικής κλίμακας ενσωματώνοντας την έννοια της

γεωγραφικής θέσης των μεταβλητών στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Στην ουσία η ανάλυση τοπικής κλίμακας αποτελεί ένα διερευνητικό εργαλείο της αστάθειας των μεταβλητών στο χώρο.

Το μοντέλο που προτείνεται λόγω της ιδιομορφίας που παρουσιάζει εφαρμόζεται σε επίπεδο οικοδομικού τετραγώνου και όχι σε επίπεδο ακινήτου, με αποτέλεσμα να αφήνει εκτός και μία ακόμα κατηγορία παραμέτρων, αυτή των δομικών χαρακτηριστικών των ακινήτων. Έτσι η ανάλυση εστιάζεται κυρίως στον τρόπο που ο περιβάλλοντας χώρος επιδρά στην αγορά γης σε μια μεσαίου μεγέθους ελληνική πόλη όπως είναι ο Βόλος. Το γεγονός ότι η ανάλυση επικεντρώνεται σε παραμέτρους που λαμβάνουν υπόψη μόνο τις επιδράσεις της γειτονιάς, και ειδικότερα με αναφορά στις χωρικές επιδράσεις, και δεν λαμβάνει υπόψη της τα δομικά χαρακτηριστικά μιας κατοικίας είναι κάτι που δεν συνηθίζεται στα ηδονικά μοντέλα. Αυτό ενέχει τον κίνδυνο τα αποτελέσματα της ανάλυσης να είναι μεροληπτικά και επομένως και αμφισβητήσιμα. Σε αυτήν την περίπτωση όμως δεν συμβαίνει κάτι τέτοιο, αφού τα αποτελέσματα της ανάλυσης και οι αντίστοιχες επιρροές που απορρέουν από αυτά είναι οι προσδοκώμενες.

Τα αποτελέσματα του μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης αποδίδει ενδιαφέροντα για την ανάλυση αποτελέσματα. Σε αυτό το σημείο γίνεται και πάλι αναφορά στον πίνακα 4.9 του προηγούμενου κεφαλαίου στον οποίο αναφέρονται οι επιρροές κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής στην εξαρτημένη.

	Συντελεστές παλινδρόμησης	ΕΠΙΡΡΟΗ
Ληφαρμακεία	-.0581441	-3,95% *
Ληθέα	-.2469584	-15,73% *
Λητράπεζες	-.3048578	-19,05% *
Ληνηπιαγωγεία	.0946906	6,784% *
Ληδημοτικά	-.1095494	-7,312% *
Ληφροντιστήρια	-.1558759	-10,24% *
Πάρκα	-.0001114	-0,0078% **
Ε_εκκλησιών	.0003127	0,0217% **
Εκκλησίες	.0001711	0,0119% **
Κάτοικοι	.004819	0,335% **

* μεταβολή στο 100%

** μεταβολή ανά μία μονάδα μέτρησης

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.9: Επιρροή ανά μεταβλητή

Συγκριτικά τη μεγαλύτερη επίδραση προκαλεί η προσβασιμότητα σε τράπεζες το οποίο στην ουσία υπονοεί την επιρροή των υπηρεσιών και υπό μία έννοια και των εμπορικών κέντρων στις τιμές των οικοδομικών τετραγώνων. Εξίσου σημαντικές επιδράσεις, και μάλιστα με το ίδιο πρόσημο, προκαλούν η προσβασιμότητα σε υδάτινο περιβάλλον ιδιαίτερου κάλλους αλλά και η πρόσβαση σε φροντιστήρια ξένων γλωσσών με επίδραση σε ποσοστό -15,73% και -10,24% αντίστοιχα. Στην ένταση της επίδρασης ακολουθεί η προσβασιμότητα σε δημοτικά σχολεία (-7,312%) και σε νηπιαγωγεία (6,784%). Μάλιστα σε αυτήν την τελευταία περίπτωση το φαινόμενο έχει την αντίθετη επίδραση, όσο δηλαδή αυξάνεται η απόσταση από νηπιαγωγείο αυξάνεται και με βάση το προαναφερθέν ποσοστό η τιμή ενός οικοδομικού τετραγώνου. Τέλος σε ότι αφορά την προσβασιμότητα σε υπηρεσίες υγείας φαίνεται ότι έχουν και τη μικρότερη επίδραση αυτής της κατηγορίας, μάλιστα είναι πέντε φορές μικρότερη από την επίδραση των τραπεζών, και επομένως η αύξηση της απόστασης από φαρμακείο προκαλεί μείωση της τιμής ενός ΟΤ κατά ποσοστό 3,95%.

Για τις επόμενες μεταβλητές η επιρροή που αναφέρεται δεν αφορά σε αύξηση της x σε ποσοστό κατά 100% αλλά στην επιρροή προς την εξαρτημένη από την αύξηση κατά μία μονάδα της εκάστοτε ανεξάρτητης μεταβλητής. Έτσι η αύξηση κατά 1 μέτρο της απόστασης από πάρκο θα έχει ως αποτέλεσμα η τιμή ενός ΟΤ να πέσει κατά 0,0078% ενώ αν η απόσταση από εκκλησία αυξηθεί κατά ένα μέτρο τότε η τιμή θα ανέβει κατά 0,0119%. Το αντίθετο συμβαίνει με την γειτνίαση σε εκκλησίες με μεγάλο εμβαδόν. Έτσι η αύξηση κατά ένα τετραγωνικό μέτρο στο εμβαδόν μιας εκκλησίας προκαλεί αύξηση στην τιμή ενός ΟΤ κατά 0,0119%. Τέλος η αύξηση του αριθμού των κατοίκων ενός ΟΤ κατά ένα άτομο, προκαλεί αύξηση της τιμής ενός ΟΤ κατά 0,335%.

Για να γίνουν περισσότερο κατανοητά τα παραπάνω ποσοστά αρκεί να υπολογιστεί αυτή η επίδραση στις πραγματικές μονάδες μέτρησης της εξαρτημένης, δηλαδή σε €/τμ. Έστω λοιπόν η περίπτωση δύο ακινήτων τα οποία χωροθετούνται σε δύο διαφορετικά οικοδομικά τετράγωνα που το ένα απέχει από εκκλησία απόσταση d και το άλλο απέχει απόσταση $d + 100\mu$ τότε η προσαύξηση του δεύτερου ακινήτου θα είναι κατά $512 * 1,19\% = 6,09\text{€}/\text{τμ}$.

Το 512 στην παραπάνω εξίσωση είναι η διάμεσος της μεταβλητής (τιμή ΟΤ). Στα στατιστικά βιβλία γίνεται εκτενής αναφορά γιατί η διάμεσος προτιμάται έναντι της μέσης τιμής (βλέπε Wooldridge, 2009). Έτσι για ένα ακίνητο 120τμ η προσαύξηση

αυτή ανέρχεται περίπου σε 731€. Το συγκεκριμένο αποτέλεσμα ίσως να μην κάνει κατανοητή την έννοια της επίδρασης των εκκλησιών. Όμως ένα δεύτερο παράδειγμα μπορεί εύκολα να αποδείξει την ένταση αυτής της επιρροής σε ορισμένες περιπτώσεις. Έτσι αν το δεύτερο οικοδομικό τετράγωνο απέχει $d + 500\mu$ τότε αντίστοιχα η προσαύξηση στην τιμή του δεύτερου ακινήτου θα είναι $(512 * 1,19\%) * 5 \approx 31\text{€}/\tau\mu$. Αντιστοίχως με τα παραπάνω παραδείγματα η αύξηση κατά 100τμ στον εμβαδόν της γειτνιάζουσας εκκλησίας προκαλεί αύξηση στην τιμή ενός ακινήτου ενός ΟΤ κατά περίπου $(512 * 2,17\%) \approx 11\text{€}/\tau\mu$.

Σε αυτό το σημείο υπεισέρχεται η ανάλυση του μοντέλου της γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης. Όπως έχει ήδη αναφερθεί η γεωγραφικά σταθμισμένη παλινδρόμηση αποτελεί ένα διαγνωστικό εργαλείο και ως τέτοιο αντιμετωπίζεται. Επιλέχθηκε δε η εφαρμογή της συγκεκριμένης μεθόδου από τη στιγμή που εντοπίζεται το πρόβλημα της χωρικής αυτοσυσχέτισης των δεδομένων καθώς θεωρείται ότι μόνο η ανάλυση τοπικής κλίμακας μπορεί να αντιμετωπίσει το συγκεκριμένο πρόβλημα αλλά και να διαπιστώσει υποβόσκουσες διεργασίες στον αστικό χώρο.

5.3 Αποτελέσματα γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης

Η εφαρμογή της γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης στις μεταβλητές του αρχικού μοντέλου αναδεικνύει κυρίως τον ιδιόμορφο χαρακτήρα ορισμένων περιοχών της πόλης του Βόλου αλλά και την αδυναμία του μοντέλου σε κάποιες περιπτώσεις να εκφράζει την πραγματική εικόνα της πόλης εξαιτίας του γεγονότος ίσως κάποιων παραλειπόμενων μεταβλητών.

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων που αφορούν στις μεταβλητές που εκφράζουν προσβασιμότητα από σχολικές μονάδες και από ιδιωτικά φροντιστήρια ξένων γλωσσών παρείχε ενδιαφέροντα συμπεράσματα.

- Στην περίπτωση των φροντιστηρίων ξένων γλωσσών υπάρχουν περιοχές στην πόλη για τις οποίες η μεταβλητή αυτή παρουσιάζει μεγαλύτερο βαθμό επίδρασης απ'ότι ανέδειξε το αρχικό μοντέλο και οπτικά αυτό το γεγονός συσχετίζεται με περιοχές στις οποίες δεν υπάρχει μεγάλος αριθμός φροντιστηρίων

- Στην περίπτωση των δημοτικών σχολείων οι δύο ακραίες κατηγορίες που εξετάστηκαν από τη μια αναδεικνύουν περιοχές για τις οποίες η ένταση του φαινομένου ίσως να είναι και μεγαλύτερη απ'ότι εκφράζεται από το αρχικό μοντέλο

και από την άλλη αναδεικνύουν περιοχές οι οποίες έχουν την επίδραση μεταβλητών που δεν έχουν συμπεριληφθεί στο αρχικό μοντέλο. Χαρακτηριστικά αναφέρονται μεταβλητές που αφορούν στα δημογραφικά στοιχεία του πληθυσμού (ηλικία, οικογενειακή κατάσταση κλπ). Επιπλέον η τάση του κέντρου να αποδίδει συντελεστές με αντίθετο πρόσημο σε σχέση με τον συντελεστή της κλασσικής παλινδρόμησης αποδόθηκε ως αποτέλεσμα των διαφορετικών χρήσεων, πέραν της κατοικίας που υπάρχουν στην περιοχή

- Στην περίπτωση των νηπιαγωγείων, από την ανάλυση των δύο ακραίων ομάδων στην ταξινόμηση της χαρτογραφικής απεικόνισης ανάγονται τα εξής συμπεράσματα: από τη μια το γεγονός ότι υπάρχουν περιοχές για τις οποίες το πρόσημο του συντελεστή είναι αντίθετο από εκείνο του συντελεστή γραμμικής παλινδρόμησης αποτελεί έκφραση της ανάγκης αναβάθμισης των συγκεκριμένων περιοχών ενώ αποτελεί και έκφραση του χαρακτήρα των κοινωνικών στρωμάτων που κατοικούν εκεί. Από την άλλη το γεγονός ότι υπάρχουν περιοχές για τις οποίες η ένταση του φαινομένου καθώς και η μορφή της επίδρασης (αρνητική) είναι η ίδια με εκείνη του αρχικού μοντέλου αναλύθηκε από το γεγονός της αδιάφορης στάσης των νοικοκυριών ως προς την χωροθέτηση των νηπιαγωγείων σε συνδυασμό και με διαπίστωση ότι κάποιες μεταβλητές μπορεί να λείπουν από το μοντέλο.

- Στην περίπτωση της προσβασιμότητας σε τράπεζες την μεγαλύτερη ένταση του φαινομένου παρουσιάζουν περιοχές που είτε διακρίνονται μόνο για τις εμπορικές τους χρήσεις είτε ανήκουν στην κατηγορία των πρόσφατα αναπτυγμένων περιοχών. Στον αντίποδα βρίσκονται περιοχές με αντίθετη επιρροή από την αντίστοιχη της κλασσικής παλινδρόμησης. Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν περιοχές κυρίως Β κατοικίας αλλά περιοχές περιμετρικά των χειμάρρων της πόλης γεγονός που ίσως σηματοδοτεί την ύπαρξη κάποιας μεταβλητής που δεν εισήχθη στο μοντέλο

- Το ίδιο φαινόμενο με αυτό που μόλις περιγράφηκε ισχύει και για την περίπτωση που εξετάζει την προσβασιμότητα σε υδάτινο περιβάλλον ιδιαίτερου φυσικού ενδιαφέροντος. Η αποστροφή που δηλώνουν οι συντελεστές αντίθετου προσήμου οφείλονται κυρίως στο γεγονός ότι κάποιοι παράγοντες της ίδιας κατηγορίας δεν έχουν συμπεριληφθεί στο μοντέλο όπως η θέα στο Πήλιο ή η θέα σε ποτάμι αλλά και ο χαρακτήρας των περιοχών ενδιαφέροντος (το είδος των χρήσεων που πλειοψηφούν)

- Η παράμετρος της προσβασιμότητας σε υπηρεσίες υγείας από την άλλη αναδεικνύει περιοχές σχετικά υποβαθμισμένες ή περιοχές για τις οποίες η χωροθέτηση ενός φαρμακείου είναι περισσότερο επιτακτική από ότι σε άλλες. Στην

κατηγορία της αντίθετης επίδρασης από την άλλη υπάρχει η ένδειξη για την ένταξη στο μοντέλο και άλλων μεταβλητών που αφορούν κυρίως τον κοινωνικό χαρακτήρα του πληθυσμού τους αλλά και την ένταση της εγκληματικότητας.

- Στην περίπτωση της μεταβλητής που ελέγχει τον αριθμό των κατοίκων ανά ΟΤ το φαινόμενο εμφανίζει την ίδια επίδραση με την αντίστοιχη της κλασσικής παλινδρόμησης σε περιοχές που πρόσφατα αναβαθμίστηκαν και εκτείνονται κατά μήκος της περιφερειακής οδού της πόλης. Η αντίθετη επίδραση παρατηρείται στο πολυπληθές κέντρο της πόλης αλλά και σε περιοχές που δεν είναι αμιγώς περιοχές κατοικίας.

- Στην περίπτωση της μεταβλητής που ελέγχει την προσβασιμότητα σε πάρκα εξετάζονται οι δύο κατηγορίες που εμφανίζονται ως αποκλίνουσες του αποτελέσματος της κλασσικής παλινδρόμησης. Από τη μια ταξινομούνται περιοχές για τις οποίες το φαινόμενο έχει την ίδια επίδραση όπως και στην περίπτωση της κλασσικής παλινδρόμησης αλλά με μεγαλύτερη ένταση. Αυτό κυρίως οφείλεται στο γεγονός ότι οι συγκεκριμένοι ελεύθεροι χώροι είναι χώροι με τη μεγαλύτερη συγκέντρωση ατόμων στην πόλη αλλά και οι μεγαλύτεροι από άποψη μεγέθους σε όλο τον αστικό ιστό. Αξίζει επίσης να σημειωθεί ότι πρόκειται για χώρους στους οποίους υπάρχει συγκέντρωση και άλλων δραστηριοτήτων, μόνιμων αλλά και εποχιακών, γεγονός που ενισχύει ακόμα περισσότερο την καθημερινή πληθυσμιακή συγκέντρωση. Από την άλλη για την ανάλυση του αντίθετου φαινομένου θα απαιτούνταν ίσως ακόμα και διαχωρισμός της συγκεκριμένης μεταβλητής αναφορικά με το είδος του πάρκου που εξετάζεται κάθε φορά.

Στην περίπτωση των δύο παραμέτρων που ελέγχουν την επίδραση των εκκλησιών στις τιμές των οικοδομικών τετραγώνων η ανάλυση των αποτελεσμάτων απέδωσε ενδιαφέροντα συμπεράσματα όταν οι δύο μεταβλητές εξετάστηκαν συγκριτικά. Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων οι κύριες εκκλησίες της πόλης δημιουργούν θύλακες γύρω από τους οποίους η επίδραση τους είναι αντίθετη από εκείνη που προτείνει το αρχικό μοντέλο και χωρίς ιδιαίτερη επίδραση από το τη μεταβλητή που ελέγχει το μέγεθος των εκκλησιών.

Από την άλλη σε περιοχές που κυριαρχούν και άλλες χρήσεις πέραν της κατοικίας η επίδραση των εκκλησιών εντείνεται και από το μέγεθος της γειτνιάζουσας εκκλησίας. Οι εκκλησίες των εν λόγω περιοχών είναι και οι μεγαλύτερες της πόλης συγκεντρώνοντας και το μεγαλύτερο πλήθος δραστηριοτήτων θρησκευτικού και μη περιεχομένου. Αυτό είναι ενδεχομένως και έκφραση της γενικότερης τάσης που

επικρατεί του επιλέγειν να κατοικείν πλησίον εκκλησίας αλλά κατηγορικά όχι πλησίον του «θορύβου» που αναλογεί στο μέγεθος μιας «μεγάλης» εκκλησίας. Εκφράζεται όμως έτσι και η τάση που υπάρχει στην κατανομή των χρήσεων γύρω από μεγάλες εκκλησίες, με επικρατούσες τις εμπορικές και όχι της κατοικίας.

5.4 Επίλογος

Πολλά λέγονται, πολλά ακούγονται και άλλα τόσα γράφονται για έννοιες όπως η αστικοποίηση, η παγκοσμιοποίηση, η αποκέντρωση ή πάλι η συγκέντρωση, η οικονομική κρίση, η έλλειψη σχεδιασμού, ο εκφυλισμός των ηθών κα. Όλα τα παραπάνω είναι χαρακτηριστικά των καιρών μας και της ιστορίας μας. Κάποια συνέβαιναν και παλιότερα και κάποια αποτελούν καινοτομίες των δύο τελευταίων αιώνων. Το σίγουρο όμως είναι ότι στις όποιες ανακατατάξεις και αναδιαρθρώσεις εκείνο που δεν αλλάζει είναι η ταυτότητα του Έλληνα. Η πίστη του καταρχήν στην οικογένεια είναι αυτή που τον διαχωρίζει από τους γείτονες της. Και από την άλλη η βαθιά πίστη του στην θρησκεία.

Στην παρούσα διδακτορική διατριβή γίνεται μια ανάλυση με στόχο κυρίως την αποκωδικοποίηση της επιρροής αυτής της θρησκευτικής πίστης σε μια από τις βασικότερες επιλογές για κάθε έναν που σέβεται τον εαυτό του και την οικογένεια του, την επιλογή της κατοικίας του. Η ανάλυση αποδεικνύει την αρνητική συσχέτιση των δύο αυτών στοιχείων. Με άλλα λόγια η επιλογή της κατοικίας γίνεται και με γνώμονα του αν το οίκημα γειτνιάζει με εκκλησία. Η γειτνίαση σε εκκλησία συνεπάγεται μείωση στην αξία του ακινήτου η οποία όμως είναι μικρότερη όταν πρόκειται για εκκλησίες μεγάλου μεγέθους.

Αυτό στην ουσία εκφράζει την τάση του ανθρώπου να συνδέει την εκκλησία με άσχημα γεγονότα και κυρίως με την ιδέα του θανάτου. Έτσι στα πλαίσια δεισιδαιμονιών που ακόμα και σήμερα υπάρχουν προτιμάται η επιλογή κατοικίας μακριά από εκκλησίες χωρίς αυτό να συνεπάγεται και την απαξίωση του θρησκευτικού αισθήματος των ελλήνων στις μέρες μας. Η ένταση αυτού του φαινομένου ελαττώνεται όταν η γειτνίαση αφορά σε εκκλησίες μεγάλου μεγέθους. Η αποδέσμευση τους από τον καθαρά θρησκευτικό τους χαρακτήρα και η ένταξη και άλλων δραστηριοτήτων στους ελεύθερους χώρους τους τις κάνει περισσότερο ελκυστικές και προσιτές στον απλό κόσμο.

Τα συμπεράσματα αυτά βεβαίως αφορούν τον συγκεκριμένο τρόπο ανάλυσης που επιλέχθηκε. Η μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν και οι μεταβλητές που επιλέχθηκαν

αποτελούν μόνο έναν τρόπο από τους πολλούς που υπάρχουν στην παγκόσμια βιβλιογραφία για την εξέταση του ιδίου φαινομένου. Μελλοντικά το αρχικό μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης θα μπορούσε να επαναπροσδιοριστεί για να συμπεριλάβει τη γνώση που προέκυψε από την εφαρμογή και του δεύτερου μοντέλου, της γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης. Αυτό πρακτικά σημαίνει τη δημιουργία ενός νέου μοντέλου όπως θα προκύψει από τον επαναπροσδιορισμό των παραμέτρων που χρησιμοποιήθηκαν στο αρχικό με την εισαγωγή νέων παραμέτρων ώστε να περιλαμβάνονται και χαρακτηριστικά που δεν ελήφθησαν εξ'αρχής υπόψη (κοινωνικές δομές του πληθυσμού, δημογραφικά στοιχεία, εγκληματικότητα κλπ).

Εναλλακτικά, και εφόσον ξεπεραστεί το ζήτημα της έλλειψης στοιχείων σε επίπεδο κατοικίας, η εφαρμογή των μοντέλων θα μπορούσε πλέον να γίνει σε μικρότερο επίπεδο γεγονός που θα την καθιστούσε και περισσότερο ρεαλιστική. Σε αυτό το επίπεδο, ως παράμετροι της ανάλυσης θα χρησιμοποιούνταν τα δομικά χαρακτηριστικά της κατοικίας καθώς και η απόσταση από εκκλησίες. Με αυτόν τον τρόπο η εξαγωγή συμπερασμάτων γίνεται πιο εύκολη και άμεσα ερμηνεύσιμη ακόμα και από τους λιγότερο εξειδικευμένους αναγνώστες. Σε κάθε περίπτωση πάντως τα αναμενόμενα συμπεράσματα των προτεινόμενων μεθόδων δεν προβλέπεται να είναι σημαντικά διαφοροποιημένα από τα συμπεράσματα που προέκυψαν από το παρόν τεύχος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Abelson P, (1979). ``Property prices and the value of amenities" *Journal of Environmental Economics and Management*, 6, pp:11-28.
2. Acharya, G., Bennett, L.L., (2001). Valuing open space and land-use patterns in urban watersheds. *J. Real Estate Finance Econ.* 22 (2–3),pp: 221–237.
3. Acharya, G., Bennett, L.L., (2001). Valuing open space and land-use patterns in urban watersheds. *Journal of Real Estate Finance and Economics* 22 (2), pp:221–237.
4. Akaike H (1981). Likelihood of a model and information criteria. *Journal of Econometrics* **16**: 3–14.
5. Akaike H. (1973). Information theory and an extension of the maximum likelihood principle. *2nd Int. Symp. On Information Theory*, ed Petroy and Csaki (Budapest Akademiai Kiado) pp. 267-281.
6. Akaike, H. (1974). "A new look at the statistical model identification". *IEEE Transactions on Automatic Control* **19** (6): 716–723.
7. Allen J., Barlow J., Leal J., Maloutas T., Padovani L., (2004). *“Real estate issues: Housing & welfare in southern Europe”*. Blackwell Publishing Ltd: UK.
8. Alonso W. (1960/1991) A theory of the urban land market in Cheshire’s and Evans’ *Urban and Regional Economics*, Edward Elgar Publications, UK.
9. Alonso, W. 1964. *Location and Land Use: Toward a Gen-eral Theory of Land Rent*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
10. Anderson S., West S., (2006). Open space, residential property values, and spatial context. *Regional Science and Urban Economics* 36 pp: 773–789.
11. Anselin L. (1990). “Spatial dependence and spatial structural instability in applied regression analysis”. *Journal of Regional Science*, 30, 185-207.
12. Anselin, L. (1988). *Spatial Econometrics*. Kluwer, Boston.
13. Appleton J, (1975). *The Experience of Landscape*. JohnWiley, Chichester, Sussex.
14. Arellano, M. (1987). Computing Robust Standard Errors for Within-Groups Estimators, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 49, pp: 431–434.

15. Azar K., Ferreira J., Abed J., Kazzaz T. (1994). Using GIS for estimating the spatial distribution of land value in metropolitan Beirut in URISA. Urban and Regional Information Association, pp 805-819.
16. Bartlett J (1936). The square root transformation in analysis of variance. *Journal of the Royal Statistical Society* 3: 68–78
17. Belsley, David. A., Edwin. Kuh, and Roy. E. Welsch. (1980). *Regression Diagnostics: Identifying Influential Data and Sources of Collinearity*. New York: John Wiley and Sons.
18. Bender, B. and H. Hwang. (1985). Hedonic house price indices and secondary employment centers. *Journal of Urban Economics* 17(1): 90-107.
19. Bengochea-Morancho, A., (2003). A hedonic valuation of urban green spaces. *Landscape Urban Plann.* 66, 35–41.
20. Benson E D, Hansen J L, Schwartz A L, Smersh G T, (1997). "The influence of Canadian investment on US residential property values" *Journal of Real Estate Research* 13 231 – 249.
21. Benson E D, Hansen J L, Schwartz A L, Smersh G T, (1998). "Pricing residential amenities: the value of a view" *Journal of Real Estate Finance and Economics* 16 pp: 55 – 73.
22. Beron K, Murdoch J, Thayer M, (2001), "The benefits of visibility improvement: new evidence from the Los Angeles metropolitan area". *Journal of Real Estate Finance and Economics* 22, pp: 319 – 337.
23. Berry W.D., Feldman S. (1985), "Multiple Regression in Practice", Sage, Washington, DC.
24. Bhargava, A., Franzini, L. and Narendranathan, W. (1983), Serial Correlation and the Fixed Effects Model, *Review of Economic Studies*, 49, 533–549.
25. Bolitzer, B., Netusil, N.R., (2000). The impact of open spaces on property values in Portland, Oregon. *Journal of Environmental Management* 59 (3), pp: 185–193.
26. Bond M T, Seiler V L, Seiler M J, (2002), "Residential real estate prices: a room with a view" *Journal of Real Estate Research* 23 pp: 129 – 137.
27. Boots and Getis, (1988). *Point pattern analysis*. Sage Publications: Beverly Hills.
28. Bound, J., Jaeger, D. A. and Baker, R. M. (1995), Problems with Instrumental Variables Estimation when the Correlation between the Instrument and the

Endogenous Variable is Weak, *Journal of the American Statistical Association*, 90, pp:443–450.

29. Bourassa S C, Hoesli M, Peng V S, (2003), ``Do housing submarkets really matter?" *Journal of Housing Economics* 12, pp: 12 – 28.
30. Bourassa S C, Hoesli M, Sun J, (2004), ``What's in a view?" *Environment and Planning A* 36 pp: 1427 – 1450.
31. Bowerman, B.L. & O'Connell, R.T. (1990). *Linear statistical models: an applied approach* (2nd edition). Belmont, CA: Duxbury.
32. Bowman A W (1984). An alternative method of cross-validation for the smoothing of density estimates. *Biometrika* **71**: 353–60.
33. Brasington D., (2003). The supply of public school quality. *Economics of Education Review* 22:367-377.
34. Brasington D., Haurin D., (2009). Parents, peers, or school inputs: Which components of school outcomes are capitalized into house values? *Regional Science and Urban Economics* 39:523-529.
35. Brasington D., Hite D., (2008). A mixed index approach to identifying hedonic price models. *Regional Science and Urban Economics* 38:271-284.
36. Breusch, T. (1978), Testing for Autocorrelation in Dynamic Linear Models, *Australian Economic Papers*, 17, 334–355.
37. Breusch, T. and Pagan, A. (1980), A Simple Test for Heteroskedasticity and Random Coefficient Variation, *Econometrica*, 47, 1287–1294.
38. Brogan, N. (1991). ".Anger Over Church's Building Plan," *New York "limes* June 16, L25.
39. Brown G M, Pollakoski H O, (1977), ``Economic valuation of shoreline" *Review of Economics and Statistics* 59 pp: 272 – 278.
40. Brunson C F (1998) Exploratory data analysis and local indicators of spatial association with XLisp-Stat. *The Statistician* **47**: 471–84.
41. Brunson C., Fotheringham S., Charlton M. (1998) Geographically weighted regression – modeling spatial non-stationarity in *The Statistician*, 47 (Part 3): 431-443.
42. Brunson C., Fotheringham S., Charlton M. (1998) Spatial nonstationarity and autoregressive models in *Environment and Planning A*, 30: 957-973.
43. Burgess, E., (1925). "*The growth of the city*". V: Park, R., Burgess, E. (editors). Chicago – Illinois: Chicago University Press.

44. Can A, (1992), "Specification and Estimation of Hedonic Housing Price Models" *Regional Science and Urban Economics* **22** 453-477.
45. Cassel E, Mendelsohn R, (1985), ``The choice of functional forms for hedonic price equations: comment" *Journal of Urban Economics* 18 135 – 142.
46. Charlton M., Fotheringham S., (2009). "Geographically weighted regression". White paper. National Centre for Geocomputation National University of Ireland Maynooth Maynooth, Co Kildare, IRELAND.
47. Charnock D., (1996). National uniformity and state and local effects on Australian voting: a multilevel approach. *Australian Journal of Political Science* **31**: 51–65.
48. Chatfield C (1995). *Problem solving: a statistician's guide*. London, Chapman & Hall.
49. Cheshire, P.C., Sheppard, S.C., (1995). On the price of land and the value of amenities. *Economica* 62 (127), 247–267.
50. Cheshire, P.C., Sheppard, S.C., (1998). Estimating the demand for housing, land, and neighbourhood characteristics. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics* 60 (3), 357–382.
51. Chou Y.H. (1997). *Exploring spatial analysis in geographic information systems*. Santa Fe: OnWord Press.
52. Cleveland W S (1979). Robust locally weighted regression and smoothing scatterplots. *Journal of the American Statistical Association* **74**: 829–36.
53. Cliff A.D., Ord J.K. (1973). *Spatial autocorrelation*. London: Pion.
54. Cliff A.D., Ord J.K. (1981). *Spatial processes, models and applications*. London: Pion.
55. Cochran, W. G. (1957). Analysis of covariance: Its nature and uses. *Biometrics*, 13, 261-281.
56. Cohen, J. (1977). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (Rev. ed.). New York: Academic Press.
57. Cook, E., (2002). Landscape structure indices for assessing urban ecological networks. *Landscape Urban Plann.* 58, pp:269–280.
58. Correll, M.R., Lillydahl, J.H., Singell, L.D., (1978). The effects of greenbelts on residential property values: some findings on the political economy of open space. *Land Economics* 54 (2), 207–217.

59. Court, A.T. (1939), "Hedonic price indexes with automotive examples", in: *The Dynamics of Automobile Demand* (General Motors, New York).
60. Cover T.M. & Thomas J.A. (1991), *Elements of information theory*. John Wiley and Sons, New York, NY.
61. Cressie, N. (1991). *Statistics for Spatial Data*. Wiley, New York.
62. Cuthbertson K., Hall, S. G. and Taylor, M. P. (1992), *Applied Econometric Techniques*, Philip Allan, Hemel Hempstead.
63. Darling A H, (1973). "Measuring benefits generated by urban water parks" *Land Economics* 49 pp: 22 – 34.
64. Davidson, R. and MacKinnon, J. G. (1993), *Estimation and Inference in Econometrics*, Oxford University Press, Oxford.
65. Davies G, (1974). "An econometric analysis of residential amenity" *Urban Studies* 11 pp: 217 – 225.
66. Day, B., I. Bateman and I. Lake. (2003). What price peace? A comprehensive approach to the specification and estimation of hedonic housing price models. Centre for Social and Economic Research on the Global Environment (CSERGN) Working Paper EDM 03-08, University of East Anglia. Downloaded on April 23, 2006 from http://www.uea.ac.uk/env/cserge/pub/wp/edm/edm_2003_08.pdf.
67. Delladetsima P., Leontidou L. (1995), "Chapter 14: Athens", in "European Cities, Planning Systems and Property Markets", Berry J and McGreal S. (editors), UK
68. Des Rosiers F, Thériault M, Kestens Y, Villeneuve P, (2002), "Landscaping and house values: an empirical investigation" *Journal of Real Estate Research* 23 pp:139 - 161
69. Des Rosiers, F., M. Thériault and P. Villeneuve. (2000). Sorting out access and neighborhood factors in hedonic price modeling. *Journal of Property Investment & Finance* 18(3): 291-315.
70. Do Q., Wilbur R., Short J. (1994), "An empirical examination of the externalities of neighbourhood churches on housing values", in *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 9(2): 127-136.
71. Do, A.Q., Grudnitski, G., (1995). Golf courses and residential house prices: an empirical examination. *Journal of Real Estate Finance and Economics* 10 (3), pp:261–270.

72. Doss, C.R., Taff, S.J., (1996). The influence of wetland type and wetland proximity on residential property values. *Journal of Agricultural and Resource Economics* 21 (1),pp:120–129.
73. Drummond, T. (1992). "Holy Wars for Turf: Neighbors, Churches Clashing over Congestion, Aesthetics," *Los Angeles Times~Orange County Edition* January 19, G7-8.
74. Durbin, J. and Watson, G. (1950), Testing for Serial Correlation in Least Squares Regression – I, *Biometrika*, 37, pp:409–428.
75. Earnhart, D.H., (2001). Combining revealed and stated preference methods to value environmental amenities at residential locations. *Land Economics* 77 (1), pp:12–29.
76. Edwards L. (1993). *Applied analysis of variance in behavioral science*. New York: Chapman and Hall.
77. Engle, R. F. (1982), Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation, *Econometrica*, 50, 987–1007.
78. English, D.B.K., Betz, C.J., Young, J.M., Bergstrom, J.C., Cordell, H.K., (1990). Regional demand and supply projections for outdoor recreation. General Technical Report RM-230. United States Department of Agriculture, Forest Service, Fort Collins, CO.
79. Espey, M., Owusu-Edusei, K., (2001). Neighborhood parks and residential property values in Greenville, South Carolina. *Journal of Agricultural and Applied Economics* 33 (3), 487–492.
80. Ethington, C. A., Thomas, S. L., & Pike, G. R. (2002). Back to the basics: Regression as it should be. In J. C. Smart (Ed.), *Higher education: Handbook of theory and research*, Vol. 17. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
81. Everitt Brian (1998), *The Cambridge Dictionary of Statistics* / B. S . Everitt.,Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1999.
82. Ezekiel, M., & Fox, K. A. (1959). *Methods of correlation and regression analysis*. New York: John Wiley & Sons.
83. Fan J, Gijbels I (1996). *Local polynomial modelling and its applications*. London, Chapman & Hall.
84. Fotheringham A S, Brunson C, Charlton M (2000). *Quantitative geography: perspectives on spatial analysis*. London, Sage.

85. Fotheringham A S, Brunsdon C, Charlton M (2002) *Geographically weighted regression: the analysis of spatially varying relationships*. London, Wiley.
86. Fotheringham A S, Charlton M E, Brunsdon C (2001). Spatial variations in school performance: a local analysis using geographically weighted regression. *Geographical and Environmental Modelling* **5**: 43–66.
87. Fotheringham A S, Curtis A, Densham P J (1995). The zone definition problem and location allocation modeling. *Geographical Analysis* **27**: 60–77.
88. Fotheringham A S, Pitts T C (1995). Directional variation in distance-decay. *Environment and Planning A* **27**: 715–29.
89. Fotheringham A., Charlton M. (1998) Geographically weighted regression: a natural evolution of the expansion method for spatial data analysis in *Environment and Planning A*, 30: 1905-1927.
90. Fox, J. (1997). *Applied Regression Analysis, Linear Models and Related Methods*. Sage.
91. Freeman, A.M., (1993). *The Measurement of Environmental and Resource Values: Theory and Methods*. Resources for the Future, Washington.
92. Freund, Rudolf J. and Ramon C. Littell. (2000). *SAS System for Regression* (Third edition). Cary, NC: SAS Institute.
93. Friedman J H (1991). Multivariate adaptive regression splines (with discussion). *Annals of Statistics* **19**: 1–141.
94. Galton, F. (1885). Regression toward mediocrity in heredity stature. Journal of the Anthropological Institute, **15**, 246-263.
95. Gao X., Asami Y. (2005), “Influence of Spatial Features on Land and Housing Prices”, *Tsinghua Science and Technology*, ISSN 1007-0214 11/21, pp.344-353, vol 10, Number 3
96. Gao X., Asami Y., Chung C. (2006), An empirical evaluation of spatial regression models, *Computers and Geosciences*, 32:1040-1051.
97. Garrod, G., Willis, K., (1992). The environmental economic impact of woodland: a two stage hedonic price model of the amenity value of forestry in Britain. *Applied Economics* 24 (7), 715–728.
98. Geoghegan, J., Lynch, L., Bucholtz, S., (2003). Capitalization of open spaces into housing values and the residential property tax revenue impacts of agricultural easement programs. *Agricultural and Resource Economic Review* 32 (1), pp:33–45.

99. Geoghegan, J., Wainger, L.A., Bockstael, N.E., (1997). Spatial landscape indices in a hedonic framework: an Ecological Economics analysis using GIS. *Ecological Economics* 23 (3), pp:251–264.
100. Goodchild M.F., (1986). Spatial autocorrelation, *Concepts and Techniques in Modern Geography*. Norwich, UK: Geo Books.
101. Goodchild, Michael F (1986). *Spatial Autocorrelation*. Catmog 47, Geo Books.
102. Green P J, Silverman B W (1994) *Nonparametric regression and generalized linear models: a roughness penalty approach*. London, Chapman & Hall.
103. Greene, William H. (2000). *Econometric Analysis* (Fourth edition). Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.
104. Griffith, D., and L. Layne. (1999). *A Casebook for Spatial Statistical Data Analysis*. Oxford, New York.
105. Griffith, Daniel (1987). *Spatial Autocorrelation: A Primer*. *Resource Publications in Geography*, Association of American geographers.
106. Griliches, Z. (1961), "Hedonic price indexes for automobiles: an econometric analysis of quality change", The Price Statistics of the Federal Government, No. 73.
107. Griliches, Z. (1971), *Price Indexes and Quality Change: Studies in New Methods of Measurement* (Harvard University Press, Cambridge, MA).
108. Gupta V. (2000). *Regression explained in simple terms*. A Vijay Gupta Publication, e book.
109. Haig R.M., (1926). "Toward an understanding of the Metropolis". *Quarterly Journal of Economics*. Harvard University.
110. Haining, (1990). *Spatial Data Analysis in the Social and environmental Sciences*. Cambridge University Press, Cambridge.
111. Hampel F, Ronchetti E, Rousseeuw P, Stahel W (1986). *Robust statistics: the approach based on influence functions*. New York, Wiley.
112. Harlan, C. (1991). "Bonanza Steal daouse has a Conversion of a Religious Kind," *Wall Street Journal* June 27, A1.
113. Harvey J. (2000), "*Urban land economics*", MacMillan Press LTD, fifth edition, UK.
114. Hayashi, F. (2000), *Econometrics*, Princeton University Press, Princeton, NJ.

115. Hayes, K. J. and L. L. Taylor. (1996). Neighborhood school characteristics: What signals quality to homebuyers? *Economic Review* (Federal Reserve Bank of Dallas), Fourth Quarter, pp. 2-9.
116. Heikkila, E., P. Gordon, J. I. Kim, R. B. Peiser, H. W. Richardson and D. Dale-Johnson. (1989). Whatever happened to the CBD-distance gradient?: Land values in a polycentric city. *Environment and Planning A* 21(2): 221-232.
117. Herrmann E, Gasser T, Kneip A (1992). Choice of bandwidth for kernel regression when residuals are correlated. *Biometrika* **79**: 783–95
118. Hope A C A (1968). A simplified Monte Carlo significance test procedure. *Journal of the Royal Statistical Society Series B* **30**: 582–98
119. Hoyt H. (1939). “*The Structure and Growth of Residential Neighbourhoods in American Cities*” (Federal Housing Administration), Washington. D.C.
120. Huang Y., Leung Y. (2002) Analyzing regional industrialization in Jiangsu province using geographically weighted regression in *Journal of Geographical Systems*, 4: 233-249.
121. Huber P (1981) *Robust statistics*. New York, Wiley.
122. Hunt, L.M., Boxall, P., Englin, J., Haider, W., (2005). Remote tourism and forest management: a spatial hedonic analysis. *Ecol. Econ.* 53, 101–113.
123. Hurvich C M, Simonoff J S, Tsai C-L (1998) Smoothing parameter selection in nonparametric regression using an improved Akaike information criterion. *Journal of the Royal Statistical Society Series B* **60**: 271–93.
124. Jarque, C. M. and Bera, A. K. (1980), *Efficient Tests for Normality, Homoskedasticity and Serial Independence of Regression Residuals*, *Economics Letters*, 6, 255–259.
125. Jim, C.Y., Chen, S.S., (2003). Comprehensive greenspace planning based on landscape ecology principles in compact Nanjing city, China. *Landscape Urban Plann.* 65, 95–116.
126. Jim, C.Y., Chen, W.Y., (2006). Recreation-amenity use and contingent valuation of urban greenspaces in Guangzhou, China. *Landscape Urban Plann.* 75, 81–96.
127. Jim, C.Y., Chen, W.Y., (2009). Value of scenic views: Hedonic assessment of private housing in Hong Kong. *Landscape Urban Plann.* 91: 226–234.
128. Johnston, J. and Dinardo, J. (1997), *Econometric Methods*, 4th edition, McGraw-Hill, New York.

129. Judge, M. D., E. D. Aberle, H. R. Cross and B. D. Schanbacher. (1984). Thermal shrinkage temperature of intramuscular collagen of bulls and steers. *J. Anim. Sci.* 59:706.
130. Kain, J. F. and J. M. Quigley. (1970). Measuring the value of house quality. *Journal of the American Statistical Association* 65(330): 532-548.
131. Kask S B, Maani S A, (1992), "Uncertainty, information, and hedonic pricing" *Land Economics* 68 170 - 184
132. Katz, L. and K. T. Rosen. (1987). The interjurisdictional effects of growth controls on housing prices. *Journal of Law and Economics* 30(1): 149-160.
133. Kerlinger, F. N. (1973). *Foundations of behavioral research*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
134. Klein L.R. (1962) *An introduction to econometrics*. Prentice-Hall Inc.
135. Kong F., Yin H., Nakagoshi N. (2007). "Using Gis and landscape metrics in the hedonic price modeling of the amenity value of urban green space: a case study in Jinan City, China". *Landscape and Urban Planning*, 79, 240-252
136. Kullback S. & Leibler R.A. (1951), On Information and sufficiency. *Ann. Math. Stat.* 22: 79-86
137. Kulshreshtha S N, Gillies J A, (1993). "Economic evaluation of aesthetic amenities: a case study of river view" *Water Resources Bulletin* 29 257 - 266
138. Laakso S, (1997). "Urban housing prices and the demand for housing characteristics: a study on housing prices and the willingness to pay for housing characteristics and local public goods in the Helsinki Metropolitan Area", The Research Institute of the Finnish Economy, Helsinki
139. Lake I R, Lovett A A, Bateman I J, Day B, (2000a), "Using GIS and large-scale digital data to implement hedonic pricing studies" *International Journal of Geographical Information Science* 14 pp.521 – 541.
140. Lake I R, Lovett A A, Bateman I J, Day BH, (2000b). "Improving land compensation procedures via GIS and hedonic pricing" *Environment and Planning C: Government and Policy* 18 pp:681 – 696.
141. Lancaster K.J. (1966), An new approach to consumer theory, *Journal of Political Economics*, 74:132-157.
142. Lang J R, JonesW H, (1979), "Hedonic property valuation models: are subjective measures of neighborhood amenities needed?" *Journal of the American Real Estate and Urban Economics Association* 7 pp:451-465.

143. Lansford N H, Jones L L, (1995). "Marginal price of lake recreation and aesthetics: an hedonic approach" *Journal of Agricultural and Applied Economics* 27 pp:212 – 223.
144. Lee, C., Linneman, P.D., (1998). Dynamics of the greenbelt amenity effect on land market: the case of Seoul's greenbelt. *Real Estate Economics* 28 (1), pp:107–129.
145. Lee, L. F. and Maddala, G. S. (1985), The Common Structure of Tests for Selectivity Bias, Serial Correlation, Heteroskedasticity and Non-Normality in the Tobit Model, *International Economic Review*, 26, pp:1–20.
146. Leitao, A.B., Ahern, J., (2002). Applying landscape ecological concepts and metrics in sustainable landscape planning. *Landscape Urban Plann.* 59, pp:65–93.
147. Leiva, D.F., Page, D.R., (2000). The use of cluster analysis in distinguishing farmland prone to residential; development: a case study of Sterling, Massachusetts. *Environ. Manage.* 25 (5), pp:541–548.
148. Leung Y, Mei C-L, Zhang W-X (2000) Statistical tests for spatial non-stationarity based on the geographically weighted regression model. *Environment and Planning A* 32 pp:9-32.
149. Li M M, Brown H J, (1980), "Micro-neighborhood externalities and hedonic housing prices" *Land Economics* 56 pp:125 – 141.
150. Lutzenhiser, M., Netusil, N.R., (2001). "The effect of open spaces on a home's sale price". *Contemporary Economic Policy* 19 (3), pp:291–298.
151. Maddala, G. S. (2001), *Introduction to Econometrics*, 3rd edition, John Wiley and Sons, Chichester.
152. Mahan, B.L., Polasky, S., Adams, R.M., (2000). Valuing urban wetlands: a property price approach. *Land Economics* 76 (1), pp:100–113
153. Mazzotti, F.J., Morgenstern, C.S., (1997). A scientific framework for managing urban natural areas. *Landscape Urban Plann.* 38, pp:171–181.
154. McDonald, J. F. and D. P. McMillen. (1990). Employment subcenters and land values in a polycentric urban area: The case of Chicago. *Environment and Planning A* 22(12): 1561-1574.
155. McLeod P. (1984), "The demand for local amenity: an hedonic price analysis", in *Environment and Planning A*, 16: 389-400
156. Menard, S. (1995). *Applied logistic regression analysis*. Sage university paper series on quantitative applications in the social sciences, 07-106. Thousand Oaks, CA: Sage

157. Miller, R.W., (1997). *Urban Forestry: Planning and Managing Urban Green Spaces*, 2nd ed. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, p. 502.
158. Mills E., MacKinnon J. (1973/1996) Notes on the New Urban Economics, in Richardson's, Kenneth's, Button's, Nijkamp's and Park's *Analytical Urban Economics*, Edward Elgar Publishing Company, UK: 3-11
159. Mills, E. S. (1972). *Studies in the Structure of the Urban Economy*. Baltimore: Johns Hopkins Press for Resources for the Future
160. Mitchell, Andy (2005). *The ESRI Guide to GIS Analysis*, Volume 2. ESRI Press.
161. Montgomery, D. C., & Peck, E. A. (1992). *Introduction to linear regression analysis*, second edition. New York: John Wiley & Sons.
162. Mozolin, M. (1994). The geography of housing values in the transformation to a market economy: A case study of Moscow. *Urban Geography* 15(2): 107-127.
163. Myers, R. (1990). *Classical and modern regression with applications* (2nd edition). Boston, MA: Duxbury
164. Nelson, J. P. (1977). Accessibility and the value of time in commuting. *Southern Economic Journal* 43(3): 1321-1329.
165. Nester M (1996). An applied statistician's creed. *Applied Statistics* **45**: 401–10
166. Newey, W. K. and West, K. (1987), A Simple Positive Semi-Definite, Heteroskedasticity and Autocorrelation Consistent Covariance Matrix, *Econometrica*, 55, pp:703–708.
167. Newey, W. K., Powell, J. L. and Walker, J. R. (1990), Semiparametric Estimation of Selection Models: Some Empirical Results, *American Economic Review*, 80, pp:324–328.
168. Niebuhr, R. Gustav. (1991). "Here's the Church: As for the People, They're Picketing It" *Wall Street Journal* November 20, A1.
169. O' Sullivan A. (2003), "*Urban Economics*", McGraw-Hill (fifth edition), NY.
170. Oktaba W. (2007). "Tests of Hypotheses for the General Gauss-Markov Model". *Biometrical Journal*, 26 (4), pp:415-424.
171. Orford, S. (1999). *Valuing the Built Environment: GIS and House Price Analysis*. Aldershot: Ashgate.
172. Ottensman J.R., Payton S., Man J., (2008). Urban location and housing prices within a hedonic model. *The journal of regional analysis & policy* 38(1): 19-35.

173. Pace, R., and R. Barry. (1997). Sparse spatial autoregressions. *Statistics & Probability Letters* **33**, 291-297.
174. Páez A., Uchida T., Miyamoto K. (2001) Spatial Association and Heterogeneity Issues in Land Price Models, in *Urban Studies*, 38 (9): 1493-1508.
175. Páez A., Uchida T., Miyamoto K. (2002), «A general framework for estimation and inference of geographically weighted regression models: 1. Location-specific kernel bandwidths and a test for locational heterogeneity», in *Environment and Planning A*, 34:733-754
176. Patterson, K. D. (2000), *An Introduction to Applied Econometrics: A Time Series Approach*, MacMillan Press, London
177. Pedhazur, E. J. (1982). *Multiple regression in behavioral research: Explanation and prediction*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
178. Platt V. (2004) Global and local analysis of fragmentation in a mountain region of Colorado Rutherford in *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 101: 207-218.
179. Plattner R H, Campbell T J, (1978). ``A study of the effect of water view on site value" *Appraisal Journal* 46 pp:20 - 25
180. Pollard R, (1980), ``Topographic amenities, building height, and the supply of urban housing" *Regional Science and Urban Economics* 10 pp:181 - 199
181. Pompe J. and Rinehart J. (1995), "Beach quality and the enhancement of recreational property values" in *Journal of Leisure Research*, 27: 143-154
182. Prais, S. and Winsten, C. (1954), *Trend Estimation and Serial Correlation*, Cowles Commission Discussion Paper 383, Chicago.
183. Richardson H. W., Gordon P., Jun M-J, Heikkila E., Peiser R., Dale-Johnson D. (1990) Residential property values, the CBD, and multiple nodes: further analysis in *Environment and Planning A*. 22: 829-833.
184. Rogerson P. (2001) *Statistical Methods for Geography*, SAGE Publications, London.
185. Rosen S, (1974). "Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition" *Journal of Political Economy* **82** pp:34-55.
186. Sandberg K, (2004). *Hedonic Prices, Growth and Spatial Dependence* PhD thesis, Department of Economics, Umeå School of Business.

187. Seiler M J, Bond M T, Seiler V L, (2001). "The impact of world class Great Lakes water views on residential property values". *Appraisal Journal* 69 pp:287 – 295.
188. Smith B H, (1994). "Coastal setback and the impact of water amenities" *Geographical Analysis* 26 pp:364 - 369
189. Smith, V.K., Poulos, C., Kim, H., (2002). Treating open space as an urban amenity. *Resource and Energy Economics* 24 (1–2), pp:107–129.
190. Song Y, Knapp G-J, (2003). "New urbanism and housing values: a disaggregate assessment" *Journal of Urban Economics* 54 pp:218 – 238
191. Sophocles S.M., (1961). "The religion of modern Greece". Institute for Balkan Studies: Thessaloniki.
192. Stock, J. H. and Watson, M. W. (2003), *Introduction to Econometrics*, Addison-Wesley, Boston.
193. Tabachnick, B.G. & Fidell, L.S. (2007). *Using multivariate statistics* (5th edn). Boston: Pearson Education.
194. Tajima, K., (2003). New estimates of the demand for urban green space: implications for valuing the environmental benefits of Boston's big dig project. *J. Urban Affairs* 25, pp:641–655.
195. Thompson, B. (1995). Stepwise regression and stepwise discriminant analysis need not apply here: A guidelines editorial. *Educational and Psychological Measurement*, 55, pp:525-534.
196. Thorsnes P, McMillen D (1998). Land value and parcel size: a semiparametric analysis. *Journal of Real Estate Finance and Economics* 17: 233–44
197. Thrall G. (2002) *Business Geography and New Real Estate Market Analysis*, Oxford University Press, New York
198. Thrift N J (1983) On the determination of social action in space and time. *Environment and Planning D: Society and Space* 1: 23–57
199. Tosi A., (1995). "Shifting paradigms: the sociology of housing, the sociology of the family, and the crisis of modernity. *Housing and family wealth in a comparative perspective*. (R. Forrest & A. Murie, eds). Routledge: London
200. Tse R Y C, (2002). "Estimating neighbourhood effects in house prices: towards a new hedonic model approach" *Urban Studies* 39 pp:1165 - 1180
201. Tyrvaenen, L., Miettinen, A., (2000). "Property prices and urban forest amenities". *J. Environ. Econ. Manage.* 39, pp.205–223.

202. Van Vliet W., (2000). Vivieda accesible y desarrollo urbano: búsqueda de modelos. *Problemas de acceso al Mercado de la Vivienda en la Union Europea* (A. Pedro Bueno & JA Sanchis Cuesta). Ed Tirant lo Blanch, Valencia.
203. Waddell, P., B. J. L. Berry and I. Hoch. (1993). Housing price gradients: The intersection of space and built form. *Geographical Analysis* 25(1): 5-19.
204. Wahba G (1990). *Spline models for observational data*. Philadelphia, SIAM
205. Waugh, EV. (1929). *Quality as a Determinant of Vegetable Prices* (Columbia University Press, New York).
206. Weicher, J.C., Zerbst, R.H., (1973). "The externalities of neighborhood parks: an empirical investigation". *Land Economics* 49 (1), 99–105.
207. White, H. (1980), A Heteroskedasticity-Consistent Covariance Matrix Estimator and a Direct Test for Heteroskedasticity, *Econometrica*, 48, pp.817–838.
208. Wichmann, B.A. and Hill, I.D. (1982) An efficient and portable pseudo-random number generator. *Applied Statistics* 31, pp.188-190.
209. Winkelmann, R. (2003), *Econometric Analysis of Count Data*, 4th edition, Springer-Verlag, Heidelberg.
210. Wooldridge J. (2009), *Introductory Econometrics: A Modern Approach*, fourth edition. Cincinnati, OH: South-Western College Publishing, 2009.
211. Wu, J., Shen, W., Sun, W., Tueller, T.P., (2002). Empirical patterns of the effects of changing scale on landscape metrics. *Landsc. Ecol.* 17, pp.761–782.
212. Βολουδάκης Μ., (2008). «Εκκλησία και Πολιτεία στον 21^ο αιώνα». Στον ιστότοπο <http://www.enthesis.net/>.
213. Δημόγλου Α., Κουτής Γ., Μουγογιάννης Γ., Παλιούρας Δ., Σουσουρήs Β., (1999). «Βόλος: ένας αιώνας. Από την ένταξη στο ελληνικό κράτος (1881) έως τους σεισμούς (1955). Απόστολος Ματής «Ιδεόγραμμα», Δημοτικό Κέντρο Ιστορίας και Τεκμηρίωσης Βόλου: Βόλος
214. Ζέντελης Π., (2001). «*Real estate. Αζία. Εκτιμήσεις. Ανάπτυξη. Επενδύσεις. Διαχείριση*». Εκδόσεις Παπασωτηρίου. Αθήνα
215. Θεοτοκάς Γ., (1975). «*Η Ορθοδοξία στον καιρό μας: Δοκίμια*». Οι Εκδόσεις των Φίλων: Αθήνα
216. Κεβόρκ, Κ.Η. (1985). *Στατιστικές Μέθοδοι* (Τόμος 1). Αθήνα: Εκδόσεις Λιθογραφία.

217. Κέντρο Προγραμματισμού και Οικονομικών Ερευνών, (1985), «Η αξία γης στον αστικό χώρο: Διερεύνηση των παραγόντων που διαμορφώνουν και επηρεάζουν την αξία γης των αστικών ακινήτων», Αθήνα
218. Μακράκης Β., (2005). «Ανάλυση δεδομένων στην επιστημονική έρευνα με τη χρήση του SPSS. Από τη θεωρία στην πράξη». Gutenberg. Αθήνα
219. Μαλούτας Θ. (1995). *Βολος: αναζήτηση της κοινωνικής ταυτότητας*. Παρατηρητής: Θεσσαλονίκη
220. Ρόκος, Δ. (1982) "Κτηματολόγιο και Πολιτική Γης. Χρήσεις και Αξίες Γης", στο "Εφαρμογή Τίτλων", (σελ. 9-63), Έκδοση Π.Σ.Α.Τ.Δ.Μ., Αθήνα.
221. Στούρνας Κ., (1955). «Μια νέα εποχή δια τον Βόλον αρχίζει μετά τους σεισμούς». Εφημερίδα Το Βήμα
222. Φώτης Γ. Ν. «Ποσοτική Χωρική Ανάλυση», Εκδόσεις Γκοβόστη, 2009
223. Χαλκός Γ., (2000). «Στατιστική». Τυποθήτω, 1^η έκδοση. Αθήνα