



ΠΑΝΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ & ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΓΕΙΤΟΝΙΩΝ ΣΤΗΝ ΑΓΟΡΑ ΑΚΙΝΗΤΩΝ.

ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ: Η ΑΓΟΡΑ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΣΤΟ ΛΕΚΑΝΟΠΕΔΙΟ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

ΚΑΡΑΓΑΝΗΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ

ΣΤΑΜΟΥ ΜΑΡΙΑΝΘΗ

ΑΘΗΝΑ, 2010

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΓΕΙΤΟΝΙΩΝ ΣΤΗΝ ΑΓΟΡΑ ΑΚΙΝΗΤΩΝ.
ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ: Η ΑΓΟΡΑ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΣΤΟ ΛΕΚΑΝΟΠΕΔΙΟ ΑΤΤΙΚΗΣ

Στάμου Μαριάνθη

Γεωγράφος

Διπλωματική Εργασία

Κατατέθηκε στο Τμήμα Οικονομικής και Περιφερειακής Ανάπτυξης του Παντείου Πανεπιστημίου
για την εκπλήρωση των απαιτήσεων του τίτλου των μεταπτυχιακών σπουδών του.

Επιβλέπων Καθηγητής

Καραγάνης Αναστάσιος

Εξεταστική Επιτροπή

Καραγάνης Αναστάσιος

Επίκουρος Καθηγητής Παντείου Πανεπιστημίου

Ρίτσαρντσον Κλάιβ

Καθηγητής Παντείου Πανεπιστημίου

Τασόπουλος Αναστάσιος

Καθηγητής Παντείου Πανεπιστημίου

Περίληψη

Η παρούσα εργασία εξετάζει το θέμα των φυσικών γειτονιών ακινήτων στο πλαίσιο του μεθοδολογικού προβλήματος των μεταβαλλόμενων χωρικών μονάδων. Για τον προσδιορισμό των γειτονιών αξιοποιούνται αφενός οι μέθοδοι της χωρικής στατιστικής και αφετέρου οι τεχνικές δυνατότητες των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Στο πλαίσιο της προτεινόμενης μεθοδολογικής προσέγγισης, υπολογίστηκε η ηδονική συνάρτηση της αξίας των ακινήτων και με βάση τα κατάλοιπα, οι τιμές των οποίων αποτέλεσαν το σημείο ελέγχου των πολυγώνων νομοποι, έγινε η ομαδοποίηση τους με τη χρήση της συσσωρευτικής μεθόδου της ιεραρχικής ανάλυσης. Για την επίτευξη των παραπάνω αναπτύχθηκε κώδικας σε γλώσσα προγραμματισμού Map Basic. Τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν διατέθηκαν από ελληνικό πιστωτικό ίδρυμα, αναφέρονται στο Λεκανοπέδιο Αττικής και η περιοχή μελέτης καθορίστηκε με βάση τη χωρική συγκέντρωση τους σ' αυτό.

Λέξεις κλειδιά: *Πρόβλημα Μεταβαλλόμενων Χωρικών Μονάδων (MAUP), Χωρική Στατιστική, Ανάλυση Συστάδων, Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS).*

Ευχαριστίες

Η εργασία αυτή δεν θα μπορούσε να έχει πραγματοποιηθεί χωρίς τη συμβολή του επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Αναστάσιου Καραγάνη τον οποίο οφείλω να ευχαριστήσω για την υπεύθυνη επίβλεψή του και για την άρτια και μεθοδική συνεργασία μας καθώς και του κ. Άγγελου Μιμή, Λέκτορα του Τμήματος Οικονομικής και Περιφερειακής Ανάπτυξης του Παντείου Πανεπιστημίου, η συμβολή του οποίου ήταν εξαιρετικά καθοριστική τόσο στην ανάπτυξη του αντίστοιχου κώδικα όσο και στο σχεδιασμό της εφαρμογής.

Πίνακας Περιεχομένων

Γλωσσάρι	7
Εισαγωγή	10
Κεφάλαιο 1	
Φυσικές Γειτονιές Ακίνητων	
1.1. Ο Ρόλος της Θέσης του Ακινήτου και Ορισμός της Γειτονιάς.....	12
1.2. Παράγοντες Δημιουργίας και Καθορισμού των Γειτονιών	15
Κεφάλαιο 2	
Χωρική Στατιστική	
2.1. Ορισμός και Πεδία Μελέτης.....	18
2.2. Χωρικές Επιδράσεις.....	20
2.3. Μήτρα Χωρικών Σταθμίσεων.....	22
2.4. Επιδράσεις Πρώτου και Δευτέρου Βαθμού	25
Κεφάλαιο 3	
Πρόβλημα Μεταβαλλόμενων Χωρικών Μονάδων	
3.1. Ορισμός και οι Επιδράσεις Κλίμακας και Ζωνοποίησης	31
3.2. Αίτια του MAUP: Χωρική Εξάρτηση και Συνένωση/Συνάθροιση	36
3.3. Οι Επιδράσεις του MAUP στα Χωρικά Δεδομένα	39
3.4. Προσεγγίσεις για την Επίλυση του MAUP	43
3.4.1. Η Προσέγγιση του Χειρισμού των Δεδομένων	45
3.4.2. Η Τεχνική Προσέγγιση	48
3.4.3. Η Προσέγγιση της Μοντελοποίησης των Λαθών.....	51
Κεφάλαιο 4	
Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών	
4.1 Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών στον Τομέα της Ακίνητης Περιουσίας.....	54

Κεφάλαιο 5

Δεδομένα

5.1. Ιδιαιτερότητες των Χωρικών Δεδομένων	59
5.2. Περιγραφή Δεδομένων και Μεταβλητών	60
5.3. Προβλήματα που Απαντώνται στη Χρήση των Χωρικών Δεδομένων.....	63

Κεφάλαιο 6

Μεθοδολογία

6.1. Η Μέθοδος της Ανάλυσης Συστάδων.....	64
6.2. Υπολογισμός των Ηδονικών Τιμών.....	67
6.3. Περιγραφή Αλγορίθμου	73

Κεφάλαιο 7

Μελέτη Περίπτωσης

7.1. Παρουσίαση και Ανάλυση Αποτελεσμάτων.....	75
7.1.1. Εφαρμογή στις Πολιτείες των ΗΠΑ.....	75
7.1.2. Εφαρμογή σε Τμήμα του Λεκανοπεδίου Αττικής	78

Συμπεράσματα	87
--------------------	----

Βιβλιογραφία	89
--------------------	----

Γλωσσάρι

Οι όροι και οι εκφράσεις που χρησιμοποιούνται στην εργασία μπορεί να μην έχουν αποδοθεί σωστά, για λόγους σαφήνειας παρατίθενται παρακάτω με την αντιστοίχιση τους στην αγγλική.

Ανάλυση σε συστάδες	Cluster analysis
Αρνητική αυτοσυσχέτιση	Negative autocorrelation
Γεγονότα	Events
Γενικευμένη τάση	Global trend
Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών	Geographic Information Systems (GIS)
Γεωστατιστικές ζώνες απογραφής	Census tract
Γινόμενο ροπών	Product-moment
Διακύμανση κλίμακας	Scale variance
Διερευνητική μέθοδος	Exploratory method
Εξομάλυνση	Smoothing
Εξωτερικότητα	Externality
Επιδράσεις γειτνίασης	Adjacency effects
Επιδράσεις γειτονιάς	Neighborhood effects
Επιδράσεις δευτέρου βαθμού	Second order effects
Επιδράσεις ζωνοποίησης	Zoning effects
Επιδράσεις κλίμακας	Scale effects
Επιδράσεις πρώτου βαθμού	First order effects
Επιλογή πρώτου βαθμού	First order selection

Επιμεριστική μέθοδος	Divise method
Επίπεδο	Layer
Ετερογένεια	Heterogeneity
Θετική αυτοσυσχέτιση	Positive autocorrelation
Καλύτερη στατιστική προσαρμογή	Goodness of fit statistic
Κανονικότητα/τακτικότητα	Regularity
Κατάλληλος/άριστος	Optimal
Λογιστική παλινδρόμηση	Logistic regression
Μέθοδος του εγγύτερου γείτονα	Single linkage ή nearest neighbour method
Μέθοδος του κέντρου βάρους	Centroid linkage method
Μέθοδος του μακρινότερου γείτονα	Furthest neighbour ή complete linkage method
Μέθοδος του μέσου δεσμού	Average linkage method
Μέθοδος υπολογισμού πυρήνος	Kernel estimation method
Μήτρα εγγύτητας	Proximity matrix
Μήτρα χωρικών σταθμίσεων	Spatial weight matrix
Οικολογική πλάνη	Ecological fallacy
Ομαδοποιημένη κατανομή	Clustered distribution
Ομαδοποίηση με περιορισμούς	Cluster with constrains
Ομοιογένεια	Homogeneity
Ομοιόμορφη κατανομή	Regular distribution
Παρατήρηση	Observation
Πρόβλημα μεταβαλλόμενων χωρικών μονάδων	Modifiable Areal Unit Problem (MAUP)

Σημειακό πρότυπο	Point pattern
Συνένωση/συνάθροιση	Aggregation
Συντελεστής συσχέτισης	Correlation coefficient
Συσσωρευτική μέθοδος	Agglomerative method
Τοπικές διακυμάνσεις	Local variability
Τοπικοί Δείκτες Χωρικού Συσχετισμού	Local Indicators of Spatial Association (LISA)
Τυποποίηση κατά γραμμές	Row standardized
Τυχαία κατανομή	Random distribution
Χωρικές επιδράσεις	Spatial effects
Χωρική ανομοιογένεια/ετερογένεια	Spatial heterogeneity
Χωρική αυτοσυσχέτιση	Spatial autocorrelation
Χωρική εξάρτηση	Spatial dependence
Χωρική κατανομή	Spatial distribution
Χωρική μονάδα	Areal unit
Χωρική σχέση	Spatial association
Χωρική υστέρηση	Spatial lag
Χωρικό πρότυπο	Spatial pattern

Εισαγωγή

Το αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας είναι ο προσδιορισμός και η οριοθέτηση φυσικών γειτονιών. Στο πλαίσιο της διπλωματικής ως φυσική γειτονιά εννοείται το τμήμα του γεωγραφικού χώρου, τα χαρακτηριστικά του οποίου στο εσωτερικό του είναι πολύ ομοιογενή ενώ τα ίδια χαρακτηριστικά διαφέρουν σημαντικά στις άλλες φυσικές γειτονίες. Συνεπώς, το αναλυτικό πρόβλημα που αντιμετωπίζεται είναι ο προσδιορισμός του μεγέθους, του πλήθους και της μορφής των φυσικών γειτονιών που περιγράφουν με τον καλύτερο δυνατό τρόπο το μελετώμενο φαινόμενο. Μελέτη περίπτωσης δε αποτελεί η αγορά ακινήτων στο Λεκανοπέδιο Αττικής. Είναι ενδιαφέρονσα περίπτωση από αναλυτική σκοπιά διότι τα διαθέσιμα στοιχεία επιτρέπουν τη σύνθεση φυσικών γειτονιών εκκινώντας από σημείο, δηλαδή θέση ακινήτου, και καταλήγουν σε περιοχές.

Η τιμή ενός ακινήτου εξαρτάται τόσο από τα τεχνικά/κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του όσο και από κοινωνικά, οικονομικά, δημογραφικά και φυσικά χαρακτηριστικά της περιοχής στην οποία βρίσκεται. Επιπλέον, κάποια από τα τεχνικά/κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του ακινήτου καθορίζονται από τη συγκεκριμένη τοποθεσία. Αυτό είναι αποτέλεσμα της συστηματικής μεταβολής του αντίστοιχου φαινομένου στο χώρο που είναι γνωστή σαν χωρική σχέση. Η αξία του ακινήτου είναι ένα οικονομικό φαινόμενο με χωρική διάσταση, γίνεται λοιπόν σαφής η αναγκαιότητα συνυπολογισμού της παραμέτρου της θέσης του ακινήτου στην αποτίμηση της τελικής του αξίας.

Η διερεύνηση της συστηματικής χωρικής διαφοροποίησης της κατανομής των τιμών των ακινήτων στον αστικό χώρο εξαιτίας των συνθηκών στον περιβάλλοντα χώρο τους αποτελεί τη μελέτη περίπτωσης της διπλωματικής εργασίας. Η εργασία προτείνει στο πλαίσιο μιας ολοκληρωμένης χωρικής ανάλυσης, μια μεθοδολογική προσέγγιση για τον καθορισμό φυσικών γειτονιών στην αγορά κατοικίας, λαμβάνοντας υπόψη τις επιδράσεις του προβλήματος των μεταβαλλόμενων χωρικών μονάδων. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν μέθοδοι της χωρικής στατιστικής, με κύριο εργαλείο στη διεξαγωγή των μεθόδων αυτών τις τεχνικές δυνατότητες που εμπεριέχονται στα λογισμικά πακέτα των GIS.

Η εργασία αποτελείται από επτά κεφάλαια. Τα κεφάλαια αντιστοιχούν στη διαδικασία ανάλυσης και εξειδίκευσης του προβλήματος καθορισμού των φυσικών γειτονιών. Συγκεκριμένα, στο πρώτο κεφάλαιο ορίζονται οι φυσικές γειτονιές και εξετάζονται τα θέματα που σχετίζονται με το ρόλο της θέσης του ακινήτου στον αστικό χώρο και τις επιδράσεις του χώρου στη διαμόρφωση της τιμής του, μέσω της ύπαρξης θετικών και αρνητικών εξωτερικοτήτων. Το κεφάλαιο δυο επικεντρώνεται στην ανάλυση των βασικών στοιχείων της χωρικής στατιστικής και προσεγγίζει σε ένα πρώτο επίπεδο τις μεθόδους που ακολουθούνται στη διερεύνηση των χωρικών φαινομένων. Έμφαση δίνεται στις μεθόδους της χωρικής οικονομετρίας. Στο τρίτο κεφάλαιο αναλύεται το πρόβλημα των μεταβαλλόμενων χωρικών μονάδων και οι προσεγγίσεις που έχουν προταθεί για την επίλυση του. Στο τέταρτο κεφάλαιο αναλύονται ορισμένες βασικές πτυχές των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών και της σημασίας τους στον τομέα ακίνητης περιουσίας.

Τα επόμενα τρία κεφάλαια αποτελούν το τεχνικό τμήμα της εργασίας. Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν και οι μεταβλητές που κατασκευάστηκαν για τη διεξαγωγή της εφαρμογής. Το έκτο κεφάλαιο αναλύει τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε. Αρχικά, παρουσιάζονται τα βασικά σημεία της ανάλυσης σε συστάδες. Στην συνέχεια, αναλύεται ο τρόπος υπολογισμού των ηδονικών τιμών και τέλος, παρουσιάζεται ο αλγόριθμος που σχεδιάστηκε. Στο έβδομο κεφάλαιο παρουσιάζονται και αναλύονται τα αποτελέσματα και συζητούνται τα προβλήματα που παρατηρήθηκαν από την εφαρμογή της μεθοδολογικής προσέγγισης. Τέλος, παρατίθενται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από τη διεξαγωγή της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας καθώς και η βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε.

Κεφάλαιο 1

Φυσικές Γειτονιές Ακίνητων

1.1. Ο Ρόλος της Θέσης του Ακινήτου και Ορισμός της Γειτονιάς

Τα ακίνητα από οικονομική άποψη μπορούν να θεωρηθούν είτε ως διαρκές καταναλωτικό αγαθό, όταν χρησιμοποιούνται ως κατοικίες, είτε ως κεφαλαιουχικό αγαθό, όταν χρησιμοποιούνται ως βιομηχανικά ή εμπορικά κτίρια, ή ως επενδυτικό αγαθό, όταν αποτελούν τμήμα των παγίων των εταιριών επενδύσεων ακίνητης περιουσίας. Συνεπώς, η σημασία του ακινήτου στον κοινωνικό, οικονομικό και γεωγραφικό χώρο είναι αδιαμφισβήτητη. Στο πλαίσιο των επενδύσεων, η χωροθέτηση, η αδιαιρετότητα, η φυσική υπόσταση και το σχετικά μεγάλο μέγεθος της αξίας των ακινήτων αποτελούν τις σημαντικές τους διαφορές από τα άλλα επενδυτικά προϊόντα. Όσον αφορά την αγορά ακινήτων, η θέση επιδρά στη διαμόρφωση της τιμής του ακινήτου που συμφωνούν ο αγοραστής/ενοικιαστής και ο πωλητής/ιδιοκτήτης. Αναλυτικότερα, λόγω της συγκεκριμένης τοποθεσίας του ακινήτου σε σχέση με αντίστοιχες ιδιοκτησίες σε διαφορετικές περιοχές αντιστοιχεί, διαφορετικό χρηματικό ποσό το οποίο είναι διατεθειμένοι να καταβάλουν οι ενδιαφερόμενοι. Από την άλλη πλευρά, οι δανειστές και συγκεκριμένα οι τράπεζες γνωρίζουν ότι η θέση της ιδιοκτησίας μπορεί να εξασφαλίσει το δάνειο και να μειώσει το ρίσκο δανεισμού [Can, σελ. 61 (1998)]. Αυτό συμβαίνει διότι, τα πιστωτικά ιδρύματα συνήθως ως καλύμματα ή εγγυήσεις του δανείου χρησιμοποιούν εμπράγματα εξασφαλίσεις και ειδικότερα το ίδιο το ακίνητο, το οποίο προσημειώνουν σε περιπτώσεις μη αποπληρωμής του δανείου ή δόσεων του. Η αξία του ακινήτου, σε κάποιες περιοχές, ενδέχεται να αυξηθεί σημαντικά

από την αρχική εκτίμηση λόγω της θέσης του, με αποτέλεσμα τη μείωση του πιστωτικού κινδύνου.

Οι εκτιμητές ακίνητης περιουσίας, για τον προσδιορισμό της αξίας μιας ιδιοκτησίας, χρησιμοποιούν συνήθως τη συγκριτική μέθοδο. Στο πλαίσιο της μεθόδου αυτής, αναζητούν πρόσφατες αγοροπωλησίες συγκρίσιμων και όμορων ακινήτων. Το ερώτημα, όμως, που τίθεται είναι πότε μια ιδιοκτησία θεωρείται γειτονική; Ουσιαστικά η επιλογή των γειτονικών ακινήτων αποτελεί μια καθαρά υποκειμενική απόφαση. Κρίνεται λοιπόν επιτακτική η ανάγκη διατύπωσης ενός μεθοδολογικού πλαισίου για τον καθορισμό των φυσικών γειτονιών στον τομέα της ακίνητης περιουσίας.

Παρόλο που έχει αναγνωριστεί η σημασία της γεωγραφικής θέσης στον καθορισμό της τελικής αξίας μιας ιδιοκτησίας, οι έρευνες για την ενσωμάτωση της στον τρόπο εκτίμησης είναι περιορισμένες. Όπως γίνεται φανερό, χρειάζεται να γίνει ποσοτικοποίηση του παράγοντα χώρου (ή των επιδράσεων της γειτονιάς). Θα πρέπει στο σημείο αυτό να διευκρινιστεί ότι η έλλειψη ενός κατάλληλου λογισμικού εργαλείου περιόρισε τις δυνατότητες συνυπολογισμού του παράγοντα αυτού στη διαμόρφωση της τελικής τιμής του ακινήτου [Anselin, σελ. 113 (1998)]. Η διάχυση, όμως, της τεχνολογίας των GIS έδωσε τη δυνατότητα της χρήσης ενός κατάλληλου λογισμικού περιβάλλοντος για τη διερεύνηση του ρόλου της γειτονιάς στην αγορά ακινήτων [Can, σελ. 62 (1998)]. Τα GIS, όπως θα δούμε αναλυτικότερα σε επόμενο κεφάλαιο, συνδυάζουν την οργάνωση και τη διαχείριση των γεωγραφικών δεδομένων με τη χρήση στατιστικών και οικονομετρικών μεθόδων κάτι το οποίο είναι απαραίτητο στην περίπτωση των ερευνών ακίνητης περιουσίας.

Συμφωνά με την Can, ο ρόλος της γεωγραφικής θέσης μπορεί να εξεταστεί με δυο αλληλένδετους τρόπους. Ο πρώτος τρόπος της γεωγραφικής επίδρασης, την εμπλέκει ως εξωτερικότητα (externality) που σχετίζεται με την απόλυτη τοποθεσία του ακινήτου. Αυτό το είδος των εξωτερικοτήτων είναι γνωστό ως επιδράσεις της γειτνίασης (adjacency effects) διότι συλλαμβάνει τις χωρικές επιδράσεις από τη σύνθεση/δομή της γειτονιάς. Για παράδειγμα, η ύπαρξη ενός άλσους σε μια περιοχή αποτελεί πηγή θετικής εξωτερικότητας για τις γειτονικές ιδιοκτησίες. Ο δεύτερος τρόπος, αναφέρεται στη θέση του ακινήτου σε σχέση με τα χαρακτηριστικά της γειτονιάς στην οποία ανήκει. Τα

χαρακτηριστικά της γειτονιάς περιλαμβάνουν την προσβασιμότητα, το κοινωνικοοικονομικό περιβάλλον κ.α., αυτό το είδος των επιρροών της γεωγραφικής θέσης καλούνται επιδράσεις της γειτονιάς (neighborhood effects) [Can, σελ. 63 (1998)].

Γενικά, όσον αφορά τη γειτνίαση, η τιμή μιας μεταβλητής σε μια χωρική μονάδα δεν εξαρτάται μόνο από στοιχεία και χαρακτηριστικά που την αφορούν αποκλειστικά, αλλά και από τον τρόπο με τον οποίο εξελίσσονται οι γειτονικές χωρικές μονάδες, καθώς η εγγύτητα δημιουργεί αμφίδρομες σχέσεις αφομοίωσης και αλληλεπίδρασης χαρακτηριστικών.

Στον κλάδο της ακίνητης περιουσίας, οι γειτονιές μπορούν να οριστούν ως ξεχωριστές χωρικές μονάδες (φυσικές περιοχές) οι οποίες περιλαμβάνουν ακίνητα αλλά και νοικοκυριά με ίδια χαρακτηριστικά [Can, σελ. 63 (1998)]. Τυπικά, τα νοικοκυριά εντός των ορίων μιας γειτονιάς παρουσιάζουν όμοια κοινωνικά, οικονομικά και δημογραφικά χαρακτηριστικά. Οι ομοιότητες των ακινήτων από την άλλη πλευρά αφορούν το ιδιοκτησιακό καθεστώς (ιδιοκτήτες, ενοικιαστές), το είδος των ακινήτων (διαμερίσματα, μονοκατοικίες, μεζονέτες, καταστήματα, γραφεία κτλ) καθώς και την ποιότητα κατασκευής των κτιρίων. Ο βαθμός της ομοιότητας επί το γεωγραφικού χώρου (τόσο μεταξύ των κατοίκων όσο και των ακινήτων) ποικίλει με αποτέλεσμα να δημιουργούνται γειτονιές με διαφορετικό βαθμό ομοιογένειας [Can, σελ. 63 (1998)].

Από τα παραπάνω μπορεί να θεωρηθεί ότι κάθε φυσική γειτονιά ακινήτων συντίθεται από δεδομένες καταστάσεις και συγκεκριμένα πρότυπα χωρικής οργάνωσης. Στην πραγματικότητα, όμως, δρουν δυναμικές διαδικασίες και τάσεις που μεταβάλλουν το χαρακτήρα και τη δομή τους στο χρόνο. Το γενικότερο συμπέρασμα που συνάγεται είναι ότι ο ρόλος της γεωγραφικής θέσης στην εκτίμηση ακίνητης περιουσίας οδηγεί στη διερεύνηση των επιδράσεων της γειτονιάς. Ο Goodman για παράδειγμα, υποστηρίζει ότι η γειτονιά πρέπει να θεωρηθεί ως μια από τις σημαντικότερες μεταβλητές για τον καθορισμό της αξίας ενός ακινήτου. Όπως σημειώνει:

Πιθανόν επειδή η γειτονιά είναι δύσκολα να καθοριστεί, και ακόμη πιο δύσκολο να μοντελοποιηθεί, οι οικονομολόγοι συχνά ισχυρίζονται ότι οι επιδράσεις της δεν είναι σημαντικές. Σε αυτή την περίπτωση, οι εθνικές και φυλετικές ομάδες οι οποίες ζουν σε κάποιες περιοχές δεν επηρεάζουν το

χαρακτήρα της εν λόγω περιοχής. Επιπλέον, η υπόθεση αυτή συνεπάγεται ότι οι μεσίτες, οι αγοραστές, και γενικά οι εμπλεκόμενοι στην αγορά ακινήτων λανθασμένα αναφέρουν ότι η θέση του ακινήτου είναι σημαντική. Είναι λοιπόν απαραίτητο να εξετάσουμε τόσο τη μοντελοποίηση όσο και τις εμπειρικές υποθέσεις της γειτονιάς ως κομμάτι της αγοράς ακινήτων. [Goodman, σελ. 53 (1989)].

1.2. Παράγοντες Δημιουργίας και Καθορισμού των Γειτονιών

Ανεξάρτητα της ύπαρξης ή όχι των φυσικών γειτονιών, οι τιμές των ακινήτων παρουσιάζουν υψηλό βαθμό διαφοροποίησης στο γεωγραφικό χώρο εξαιτίας των διαφορετικών κατασκευαστικών/τεχνικών χαρακτηριστικών τους. Οι χωρικές εξωτερικότητες, που σχετίζονται με τη δομή της γειτονιάς, επιδρούν επιπροσθέτως είτε θετικά είτε αρνητικά στη διαμόρφωση της τελικής αξίας του ακινήτου. Υπάρχουν, δηλαδή, διαφορές στις προς πωλήσεις (ή ενοικιάσεις) τιμές με συγκρίσιμα ακίνητα (συγκρίσιμα θεωρούνται όμορα ακίνητα με όμοια κατασκευαστικά και τεχνικά χαρακτηριστικά, για παράδειγμα, ίδιο έτος κατασκευής, ίδια τετραγωνικά, ίδιος όροφος κτλ) σε άλλες περιοχές. Το ερώτημα που τίθεται είναι κατά πόσο η θέση του ακινήτου στο γεωγραφικό χώρο έχει σημαντική επίδραση στη διαμόρφωση της τιμής του; Με άλλα λόγια, υφίσταται διαφορά μεταξύ της εκτιμώμενης τιμής που βασίζεται στα χαρακτηριστικά του ακινήτου και σε αυτή που εκτιμάται συμπεριλαμβανομένης και της θέσης του ακινήτου; Για την απάντηση των παραπάνω ερωτημάτων πρέπει να μελετήσουμε τους παράγοντες που διαμορφώνουν και πιστοποιούν την ύπαρξη των φυσικών γειτονιών.

Η Can υποστηρίζει ότι α) η προσβασιμότητα, β) το περιβάλλον, γ) τα κοινωνικά, οικονομικά και δημογραφικά στοιχεία και δ) η παροχή δημόσιων υποδομών αποτελούν τους σημαντικότερους παράγοντες, οι οποίοι καθορίζουν τις γειτονιές και οδηγούν στη

διαμόρφωση θετικών και αρνητικών εξωτερικοτήτων που με τη σειρά τους επιδρούν στην τελική αξία των ακινήτων.

Αναλυτικότερα, η προσβασιμότητα συνδέεται με τη γεωγραφική θέση της γειτονιάς στον αστικό ιστό. Γενικά, αυτό που ενδιαφέρει ιδιαίτερα τους κατοίκους μιας περιοχής είναι κυρίως η πρόσβαση στην εργασία και στα μέσα μαζικής μεταφοράς [Can, σελ. 64 (1998)]. Με την προσβασιμότητα στην εργασία να αποτελεί τις περισσότερες φορές καθοριστικό παράγοντα επιλογής του τόπου κατοικίας. Η ικανοποιητική συγκοινωνιακή σύνδεση της περιοχής, από την άλλη μεριά, συνεπάγεται μείωση του κόστους και του χρόνου μετακίνησης. Για παράδειγμα, η εύκολη πρόσβαση στα μέσα μαζικής μεταφοράς (και ιδιαίτερα στο μετρό) αποτελεί μια θετική εξωτερικότητα για την αξία των ακινήτων.

Ως περιβάλλον μιας γειτονιάς μπορεί να θεωρηθεί η ποιότητα της κατασκευής των κτιρίων, οι αρχιτεκτονικές τεχνοτροπίες, η διαθεσιμότητα ελεύθερων χώρων πρασίνου, η ύπαρξη κοινωνικών εξυπηρετήσεων (περίθαλψης, εκπαίδευσης κτλ), η διαθεσιμότητα χώρων στάθμευσης, η ύπαρξη ιστορικών και πολιτιστικών κτιρίων, η ρυμοτομία της περιοχής, η πυκνότητα δόμησης κ.α. Μη ελκυστικές γειτονιές, όσον αφορά το περιβάλλον, θεωρούνται για παράδειγμα, περιοχές με εγγύτητα σε λεωφόρους ταχείας κυκλοφορίας και σε χώρους τοποθέτησης απορριμμάτων.

Η κοινωνικοοικονομική και δημογραφική δομή της κάθε περιοχής αποτελεί άλλη μια πηγή χωρικών εξωτερικοτήτων οι οποίες επιδρούν στη διαμόρφωση των χαρακτηριστικών της κάθε γειτονιάς. Σύμφωνα με την Can, η ύπαρξη μεταναστών και η αυξημένη εγκληματικότητα αποτελούν αρνητικές εξωτερικότητες, ενώ το υψηλό εισόδημα των κατοίκων, η κοινωνική δικτύωση, το ενδιαφέρον για την περιοχή και η διεκδίκηση παροχών αποτελούν θετικές εξωτερικότητες.

Σε μια αστική περιοχή υπάρχει χωρική διαφοροποίηση στο είδος, στο επίπεδο και στην ποιότητα των δημόσιων υποδομών. Τα δημόσια σχολεία και η προστασία από την εγκληματικότητα αποτελούν τις σημαντικότερες παροχές δημόσιων αγαθών, η ποιότητα των οποίων έχει σημαντικές οικονομικές και κοινωνικές επιδράσεις [Can, σελ. 65 (1998)]. Άλλα δημόσια αγαθά είναι για παράδειγμα, η ύπαρξη παιδικών σταθμών και αθλητικών κέντρων.

Συμπερασματικά, το περιβάλλον της κάθε γειτονιάς καθορίζεται από το συνδυασμό των παραγόντων που αναλύθηκαν παραπάνω. Οι παράγοντες αυτοί έχουν σημαντικές επιπτώσεις στην αγορά ακινήτων διότι οδηγούν στην ύπαρξη των φυσικών γειτονιών. Όπως διαπιστώθηκε, η διαμόρφωση των γειτονιών οφείλεται στις χωρικές εξωτερικότητες οι οποίες δρουν είτε θετικά είτε αρνητικά στην τελική τιμή της ιδιοκτησίας. Κλείνοντας, την ενότητα αυτή, θα λέγαμε ότι η συστηματική χωρική διαφοροποίηση της κατανομής των τιμών των ακινήτων στον αστικό χώρο εξαιτίας των συνθηκών στον περιβάλλοντα χώρο τους (της ύπαρξης δηλαδή των φυσικών γειτονιών) ισοδυναμεί πρακτικά με τη διαπίστωση της ύπαρξης υποαγορών. Με άλλα λόγια, στην εν λόγω αγορά υπάρχουν σημαντικές χωρικές διαφοροποιήσεις στις τιμές των ακινήτων με αποτέλεσμα το χωρικό κατακερματισμό της.

Κεφάλαιο 2

Χωρική Στατιστική

2.1. Ορισμός και Πεδία Μελέτης

Η χωρική στατιστική έχει γνωρίσει σημαντική εξέλιξη τα τελευταία χρόνια. Περιλαμβάνει τρία είδη προβλημάτων: (α) την ανάλυση προτύπου σημείων, (β) την ανάλυση διαδικασιών, που δημιουργούν συνεχείς μεταβολές στο χώρο (Γεωστατιστική) και (γ) την ανάλυση φαινομένων, για τα οποία τα δεδομένα εμφανίζονται σε πολύγωνα. Σύμφωνα με τους Κανάρογλου και DeLuca, τα κεντρικά σημεία των προβλημάτων αυτών είναι τα εξής:

α. Ανάλυση σημειακών προτύπων. Η στοχαστική διαδικασία που λαμβάνει χώρα σε ένα τόπο δημιουργεί γεγονότα (events), τα οποία αναπαριστώνται με τις γεωγραφικές συντεταγμένες τους. Τα επίκεντρα των σεισμών, για παράδειγμα, μπορούν να θεωρηθούν σαν γεγονότα στο χώρο. Η στοχαστική διαδικασία που δημιουργεί αυτά τα γεγονότα διέπεται από μια ποικιλία σύνθετων γεωλογικών φαινομένων. Ένα σύνολο γεγονότων σε μια περιοχή που μελετάμε αποτελεί ένα σημειακό πρότυπο (point pattern). Το αντικείμενο της ανάλυσης σημειακών προτύπων είναι η μελέτη της στοχαστικής διαδικασίας που δημιουργεί τα παρατηρούμενα σημειακά πρότυπα. Για αυτό είναι σημαντικό να προσδιορίσουμε με στατιστικές μεθόδους εάν τα γεγονότα στο μελετώμενο σημειακό πρότυπο είναι ομοιόμορφα κατανεμημένα ή ομαδοποιημένα. Εάν μεν τα γεγονότα είναι ομοιόμορφα κατανεμημένα υποδηλώνουν ότι υπάρχει άπωση μεταξύ αυτών των γεγονότων, εάν δε τα γεγονότα είναι ομαδοποιημένα φανερώνουν έλξη. Εάν

δεν ισχύει καμιά από αυτές τις δύο περιπτώσεις, τότε λέμε ότι το πρότυπο είναι τυχαίο.[Κανάρογλου και DeLuca, σελ. 10 (2001)].

β. Ανάλυση δεδομένων συνεχούς χωρικής μεταβολής. Τα Γεωστατιστικά δεδομένα ή και δεδομένα συνεχούς χωρικής μεταβολής αποτελούνται από μετρήσεις σε ένα σύνολο δειγματικών γεωγραφικών θέσεων ενός χαρακτηριστικού που αντιστοιχεί σε μια συνεχή στοχαστική διαδικασία. Ο αντικειμενικός σκοπός της ανάλυσης είναι να μοντελοποιήσει τη μεταβλητότητα στο χώρο της τυχαίας μεταβλητής που αντιστοιχεί στο χαρακτηριστικό και να εξετάσει, από στατιστική άποψη, τους παράγοντες που εξηγούν αυτή τη μεταβλητότητα. Στα πλαίσια της ανάλυσης χρησιμοποιούνται επίσης μοντέλα για να προβλεφθούν οι τιμές της τυχαίας μεταβλητής στις γεωγραφικές θέσεις της μελετώμενης περιοχής, οι οποίες (γεωγραφικές θέσεις) δεν περιλαμβάνονται στο δείγμα. [Κανάρογλου και DeLuca, σελ. 27 (2001)].

γ. Ανάλυση χωρικών δεδομένων σε πολύγωνα. Χωρικά δεδομένα σε πολύγωνα είναι παρατηρήσεις οι οποίες έχουν εξαχθεί από μια τυχαία διαδικασία η οποία έχει παρατηρηθεί πάνω σε μια πεπερασμένη συλλογή χωρικών περιοχών. Αυτές οι παρατηρήσεις μπορεί να είναι ομοιογενείς (π.χ. ένα ίσα κατανομημένο πλέγμα), ή ανομοιογενείς, και οι οποίες αντιπροσωπεύουν ολόκληρη την περιοχή. Επιπλέον, τα παρατηρηθέντα δεδομένα μπορεί να είναι διακριτά ή συνεχή. Μέσω της ανάλυσης προσπαθήσουμε να προσδιορίσουμε εάν υπάρχει καμία τάση και/ή χωρική εξάρτηση στα δεδομένα. [Κανάρογλου και DeLuca, σελ. 58 (2001)].

Από τα παραπάνω, προκύπτει, ότι η χωρική στατιστική είναι ο κλάδος της στατιστικής που ασχολείται με τεχνικές ανάλυσης των χωρικών δεδομένων οι οποίες βασίζονται στη θέση των αντικειμένων στο γεωγραφικό χώρο. Διαφορετικές θέσεις συνιστούν διαφορετικές χωρικές κατανομές. Σύμφωνα με τους Wong και Lee, εκτός από τη θέση των οντοτήτων, άλλοι καθοριστικοί παράγοντες στη διαδικασία ανάλυσης των χωρικών δεδομένων είναι η έκταση και τα όρια της περιοχής μελέτης, καθώς, επίσης, το προβολικό σύστημα που χρησιμοποιείται. [Wong και Lee, σελ. 59-60 (2005)]. Η έκταση και το σχήμα της περιοχής μελέτης επηρεάζει σημαντικά τα αποτελέσματα της χωρικής στατιστικής, όπως θα δούμε στο επόμενο κεφάλαιο, και δημιουργεί το πρόβλημα των μεταβαλλόμενων χωρικών μονάδων.

Σύμφωνα με τον Κανάρογλου, τα τελευταία χρόνια, άρχισε να γίνεται κατανοητό ότι τα τρία αυτά πεδία μελέτης παρουσιάζουν πολλά κοινά σημεία, τουλάχιστον ως προς το μαθηματικό φορμαλισμό των προς επίλυση προβλημάτων τους. Έγινε επίσης σαφές μέσω του φορμαλισμού αυτού ότι οι επιτυχημένες μέθοδοι του ενός πεδίου μπορούν να χρησιμοποιηθούν και στα άλλα δύο πεδία. Η τάση αυτή οδήγησε στη συγχώνευση των πεδίων κάτω από τον τίτλο της Χωρικής Στατιστικής. Οι προς χρήση μέθοδοι κατηγοριοποιούνται σε:

- οπτικές παρουσιάσεις των δεδομένων, κυρίως σε χάρτες,
- διερευνητικές (exploratory) μεθόδους¹, καθώς και
- μεθόδους μοντελοποίησης.

Οι οπτικές παρουσιάσεις και οι εξερευνητικές μέθοδοι περιλαμβάνουν τεχνικές που περιγράφουν τις χωρικές κατανομές, αναδεικνύουν τις ακραίες τιμές και οπτικοποιούν τις χωρικές σχέσεις των δεδομένων. Αποτελούν ουσιαστικά μία πρώτη προσέγγιση ανάλυσης και υποβοηθούν στη δημιουργία υποθέσεων εργασίας. Από την άλλη μεριά η ανάπτυξη υποδειγμάτων, αφορά τη συστηματική διερεύνηση της δομής των χωρικών σχέσεων και θα λέγαμε ότι ευθυγραμμίζεται περισσότερο με την κλασσική οικονομετρία. Λόγω του ότι δίνεται έμφαση στον έλεγχο υποθέσεων, στην εκτίμηση και στην πρόβλεψη των τιμών των παραμέτρων των υποδειγμάτων.

2.2. Χωρικές Επιδράσεις

Κοινό χαρακτηριστικό όλων των προβλημάτων χωρικής στατιστικής είναι ότι τα δεδομένα προς ανάλυση αποτελούνται από μεταβλητές, που οι παρατηρήσεις τους εμφανίζονται στο χώρο. Τέτοιες παρατηρήσεις δεν είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους, όπως

¹ Οι μέθοδοι αυτοί αφορούν κυρίως τη διερεύνηση του πρώτου βαθμού μεταβλητότητας στις τιμές του χαρακτηριστικού και στις ιδιότητες δευτέρου βαθμού των δεδομένων.

απαιτεί η κλασική στατιστική. Η τιμή όσο και το μέγεθος των ακινήτων, για παράδειγμα, μπορεί να σχετίζονται με συγκεκριμένες περιοχές της Αθήνας (π.χ. μεγάλα και ακριβότερα διαμερίσματα στην Κηφισιά ενώ μικρά και φθηνότερα διαμερίσματα στην Κυψέλη). Οι λόγοι αυτής της εξάρτησης πιθανόν δύσκολα μπορούν να ποσοτικοποιηθούν, αλλά σίγουρα μπορούν να αποδοθούν στη γεωγραφική γειτνίαση [Κουτσόπουλος, σελ. 35 (2002)]. Αυτό είναι αποτέλεσμα της συστηματικής μεταβολής του αντίστοιχου φαινομένου στον χώρο που είναι γνωστή σαν χωρική σχέση (spatial association).

Η κατανόηση της χωρικής οργάνωσης μιας μεταβλητής παρουσιάζει ενδιαφέρον από την πλευρά της διερεύνησης του φαινομένου που αντιπροσωπεύει. Για τον λόγο αυτό η χωρική στατιστική παρέχει εργαλεία που μας επιτρέπουν να περιγράψουμε και να διαγνώσουμε τη χωρική οργάνωση των μεταβλητών. Από την άλλη μεριά, όμως, η έλλειψη της ανεξαρτησίας των παρατηρήσεων στο χώρο μπορεί να δημιουργήσει σημαντικά τεχνικά προβλήματα, όταν χωρικά δεδομένα χρησιμοποιούνται σε μεθόδους της κλασικής στατιστικής [Anselin και Griffith, (1992)]. Το χαρακτηριστικό ή η ιδιαιτερότητα αυτή των χωρικών δεδομένων είναι γνωστή σαν χωρικές επιδράσεις (spatial effects). Οι πιο γνωστές από τις χωρικές επιδράσεις είναι η χωρική εξάρτηση (spatial dependence) και η χωρική ανομοιογένεια/ετερογένεια (spatial heterogeneity). Με απλά λόγια, το πρόβλημα που δημιουργούν οι χωρικές επιδράσεις, είναι ότι οι παρατηρήσεις μιας χωρικής μεταβλητής ενσωματώνουν λιγότερη πληροφορία από μία αντίστοιχη μη χωρική μεταβλητή [Anselin, σελ. 115 (1995)]. Σε στατιστικούς όρους, μία χωρική μεταβλητή προσφέρει λιγότερους βαθμούς ελευθερίας από μία αντίστοιχη μη χωρική μεταβλητή [Wong και Lee, σελ. 133 (2001)]. Σύμφωνα με τους Cliff και Ord, από τις χωρικές επιδράσεις η πιο συνήθης μορφή είναι η χωρική εξάρτηση ή χωρική αυτοσυσχέτιση. Τεχνικά, η χωρική αυτοσυσχέτιση είναι η έλλειψη ανεξαρτησίας που απαντάται στα χωρικά στοιχεία [Καραγάνης, σελ. 4 (1999)].

2.3. Μήτρα Χωρικών Σταθμίσεων

Στην κλασική στατιστική, ενδιαφερόμαστε για την κατανομή των τιμών της υπό μελέτη μεταβλητής (μέσο όρο, διακύμανση, κτλ). Στην περίπτωση όμως των χωρικών δεδομένων εξίσου σημαντική είναι και η χωρική κατανομή, η αναγνώριση δηλαδή του προτύπου των μεταβλητών στο χώρο (spatial pattern). Σύμφωνα με τους Ο' Sullivan και Unwin [σελ. 27 (2003)], η χωρική κατανομή μπορεί να περιγραφεί με τις σχέσεις μεταξύ των χωρικών μονάδων, οι οποίες προσδιορίζονται με την απόσταση, τη γειτνίαση και την αλληλεπίδραση.

Στο πλαίσιο της χωρικής στατιστικής έχουν αναπτυχθεί διάφορες μέθοδοι για την αναγνώριση του προτύπου των τιμών μιας μεταβλητής στο χώρο. Συνήθως, η ανάλυση των χωρικών δεδομένων αρχίζει με τη δημιουργία μιας μήτρας χωρικών σταθμίσεων (spatial weight matrix) ή μήτρας εγγύτητας (proximity matrix) $\mathbf{W}$. Ο σκοπός ενός τέτοιου πίνακα είναι να απεικονίσει/συλλάβει τις σχέσεις των γεωγραφικών μονάδων στο χώρο. Αν η υπό μελέτη περιοχή περιέχει N παρατηρήσεις τότε η μήτρα στάθμισης $\mathbf{W}$, είναι μια τετραγωνική μήτρα με διάσταση $N \times N$. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι ορισμού του πίνακα $\mathbf{W}$. Η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου καθορισμού των σχέσεων των χωρικών παρατηρήσεων εξαρτάται αφενός από τα δεδομένα και αφετέρου από τη φύση του υπό μελέτη προβλήματος. Ενδεικτικά αναφέρουμε μερικούς από τους πιο συνηθισμένους τρόπους κατασκευής της μήτρας $\mathbf{W}$ στην περίπτωση που τα υπό μελέτη χωρικά δεδομένα εμφανίζονται σε πολύγωνα (ή ζώνες ή επιφάνειες ή γεωγραφικές μονάδες ή χωρικές ενότητες), όπου w_{ij} είναι το στοιχείο στη θέση (i, j) :

- $w_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{αν ο γεωμετρικός μέσος του πολυγώνου } i \text{ είναι ένας από τους } k \\ & \text{πλησιέστερους σε αυτόν του πολυγώνου } j, \text{ και} \\ 0 & \text{σε άλλη περίπτωση ή αν } i = j \text{ (τα στοιχεία της κυρίας διαγωνίου}^2\text{).} \end{cases}$

²Τα στοιχεία, δηλαδή, της κύριας διαγωνίου είναι όλα ίσα με το μηδέν. Αυτό συμβαίνει γιατί καμία περιοχή δεν μπορεί να θεωρηθεί ότι συνορεύει με τον εαυτό της.

- $w_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{αν η απόσταση του γεωμετρικού μέσου του πολυγώνου } i \text{ από αυτόν του } j \text{ είναι μικρότερη ή ίση από μια προκαθορισμένη απόσταση, και} \\ 0 & \text{σε άλλη περίπτωση ή αν } i = j \text{ (τα στοιχεία της κυρίας διαγωνίου).} \end{cases}$
- $w_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{αν υπάρχουν πραγματικές ροές/ανταλλαγές ανάμεσα στα πολύγωνα } i \text{ και } j, \text{ και} \\ 0 & \text{σε άλλη περίπτωση ή αν } i = j \text{ (τα στοιχεία της κυρίας διαγωνίου).} \end{cases}$
- $w_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{αν το πολύγωνο } i \text{ και πολύγωνο } j \text{ έχουν κοινή πλευρά ή κορυφή}^3, \text{ και} \\ 0 & \text{σε άλλη περίπτωση ή αν } i = j \text{ (τα στοιχεία της κυρίας διαγωνίου).} \end{cases}$

Πέρα των παραπάνω, υπάρχουν και άλλοι τρόποι ορισμού της μήτρας χωρικών σταθμίσεων $\mathbf{W}$, όπως η χρήση των ειδικών αποστάσεων (ευκλείδεια απόσταση, city block ή Manhattan, Minkowski, length of shared border κ.α), η χρήση μοντέλων βαρύτητας και γενικότερα πιο πολύπλοκες συναρτήσεις που ορίζουν τη γειτονιά (complex distance decay functions). Μια ειδική περίπτωση την οποία αξίζει να επισημάνουμε αποτελεί η υπό συνθήκη πιθανότητα. Ακολουθώντας την προσέγγιση του Καραγάνη [σελ. 112 (2001)] η χρήση της υπό συνθήκη πιθανότητας στον ορισμό της γειτνίασης μπορεί να περιγραφεί ως εξής: εάν κάποια μεταβλητή X παρατηρείται επί των χωρικών μονάδων $1, 2, \dots, N$ τότε, οι γείτονες της χωρικής μονάδας I προσδιορίζονται ως το σύνολο των μονάδων J (υποσύνολο του N) για τις οποίες η X_J περιλαμβάνει στην τυπική έκφραση της, τις υπό συνθήκη πιθανότητες X_I . Αυτός ο προσδιορισμός παράγει το σύνολο των γειτόνων της. Δηλαδή το σύνολο των γειτόνων J του I είναι το σύνολο των χωρικών μονάδων για τις οποίες η υπό συνθήκη πιθανότητα του X_I δεν ισούται προς την πιθανότητα:

$$\{ \forall J \mid P(X_I) \neq P(X_I \mid X_J) \}$$

³ Η μέθοδος αυτή είναι η πιο κοινή και είναι γνωστή και ως επιλογή Πρώτου Βαθμού (First Order selection).

Η προσέγγιση αυτή, βασίζεται στις ιδιότητες των πολυμεταβλητών κατανομών πιθανότητας και στις σχέσεις εξάρτησης και ανεξαρτησίας των ενδεχομένων. Συγκεκριμένα, ως γειτονικές θέσεις θεωρούνται εκείνες στις οποίες η πιθανότητα της από κοινού κατανομής είναι διαφορετική από το γινόμενο των κατανομών περιθωρίου. Διότι, οι τυχαίες μεταβλητές $X_1, X_2, \dots, X_n$ είναι ανεξάρτητες όταν και μόνο όταν η από κοινού κατανομή τους $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ ισούται με το γινόμενο των κατανομών περιθωρίου τους $f(x_1), f(x_2), \dots, f(x_n)$, δηλαδή: $f(x_1, x_2, \dots, x_n) = f(x_1)f(x_2)\dots f(x_n) \Leftrightarrow f(x_n) = \prod_{i=1}^n f(x_i)f(x_1)$ [Λαμπράκης, σελ. 76 (1983)].

Σε πολλές περιπτώσεις υπολογισμού των χωρικών δεικτών και της εκτίμησης υποδειγμάτων χωρικής παλινδρόμησης είναι αναγκαίο η μήτρα χωρικών σταθμίσεων να μετασχηματιστεί. Ο συνηθέστερος μετασχηματισμός είναι η τυποποίηση κατά γραμμές (row standardized). Η τυποποίηση αυτή γίνεται διαιρώντας τα στοιχεία μιας γραμμής με το άθροισμα τους έτσι ώστε το άθροισμα κάθε γραμμής να είναι ίσο με τη μονάδα. Κάθε στοιχείο (w_{ij}') του τυποποιημένου πίνακα υπολογίζεται από τον εξής τύπο:

$$w_{ij}' = \frac{w_{ij}}{\sum_{i=1}^N w_{ij}}$$

Ο παραπάνω μετασχηματισμός αναδεικνύει τη σχετική σημασία που έχουν για την κάθε φορά εξεταζόμενη γεωγραφική μονάδα οι γεωγραφικές μονάδες που θεωρείται ότι γειτνιάζουν με αυτήν, σύμφωνα με κάποιον από τους προαναφερθέντες ορισμούς γειτνίασης. Παραλλαγή αυτού του μετασχηματισμού είναι η διαίρεση με το συνολικό άθροισμα του πίνακα:

$$w_{ij}' = \frac{w_{ij}}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_{ij}}$$

με τον παραπάνω μετασχηματισμό αναδεικνύεται η επίδραση των σχέσεων γειτνίασης ολόκληρου του γεωγραφικού συστήματος στην κάθε φορά εξεταζόμενη μονάδα. [Καραγάνης, σελ. 114 (2001)].

Στη βιβλιογραφία πιο συχνά απαντώνται οι παραπάνω δυο μετασχηματισμοί, υπάρχει βέβαια η δυνατότητα κατασκευής πολλών τέτοιων, με ιδιαίτερη ερμηνεία η οποία βασίζεται στον τρόπο κατασκευής τους.

2.4. Επιδράσεις Πρώτου και Δευτέρου Βαθμού

Γενικά, η συμπεριφορά των χωρικών φαινομένων είναι αποτέλεσμα των επιπτώσεων δυο διαδικασιών/επιδράσεων που είναι γνωστές ως πρώτου βαθμού (first order) και δευτέρου βαθμού (second order). Η μήτρα χωρικών σταθμίσεων $\mathbf{W}$ χρησιμοποιείται ευρέως στη χωρική στατιστική για τη διερεύνηση των παραπάνω επιδράσεων.

Κατά τον Κανάρογλου, επιδράσεις πρώτου βαθμού αναφέρονται στη γενικευμένη τάση (global trend) στο χώρο της υπό μελέτη μεταβλητής. Όπως υπογραμμίζει ο Κουτσόπουλος, οι επιδράσεις πρώτου βαθμού σχετίζονται με τη μεταβλητότητα στη μέση τιμή της υπό εξέταση χωρικής διαδικασίας και εκπροσωπούν γενικευμένες ή μεγάλης κλίμακας τάσεις. Δηλαδή, οι επιδράσεις πρώτου βαθμού προσδιορίζουν τις διαφοροποιήσεις στη μέση τιμή μιας χωρικής μεταβλητής. Οι μέθοδοι⁴, που έχουν αναπτυχθεί προς την κατεύθυνση αυτή, οδηγούν στην εξομάλυνση (smoothing) των τιμών μιας χωρικής μεταβλητής $\mathbf{y}$ [Κανάρογλου και DeLuca, σελ. 13 (2001)]. Στην προκειμένη περίπτωση $\mathbf{y}$ είναι ένα διάνυσμα-στήλη με διάσταση $N \times 1$ και περιλαμβάνει N στοιχεία, ένα για κάθε γεωγραφική μονάδα. Μία από τις απλούστερες μεθόδους εξομάλυνσης είναι ο υπολογισμός του γινομένου $\mathbf{W}\mathbf{y}$ ⁵, ο οποίος για έναν τυποποιημένο

⁴ Μία πιο εύχρηστη και ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος εξερεύνησης επιδράσεων πρώτου βαθμού είναι και η μέθοδος Υπολογισμού Πυρήνος (Kernel Estimation). Πρόκειται για ένα είδος σταθμικού αριθμητικού μέσου, όπου τα βάρη είναι συναρτήσεις του αντιστρόφου της απόστασης των γεωμετρικών μέσων των πολυγώνων από το πολύγωνο ενδιαφέροντος [Bailey και Gatrell, (1995)].

⁵ Το γινόμενο $\mathbf{W}\mathbf{y}$ υπολογίζεται από τον τύπο: $\sum_j^n w_{ij} (y_j - \bar{y})$ και αναφέρεται και ως χωρική υστέρηση (spatial lag) της εξεταζόμενης μεταβλητής για τη θέση i .

πίνακα **W** μας δίνει ένα άλλο διάνυσμα-στήλη με διάσταση $N \times 1$, που περιέχει τις εξομαλυσμένες τιμές του y . Ουσιαστικά κατά την πράξη αυτή για μια οποιοδήποτε γεωγραφική μονάδα i υπολογίζεται ο αριθμητικός μέσος των τιμών που αντιστοιχούν στο πολύγωνο αυτό καθώς και στα γειτονικά του πολύγωνα⁶ και προσάπτεται το αποτέλεσμα στο πολύγωνο i . Σύμφωνα με τον Καραγάνη, το γινόμενο **Wy** εκφράζει τη συνεισφορά του γεωγραφικού συστήματος στη διαμόρφωση της τιμής της μεταβλητής σε κάθε επιμέρους γεωγραφική μονάδα.

Οι επιδράσεις δευτέρου βαθμού από την άλλη μεριά, σχετίζονται με τις τοπικές διακυμάνσεις (local variability) των τιμών μιας μεταβλητής. Σύμφωνα με τον Κανάρογλου, οι ιδιότητες δευτέρου βαθμού των χωρικών δεδομένων περιγράφουν πώς η δομή χωρικής εξάρτησης μεταβάλλεται/διαφοροποιείται στο χώρο. Με άλλα λόγια, είναι η τάση για αποκλίσεις στις τιμές της υπό εξέταση μεταβλητής από τη μέση τιμή σε γειτονικές θέσεις και εκπροσωπούν τοπικές ή μικρής κλίμακας επιπτώσεις [Κουτσόπουλος, σελ. 318 (2002)]. Οι δείκτες που χρησιμοποιούνται για τη διάγνωση επιδράσεων δευτέρου βαθμού έχουν ως σκοπό να μετρήσουν την εξάρτηση των τιμών μιας μεταβλητής στο χώρο. Χρησιμοποιούνται, δηλαδή, τεχνικές οι οποίες εξετάζουν αποκλειστικά τη χωρική εξάρτηση μεταξύ των τιμών των χωρικών μονάδων. Γίνεται, λοιπόν, σαφές ότι οι τεχνικές αυτές εστιάζουν στη χωρική συσχέτιση, που είναι γνωστή σαν χωρική αυτόσυσχετιση, και όχι στη συνδιασπορά, αφού επικεντρώνονται στη σχέση μεταξύ των τιμών της ίδιας μεταβλητής που παρατηρούνται σε διαφορετικές θέσεις. Για την αξιολόγηση της χωρικής αυτόσυσχετισης ο σημαντικότερος δείκτης είναι ο Moran I ⁷.

⁶ Ο ορισμός των γειτονικών πολυγώνων αποφασίζεται από τον τρόπο που ορίζεται η μήτρα στάθμισης **W**.

⁷ Ο δεύτερος πιο σημαντικός δείκτης είναι ο Geary C. Η διαφορά μεταξύ του δείκτη Moran και Geary έγκειται στο ότι ο συντελεστής Moran δομείται ως Pearson product-moment (γινόμενο ροπών) εκτιμητής και πιο συγκεκριμένα ως συνδιασπορά $(y_{i_i} - \bar{y})(y_{j_i} - \bar{y})$, ενώ ο συντελεστής Geary βασίζεται στο τετράγωνο της διαφοράς $(y_{i_i} - y_{j_i})^2$. Επομένως, οι εφαρμογές των δυο δεικτών παράγουν παρόμοια αποτελέσματα. [Κουτσόπουλος, σελ. 281 (2002)].

Για έναν τυποποιημένο κατά γραμμές πίνακα εγγύτητας **W** ο συντελεστής Moran υπολογίζεται από την έκφραση:

$$I = \frac{y'Wy}{y'y}$$

Συμφωνά με τον Κανάρογλου, ο δείκτης είναι μία έκφραση της γραμμικής συνδιακύμανσης μεταξύ των τιμών μιας μεταβλητής **y** και της μεταβλητής **Wy** που δημιουργείται από τους σταθμικούς μέσους των γειτονικών τιμών για κάθε πολύγωνο.

Ο συντελεστής Moran *I* παίρνει γενικώς τιμές στο διάστημα [-1, +1]. Υπάρχουν επίσης μαθηματικοί τύποι που επιτρέπουν τον υπολογισμό ανώτατου και κατώτατου ορίου. Τα ακριβή όρια εξαρτώνται από τις τιμές της μεταβλητής **y** και από τον πίνακα **W**. [Wong και Lee, σελ. 371 (2005)]. Θετικές τιμές του δείκτη υποδεικνύουν θετική χωρική αυτοσυσχέτιση (positive autocorrelation) και αντιστοίχως αρνητικές τιμές καταδεικνύουν αρνητική χωρική αυτοσυσχέτιση (negative autocorrelation). Η ύπαρξη θετικής αυτοσυσχέτισης, που είναι και πιο συνήθης περίπτωση, υποδηλώνει ότι όμοιες τιμές της μεταβλητής παρουσιάζουν συγκέντρωση στο χώρο. Ο χώρος μοιάζει με πεδιάδα που έχει μικρούς λόφους εάν ο συντελεστής κατά απόλυτη τιμή είναι μεγάλος και σχετικά μεγαλύτερους λόφους αν είναι μικρός. Αντίθετα, αρνητική αυτοσυσχέτιση υποδηλώνει ότι μεγάλες τιμές της μεταβλητής συνορεύουν με μικρές τιμές ή ότι χαμηλές τιμές της μεταβλητής πλαισιώνονται από σχετικά υψηλότερες τιμές. Ο χώρος μοιάζει με ορεινό όγκο με απότομες πλαγιές αν ο συντελεστής κατά απόλυτη τιμή είναι μεγάλος και με σχετικά ομαλές πλαγιές αν είναι μικρός. Στο σημείο αυτό πρέπει να τονισθεί ότι χωρική εξάρτηση υπάρχει πάντα ακόμη και αν η τιμή του συντελεστή είναι μηδέν. Σε αυτήν την περίπτωση έχει επιλεγεί εσφαλμένη απεικόνιση του χώρου με τη μήτρα **W** και φυσικά δεν αναιρείται ο πρώτος νόμος της Γεωγραφίας του Tobler⁸. Σύμφωνα με τον οποίο στο χώρο υπάρχει μια κανονικότητα/τακτικότητα (regularity) η οποία χαρακτηρίζει τις χωρικές σχέσεις και εξασθενεί με την απόσταση.

⁸ Tobler, W.R. (1970) A computer movie simulating urban growth in the Detroit region. *Economic Geography*, 46, 234-240.

Εκείνο, βέβαια, που μας ενδιαφέρει για μία χωρική μεταβλητή είναι να εξετάσουμε αν υπάρχει αυτοσυσχέτιση. Να ελέγξουμε, δηλαδή, με τη βοήθεια επαγωγικής στατιστικής την υπόθεση ότι ο δείκτης Moran I είναι σημαντικά διαφορετικός από το μηδέν. Στην βιβλιογραφία απαντώνται δύο εναλλακτικοί τρόποι ελέγχου. Ο ένας κάνει χρήση της μεθόδου Monte Carlo, ενώ ο άλλος καταφεύγει στη θεωρητική δειγματοληπτική κατανομή του Moran I. Η πρώτη μέθοδος μπορεί να περιγραφεί ως εξής: Οι N τιμές της μεταβλητής y κατανέμονται στα N πολύγωνα, οι ίδιες τιμές θα μπορούσαν να είναι κατανεμημένες διαφορετικά στο χώρο. Όλες οι δυνατές μεταθέσεις των N τιμών στα N πολύγωνα είναι $N!$. Αν για κάθε μία από τις μεταθέσεις αυτές υπολογίσουμε τον δείκτη I , τότε μπορούμε να δημιουργήσουμε μια εμπειρική κατανομή του. Στην συνέχεια, συγκρίνουμε την τιμή του I , που αντιστοιχεί στις τιμές της μεταβλητής, με την κατανομή.

Η δεύτερη μέθοδος, βασίζεται στον κλασικό στατιστικό έλεγχο. Συγκεκριμένα, έχειδειχθεί ότι η θεωρητική δειγματοληπτική κατανομή του Moran I είναι κατά προσέγγιση κανονική. Σύμφωνα με τους Cliff και Ord [σελ. 202 (1981)] η αναμενόμενη τιμή της κατανομής αυτής είναι η εξής:

$$E(I) = \frac{-1}{N-1}$$

Είναι προφανές ότι για μεγάλες τιμές του N η μέση τιμή τείνει προς το μηδέν. Υπάρχει επίσης ο μαθηματικός τύπος της διασποράς της κατανομής, ο οποίος υπολογίζεται ως εξής:

$$\sigma_1^2 = \frac{N^2(N-1)S_1 - N(N-1)S_2 - 2S_o^2}{(N+1)(N-1)^2 S_o^2}$$

όπου:

$$S_0 = \sum_{i \neq j} w_{ij}$$

$$S_1 = \frac{1}{2} \sum_{i \neq j} \sum (w_{ij} + w_{ji})^2$$

$$S_2 = \sum_{i \neq j}^N \left(\sum_{i=1}^N w_{ij} + \sum_{j=1}^N w_{ji} \right)^2$$

Για τον έλεγχο της υπόθεσης της ύπαρξης αυτοσυσχέτισης της εκτιμηθείσας τιμής I, αρκεί να υπολογίσουμε την τιμή:

$$z_1 = \frac{I - E(I)}{\sigma_1}$$

την οποία συγκρίνεται με την τιμή $z_{\alpha/2}$ για επίπεδο εμπιστοσύνης $(100 - \alpha)\%$ από τους πίνακες της τυποποιημένης κανονικής κατανομής.

Ο συντελεστής Moran I αφορά όλη την υπό μελέτη περιοχή. Με άλλα λόγια, πρόκειται για ένα γενικευμένο δείκτη, οποίος συνοψίζει ένα μεγάλο αριθμό από πιθανά διαφορετικές χωρικές σχέσεις που υπάρχουν μέσα σε ένα μεγάλο σύνολο στοιχείων. Η χρησιμοποίηση του δείκτη Moran I (ή Geary C) προϋποθέτει σταθερότητα της διακύμανσης στο χώρο [Κανάρογλου και DeLuca, σελ. 72 (2001)]. Αυτό όμως δεν συμβαίνει για τις περισσότερες μεταβλητές. Οι Τοπικοί Δείκτες Χωρικού Συσχετισμού (LISA⁹) παρέχουν μια προσέγγιση που δεν απαιτεί αυτή την υπόθεση. Αυτές οι στατιστικές μέθοδοι είναι κατάλληλες για να προσδιορίσουν θερμά σημεία στα δεδομένα και να καθορίσουν περιοχές τοπικής αστάθειας [Κανάρογλου και DeLuca, σελ. 73 (2001)].

Εκτός των μεθόδων LISA, έχουν προταθεί και άλλοι τρόποι ανάλυσης της τοπικής αυτοσυσχέτισης. Μια από τις μεθόδους αυτές στηρίζεται στη συσχέτιση μεταξύ των y και Wy . Πιο συγκεκριμένα, ενδιαφέρον παρουσιάζει η απλή γραμμική παλινδρόμηση, με εξαρτημένη μεταβλητή το διάνυσμα Wy και ανεξάρτητη το διάνυσμα y , όπου το διάνυσμα y είναι εκφρασμένο σε αποκλίσεις από το μέσο του. Η κλίση της ευθείας, που προσαρμόζεται σε μια τέτοια παλινδρόμηση είναι ο δείκτης Moran I. Τα σημεία που βρίσκονται στο πρώτο τεταρτημόριο του διαγράμματος αντιστοιχούν σε υψηλές τιμές του y και του Wy . Αυτό σημαίνει ότι για τέτοια σημεία υψηλές τιμές

⁹ LISA είναι η συντομογραφία της έκφρασης Local Indicators of Spatial Association.

περιβάλλονται από υψηλές γειτονικές τιμές, δηλαδή η υποπεριοχή γύρω από τέτοια σημεία χαρακτηρίζεται από τοπική θετική αυτοσυσχέτιση. Επίσης σημεία του τρίτου τεταρτημορίου χαρακτηρίζονται από χαμηλές τιμές που περιβάλλονται από χαμηλές τιμές, όπου επίσης καταδεικνύουν θετική τοπική αυτοσυσχέτιση. Αντίθετα το δεύτερο τεταρτημόριο χαρακτηρίζεται από χαμηλές τιμές, που περιβάλλονται από υψηλές τιμές, ενώ το τέταρτο τεταρτημόριο χαρακτηρίζεται από υψηλές τιμές που περιβάλλονται από χαμηλές τιμές, κάτι το οποίο καταδεικνύει αρνητική τοπική αυτοσυσχέτιση.

Η χωρική στατιστική, όπως αναφέρθηκε και στην αρχή του παρόντος κεφαλαίου, ασχολείται με τρία είδη προβλημάτων. Οι μέθοδοι της χωρικής στατιστικής βρίσκουν εφαρμογές σε μία ποικιλία προβλημάτων. Στην περίπτωση του τομέα της ακίνητης περιουσίας τα χωρικά δεδομένα συνήθως εμφανίζονται σε πολύγωνα, η στατιστική ανάλυση δεδομένων αυτού του είδους αποτελεί αντικείμενο μελέτης κυρίως κοινωνικών επιστημόνων έχοντας δημιουργήσει το πεδίο που είναι γνωστό ως Χωρική Οικονομετρία. Έτσι, λοιπόν, επικεντρώσαμε την προσοχή μας στις τεχνικές της χωρικής οικονομετρίας.

Κεφάλαιο 3

Πρόβλημα Μεταβαλλόμενων Χωρικών Μονάδων

3.1. Ορισμός, Επιδράσεις Κλίμακας και Ζωνοποίησης

Στο παρόν κεφάλαιο θα ασχοληθούμε με ένα άλλο χαρακτηριστικό των χωρικών δεδομένων το οποίο προέρχεται από τη συνένωση/συνάθροιση (aggregation) τους και έχει γίνει γνωστό ως πρόβλημα των μεταβαλλόμενων χωρικών μονάδων (Modifiable Areal Unit Problem - MAUP).

Ο όρος *πρόβλημα των μεταβαλλόμενων χωρικών μονάδων* διατυπώθηκε από τον Openshaw (1984)¹⁰, όταν διαπίστωσε χωρική εξάρτηση στα δεδομένα με γεωγραφική αναφορά. Συγκεκριμένα, για τις ανάγκες της μελέτης του χρησιμοποίησε το ποσοστό των Ρεπουμπλικάνων ψηφοφόρων των εκλογών του 1968 και το ποσοστό του πληθυσμού άνω των εξήντα από τα δεδομένα της απογραφής του 1970 για 99 κομητείες της Iowa. Στη συνέχεια, κατασκεύασε δέκα χιλιάδες διαφορετικές συνενώσεις, για 12 διαφορετικές κλίμακες και 6 έως 72 χωρικές ενότητες, για τις οποίες υπολόγισε το συντελεστή συσχέτισης. Τα αποτελέσματα του έδειξαν ότι η τιμή του συντελεστή μεγαλώνει όσο αριθμός των χωρικών ενοτήτων μειώνεται. Το σημαντικότερο, όμως, αποτέλεσμα της

¹⁰ Openshaw, S. (1984) The Modifiable Areal Unit Problem. Concepts and Techniques in Modern Geography 38. Norwich:GeoBooks.

έρευνας του αποτελεί το εύρος του συντελεστή το οποίο κυμαινόταν από -0.967 έως $+0.995$.

Ωστόσο μια πλευρά, του προβλήματος των μεταβαλλόμενων ορίων παρατηρήθηκε για πρώτη φορά από τους Gehlke και Biehl το 1934. Σε μελέτη τους παρατήρησαν αύξηση του συντελεστή συσχέτισης μεταξύ της τιμής του ενοικίου των διαμερισμάτων και της νεανικής εγκληματικότητας, όταν ο αριθμός των υπό εξέταση γεωγραφικών μονάδων μειωνόταν ενώ αντίθετα το μέγεθος τους αυξανόταν.

Ο Robinson το 1950 εισήγαγε τον όρο *οικολογική πλάνη* (ecological fallacy) για την περιγραφή αυτού του μεθοδολογικού προβλήματος. Το ενδεχόμενο της οικολογικής πλάνης εντοπίστηκε από τον Robinson σε μια μελέτη συσχέτισης του ποσοστού του αγράμματου πληθυσμού με το ποσοστό του έγχρωμου πληθυσμού στις διάφορες Πολιτείες των ΗΠΑ. Βασισμένος στη στατιστική επεξεργασία των συνολικών στοιχείων της απογραφής του πληθυσμού του 1930, παρατήρησε έναν υψηλό βαθμό συσχέτισης ανάμεσα στα ποσοστά μαύρου και αγράμματου πληθυσμού στις αντίστοιχες Πολιτείες. Ωστόσο, ο Robinson αναπροσάρμοσε και ξαναμελέτησε τα δεδομένα χρησιμοποιώντας μεγαλύτερο επίπεδο ανάλυσης (συνένωσης). Στη δεύτερη επεξεργασία των δεδομένων, διαπίστωσε πράγματι την ύπαρξη συσχέτισης μεταξύ των δυο μεταβλητών, αλλά η τιμή του συντελεστή συσχέτισης ήταν μεγαλύτερη από εκείνη που προέκυψε στην αρχική έρευνα.

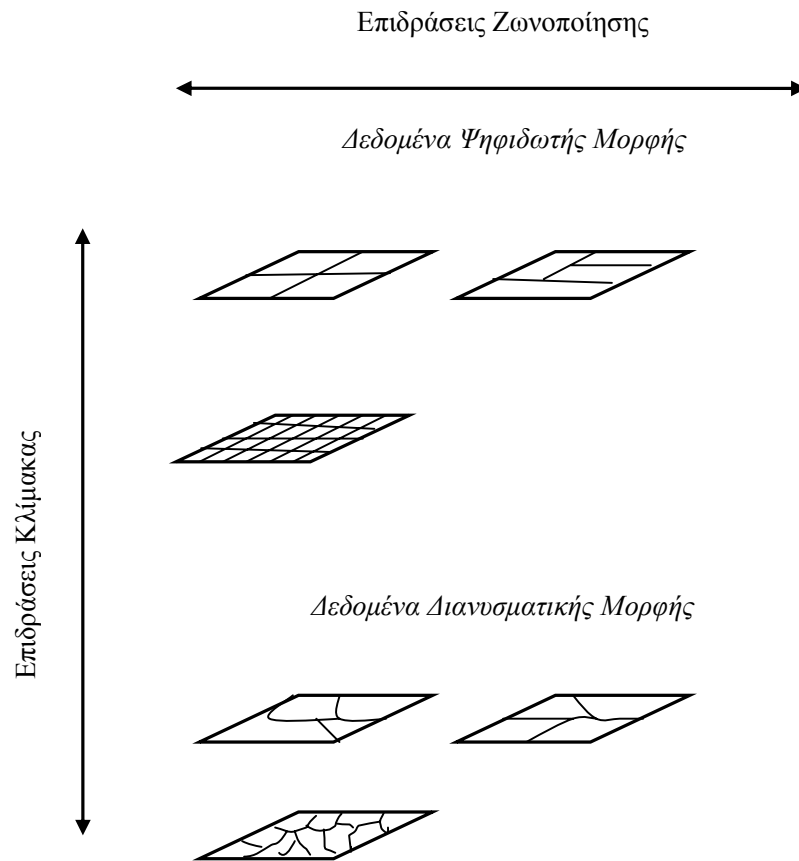
Συμφωνά με τους Wong και Lee (2001), το πρόβλημα των μεταβαλλόμενων χωρικών μονάδων ορίζεται ως *το πρόβλημα που προκύπτει από την επιβολή τεχνητών χωρικών ενοτήτων στο γεωγραφικό χώρο*. Προεκτείνοντας τον ορισμό αυτό, μπορεί κανείς να πει ότι μια γεωγραφική περιοχή μπορεί να διαμεριστεί με πολλούς τρόπους. Η διαμέριση του χώρου δεν μπορεί να είναι μοναδική και αμετάβλητη καθώς εξαρτάται αφενός από τη φύση του υπό εξέταση προβλήματος (το οποίο καθορίζει και τα αντίστοιχα κριτήρια που χρησιμοποιούνται για τη διαμέριση) και αφετέρου από το χρόνο ο οποίος δρα μεταβάλλοντας τα πρότυπα και τις κατανομές των γεωγραφικών φαινομένων στο χώρο. Μια τέτοια εκδοχή για τη φύση του MAUP προκαλεί το ερώτημα για τον τρόπο με τον οποίο πρέπει να γίνεται η διαμέριση της υπό μελέτη περιοχής, ποια δηλαδή κριτήρια είναι κατάλληλα για τον καθορισμό της κλίμακας ανάλυσης και του

σχήματος των υποπεριοχών. Από τα παραπάνω προκύπτει το συμπέρασμα ότι το MAUP αφορά τον καθορισμό του σχήματος και του μεγέθους των υπό εξέταση γεωγραφικών μονάδων.

Το πρόβλημα των μεταβαλλόμενων χωρικών μονάδων εμπεριέχει ουσιαστικά δυο σημαντικές συνιστώσες: την επίδραση της κλίμακας (scale effect) και την επίδραση της ζωνοποίησης (zoning effect). Η επίδραση της κλίμακας έχει ως συνέπεια την απόκλιση των στατιστικών αποτελεσμάτων μεταξύ των διαφορετικών επιπέδων συνένωσης [Gotway και Young, σελ. 633 (2002)]. Ουσιαστικά αποκαλύπτει μια συσχέτιση μεταξύ των αποτελεσμάτων και του μεγέθους των χωρικών μονάδων. Η επίδραση της ζωνοποίησης από την άλλη μεριά, αναφέρεται στη μεταβλητότητα των στατιστικών αποτελεσμάτων που απορρέει από την ομαδοποίηση των δεδομένων σε διαφορετικούς χωρικούς σχηματισμούς στην ίδια κλίμακα [Gotway και Young, σελ. 633 (2002)].

Αναλυτικότερα, μια περιοχή μπορεί να διαμεριστεί σε μικρότερες υποπεριοχές ακολουθώντας έναν απλό ιεραρχικό τρόπο. Αρχικά, η περιοχή μπορεί να διαιρεθεί σε σχετικά μεγάλες υποπεριοχές ίδιου μεγέθους ή και διαφορετικού. Στη συνέχεια, οι υποπεριοχές να υποδιαιρεθούν και αυτές με τη σειρά τους σε μικρότερες χωρικές μονάδες και ούτω καθεξής. Το αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι η δημιουργία ενός μηχανισμού με τον οποίο μπορούμε να διαμερίζουμε την υπό μελέτη περιοχή σε υποπεριοχές με διαφορετικό μέγεθος (διαφορετική χωρική ανάλυση). Επιπλέον, η διαμέριση του χώρου μπορεί να γίνει με διάφορους σχηματισμούς. Με προκαθορισμένο τον αριθμό των χωρικών μονάδων στον οποίο θα υποδιαιρεθεί η υπό εξέταση περιοχή υπάρχουν στην πραγματικότητα άπειροι σχηματισμοί που μπορούν να προκύψουν. Στο Σχήμα 3.1 παρουσιάζεται η διαγραμματική απεικόνιση των δυο υπό προβλημάτων για δεδομένα τόσο διανυσματικής όσο και ψηφιδωτής μορφής.

Σχήμα 3.1 Επιδράσεις Κλίμακας και Ζωνοποίησης

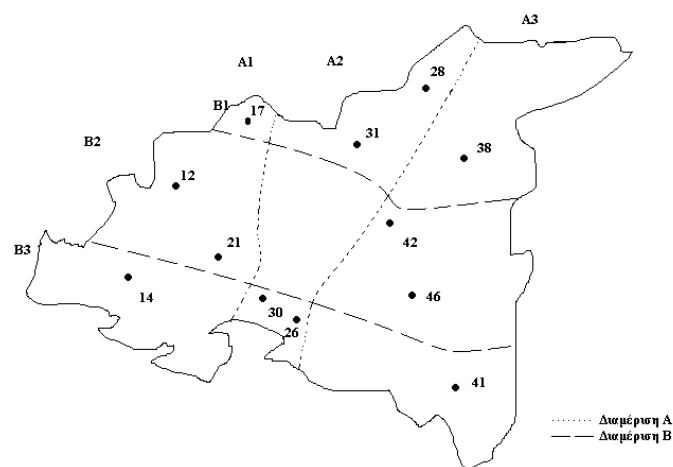


Πηγή: Με βάση Wong 1996: 84

Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, συμφωνά με τους Gotway και Young, τα αποτελέσματα της περιγραφικής στατιστικής επηρεάζονται από τη χρήση εναλλακτικών χωρικών ενοτήτων. Έστω η περιοχή μελέτης του Σχήματος 3.2 με δώδεκα παρατηρήσεις. Στην περίπτωση διαμέρισης Α παρατηρούνται τα εξής: χαμηλές τιμές (και χαμηλός μέσος όρος) στη χωρική μονάδα Α1, μεσαίες τιμές στη χωρική μονάδα Α2 και υψηλές τιμές στη χωρική μονάδα Α3. Επίσης, εμφανίζονται χαμηλές τιμές τυπικής απόκλισης κάτι το οποίο καταδεικνύει χαμηλή διακύμανση εντός των ομάδων. Στην περίπτωση διαμέρισης με τον τρόπο Β τα αποτελέσματα είναι τελείως διαφορετικά, ο μέσος όρος δεν έχει σημαντικές αποκλίσεις μεταξύ των τριών υποπεριοχών, ενώ, οι τιμές της τυπικής

απόκλισης είναι μεγάλες κάτι το οποίο υποδηλώνει την ετερογένεια κάθε υποπεριοχής. Συνεπώς, από τα προηγούμενα γίνεται φανερό ότι, ανάλογα με τον τρόπο διαμέρισης κάθε φορά της υπό εξέταση περιοχής, προκύπτουν διαφορετικά στατιστικά αποτελέσματα.

Σχήμα 3.2. Αποτελέσματα των Εναλλακτικών Τρόπων Διαμέρισης της Υπό Μελέτη Περιοχής στην Περιγραφική Στατιστική



<i>Χωρική Μονάδα</i>	<i>Μέσος Όρος</i>	<i>Τυπική Απόκλιση</i>
A1	16,0	3,9
A2	28,7	2,2
A3	41,7	3,3
B1	28,5	8,7
B2	30,2	16,4
B3	27,7	11,1

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Στην ενότητα αυτή παρουσιάστηκε το πρόβλημα των μεταβαλλόμενων χωρικών μονάδων και συζητήθηκαν ορισμένες βασικές πτυχές του. Στη συνέχεια του κεφαλαίου επικεντρωνόμαστε στην παρουσίαση των αιτιών, των αποτελεσμάτων, των επιδράσεων καθώς και των τρόπων επιλύσεως του. Για την παρουσίαση των παραπάνω βασιστήκαμε στο άρθρο «Aggregation effects in geo-referenced data» του David Wong (1996). Για την κατανόηση και την ανάλυση των όσων διαπραγματεύονται σε αυτό, υπολογίστηκαν από τα δεδομένα που είχαμε στη διάθεση μας για την αγορά ακινήτων του Λεκανοπεδίου

Αθηνών (βλ. Κεφ. 5, υποενότητα 5.2) οι εξής μεταβλητές: τα κατάλοιπα, η υπεραξία, η παλαιότητα και το μέγεθος. Αναλυτικότερα, οι τιμές των κατάλοιπων προέκυψαν από τον υπολογισμό της συνάρτησης των ηδονικών τιμών (βλ. Κεφ. 6, υποενότητα 6.2), η υπεράξια υπολογίστηκε από την παραγωγή της ηδονικής συνάρτησης ως προς τη μεταβλητή t (η οποία εκφράζει το οικονομικό περιβάλλον, αναλυτικότερα για τον τρόπο υπολογισμού της βλ. Πινάκα 5.2), η παλαιότητα υπολογίστηκε από την παραγωγή της ηδονικής συνάρτησης ως προς x_1 (η οποία εκφράζει την παλαιότητα της κατασκευής, αναλυτικότερα για τον τρόπο υπολογισμού της βλ. Πινάκα 5.2) και τέλος το μέγεθος υπολογίστηκε από την παραγωγή της ηδονικής συνάρτησης ως προς x_2 (η οποία εκφράζει το εμβαδόν του ακίνητου σε τετραγωνικά μέτρα). Οι παραπάνω μεταβλητές συναθροίστηκαν στα εξής γεωγραφικά επίπεδα: σε επίπεδο δήμων, σε επίπεδο ταχυδρομικών κωδικών και σε επίπεδο πολυγώνων νομοι.

3.2. Αίτια του MAUP: Χωρική Εξάρτηση και Συνένωση/Συνάθροιση

Ο Tobler (1970)¹¹ ισχυρίστηκε ότι *όλα στο χώρο σχετίζονται με όλα, όμως τα κοντινότερα έχουν μεγαλύτερη σχέση*. Η πρόταση αυτή αποτελεί τον πρώτο νόμο της Γεωγραφίας, σύμφωνα με τον οποίο στο χώρο υπάρχει μια κανονικότητα/τακτικότητα (regularity) η οποία χαρακτηρίζει τις χωρικές σχέσεις και εξασθενεί με την απόσταση. Αυτό συνεπάγεται ότι τα χαρακτηριστικά των παρατηρήσεων που βρίσκονται κοντά στο χώρο είναι πιθανόν να μοιάζουν και καταδεικνύει ουσιαστικά την αιτία από πολλά επίμονα προβλήματα τα οποία απαντώνται στην ανάλυση των χωρικών δεδομένων. Επειδή, οι παρατηρήσεις στο χώρο χαρακτηρίζονται από αυτή τη χωρική σχέση, κάθε παρατήρηση δεν θεωρείται ανεξάρτητη, υπάρχει δηλαδή χωρική αυτοσυσχέτιση (βλ. Κεφ. 2) η οποία θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά την ανάλυση των χωρικών δεδομένων.

¹¹ Tobler, W.R. (1970) A computer movie simulating urban growth in the Detroit region. *Economic Geography*, 46, 234-240.

Θα πρέπει ωστόσο να σημειωθεί ότι ο «νόμος» είναι γενικός, και δεν μπορεί να περιγράψει με ακρίβεια και λεπτομέρεια τη χωρική κατανομή των φαινομένων. Οι τιμές των χωρικών μεταβλητών δεν κατανέμονται πάντα ομοιόμορφα¹² στο γεωγραφικό χώρο και επιπλέον διαφορετικά χαρακτηριστικά των παρατηρήσεων (χωρικών μονάδων) παρουσιάζουν διαφορετικό βαθμό ομοιότητας σ' αυτόν. Δηλαδή, τα διαφορετικά χαρακτηριστικά των παρατηρήσεων έχουν διαφορετικό βαθμό χωρικής αυτοσυσχέτισης. Οι γεωγραφικές αυτές διαφοροποιήσεις των τιμών των μεταβλητών απαντώνται στη χωρική κατανομή πολλών φαινομένων και καθιστούν το MAUP ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που καλούνται να επιλύσουν οι επιστήμονες που ασχολούνται με τον χώρο.

Κατά τη διαδικασία συνένωσης γειτονικών χωρικών μονάδων (ανεξάρτητα με το βαθμό ομοιότητας τους), οι τιμές των υπό εξέταση μεταβλητών μετά τη συνένωση υπολογίζονται συνήθως με κάποιο μέτρο κεντρικής τάσης (τις περισσότερες φορές χρησιμοποιείται κάποιο είδος στάθμισης). Έτσι, η μοναδικότητα κάθε παρατήρησης (χωρικής μονάδας) καθώς και ο βαθμός ανομοιότητας της αποσιωπάται. Μέτρο όμως του βαθμού ομοιογένειας ή ετερογένειας μπορεί να αποτελέσει η διακύμανση. Εμπειρικές έρευνες έχουν δείξει ότι η διακύμανση μειώνεται όσο το επίπεδο συνάθροισης μεγαλώνει. Για παράδειγμα, η διακύμανση μεταξύ των παρατηρήσεων είναι μεγαλύτερη σε επίπεδο ταχυδρομικών κωδικών σε σύγκριση με το επίπεδο των δήμων.

¹² Στην επιστήμη της Γεωγραφίας διακρίνονται τρεις βασικές χωρικές διαδικασίες, οι οποίες παράγουν ισάριθμες χωρικές κατανομές και αντίστοιχα χωρικά πρότυπα. Πρόκειται για τις τυχαίες (random), ομοιόμορφες (regular) και ομαδοποιημένες (clustered) χωρικές διαδικασίες. Στην περίπτωση της τυχαίας χωρικής διαδικασίας παράγονται τυχαία χωρικά πρότυπα, σαν αποτέλεσμα της τυχαίας κατανομής των σημείων στο χώρο. Στην περίπτωση της ομοιόμορφης χωρικής διαδικασίας παράγονται ομοιόμορφα χωρικά πρότυπα σαν αποτέλεσμα της ομοιόμορφης κατανομής των σημείων (ίση πυκνότητα των σημείων στο χώρο). Τα φαινόμενα/δραστηριότητες τοποθετούνται στο χώρο με τέτοιο τρόπο ώστε να απέχουν όσο το δυνατό περισσότερο το ένα από το άλλο. Τέλος, στην περίπτωση της ομαδοποιημένης χωρικής διαδικασίας δημιουργείται μια ομαδοποιημένη χωρική κατανομή, με τα σημεία να τείνουν να είναι το ένα κοντά στο άλλο και παράγεται ένα ομαδοποιημένο ή συγκεντρωμένο χωρικό πρότυπο.

Στον πυρήνα των αιτιών των επιδράσεων κλίμακας θεωρείται ότι βρίσκεται αυτή η διαδικασία εξομάλυνσης. Στις περισσότερες περιπτώσεις η ανάλυση είναι πολυμεταβλητή και η διαδικασία αυτή εφαρμόζεται σε όλες τις μεταβλητές που σχετίζονται με τη χωρική παρατήρηση. Ο βαθμός, όμως, της εξομάλυνσης είναι διαφορετικός για κάθε μεταβλητή διότι εξαρτάται όχι μόνο από την ομοιότητα ή τη χωρική συσχέτιση των μεταβλητών κάθε χωρικής μονάδας, αλλά και από την αυτοσυσχέτιση των μεταβλητών μεταξύ των γειτονικών χωρικών μονάδων. Οι επιδράσεις από τη συνένωση των γεωγραφικών ενοτήτων, οι οποίες θα συζητήσουμε αναλυτικότερα στην επόμενη ενότητα, οφείλονται στη μεταβολή της αρχικής μήτρας διακυμάνσεων–συνδιακυμάνσεων. Από την επισκόπηση του Πίνακα 3.1, ο οποίος παρουσιάζει τις μήτρες διακυμάνσεων-συνδιακυμάνσεων των τριών διαφορετικών χωρικών επίπεδων, προκύπτει ότι οι μήτρες διακυμάνσεων-συνδιακυμάνσεων εμφανίζουν σημαντικές διαφορές. Συγκεκριμένα, οι περισσότερες τιμές των διακυμάνσεων τείνουν να μειώνονται με την αύξηση του επιπέδου συνένωσης.

Πίνακας 3.1. Μήτρες Διακυμάνσεων-Συνδιακυμάνσεων των Μεταβλητών στα Τρία Χωρικά Επίπεδα

	VORONOI			
	Κατάλοιπα	Υπεράξια	Παλαιότητα	Μέγεθος
Κατάλοιπα	0,131	0,075	-0,002	0,003
Υπεράξια		1930,993	285,687	9,059
Παλαιότητα			62,227	1,097
Μέγεθος				0,099
		TK		
Κατάλοιπα	0,051	0,623	0,147	0,004
Υπεράξια		458,684	69,853	2,536
Παλαιότητα			13,267	0,377
Μέγεθος				0,028
		ΔΗΜΟΙ		
Κατάλοιπα				
Υπεράξια	0,046	0,985	0,259	0,002
Παλαιότητα		155,595	23,274	0,838
Μέγεθος			6,021	0,051
				0,008

Πηγή: Αποτελέσματα ανάλυσης

Συνοψίζοντας τα παραπάνω, θα λέγαμε ότι οι επιδράσεις από τη συνένωση των χωρικών μονάδων στη μήτρα διακυμάνσεων–συνδιακυμάνσεων δεν ακολουθούν κάποιο πρότυπο και τα αποτελέσματα είναι δύσκολο να προβλεφθούν. Πολλές μελέτες προσπαθούν να προσδιορίσουν πότε το πρόβλημα των μεταβαλλόμενων χωρικών μονάδων γίνεται σημαντικό, και πότε ο πρώτος νόμος της Γεωγραφίας (οι παρατηρήσεις που βρίσκονται πιο κοντά είναι πιο όμοιες από αυτές που βρίσκονται σε μεγαλύτερη απόσταση) αποτελεί την αιτία/πηγή αυτού του προβλήματος. Όταν η συνένωση των γεωγραφικών μονάδων γίνεται χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η γειτνίαση ή γίνεται τυχαία το πρόβλημα των μεταβαλλόμενων χωρικών μονάδων δεν υφίσταται [Green, (1993)]. Η επίδραση του MAUP είναι σημαντική όταν η συνένωση αφορά όμορες χωρικές ενότητες διότι μεταβάλλεται το επίπεδο της χωρικής αυτοσυσχέτισης.

3.3. Οι Επιδράσεις του MAUP στα Χωρικά Δεδομένα

Η έμφαση των θεμελιωτών του MAUP στις επιδράσεις του, σκιαγραφεί μια ακόμη πτυχή του η οποία επιδέχεται περαιτέρω έρευνα. Συμφωνά με τους Openshaw, Robinson, Gehlke και Biehl για να μελετήσουμε τις επιδράσεις του προβλήματος των μεταβαλλόμενων χωρικών μονάδων θα πρέπει να επικεντρώσουμε την προσοχή μας στο συντελεστή συσχέτισης. Γενικά, η τιμή του συντελεστή συσχέτισης αυξάνεται κατά τη διαδικασία συνένωσης μικρότερων χωρικών μονάδων σε μεγαλύτερες. Συμφωνά, με τους Fotheringham και Wong, αυτή η διαπίστωση μπορεί να γίνει κατανοητή ως εξής: Έστω δυο μεταβλητές X και Y , ο συντελεστής συσχέτισης των δυο μεταβλητών υπολογίζεται από τον τύπο:

$$r_{XY} = \frac{COV(X,Y)}{S_X S_Y}$$

όπου $COV(X,Y)$ η συνδιακύμανση των μεταβλητών X και Y και S_X , S_Y η τυπική απόκλιση των X και Y αντίστοιχα. Μετά τη συνένωση ή την εξομάλυνση η διακύμανση

μικραίνει συνεπώς και η τυπική απόκλιση (δηλαδή ο παρονομαστής του συντελεστή συσχέτισης). Εάν θεωρήσουμε ότι η συνδιακύμανση παραμένει σταθερή ο συντελεστής συσχέτισης μεγαλώνει. Με άλλα λόγια, ο συντελεστής συσχέτισης, ο οποίος χρησιμοποιείται ευρέως στη στατιστική για να δείξει το βαθμό ομοιότητας δυο ή περισσότερων μεταβλητών, αποτελεί στην ουσία μια κλίμακα χωρικής εξάρτησης. Κατά τη διαδικασία της συνένωσης μικρότερων περιοχών σε μεγαλύτερες ο ερευνητής μπορεί να επιλέξει το κατάλληλο επίπεδο συνένωσης με βάση τις τιμές του συντελεστή συσχέτισης. Στον Πίνακα 3.2, παρουσιάζονται οι τιμές του συντελεστή συσχέτισης για τις τέσσερις υπό εξέταση μεταβλητές στα τρία γεωγραφικά επίπεδα ανάλυσης. Από την επισκόπηση του πίνακα προκύπτει το συμπέρασμα ότι η τιμή του συντελεστή συσχέτισης αυξάνεται όσο μεγαλώνει το επίπεδο συνένωσης.

Πίνακας 3.2. Τιμές των Συντελεστών Συσχέτισης των Μεταβλητών στα Τρία Χωρικά Επίπεδα

	Κατάλοιπα	VORONOI		
		Υπεράξια	Παλαιότητα	Μέγεθος
Κατάλοιπα		0,0047	-0,0004	0,0254
Υπεράξια			0,8241	0,6551
Παλαιότητα				0,4419
Μέγεθος				
		TK		
Κατάλοιπα		0,1285	0,0776	0,1179
Υπεράξια			0,8954	0,7045
Παλαιότητα				0,6159
Μέγεθος				
		ΔΗΜΟΙ		
Κατάλοιπα		0,3676	0,2501	0,1248
Υπεράξια			0,7603	0,7470
Παλαιότητα				0,2308
Μέγεθος				

Πηγή: Αποτελέσματα ανάλυσης

Οι μελέτες που ασχολούνται με τις επιδράσεις του MAUP μπορούν να διακριθούν σε δυο κατηγορίες: στις διμεταβλητές και στις πολυμεταβλητές ανάλυσης. Οι Clark και Avery (1976) παρουσιάζουν μια λεπτομερή ανάλυση για το πώς οι αλλαγές

στην κλίμακα επιδρούν στο μοντέλο της διμεταβλητής γραμμικής παλινδρόμησης. Από τα αποτελέσματα τους προκύπτει ότι οι εκτιμητές των παραμέτρων τείνουν να μεταβάλλονται στα διάφορα επίπεδα συνένωσης. Ωστόσο, δεν υπάρχει κάποιος τρόπος να προβλεφθεί η τάση της αλλαγής τους, διότι οι τιμές τους είναι συνάρτηση του συντελεστή συσχέτισης και του λόγου της διακύμανσης των δυο μεταβλητών. Μολονότι, ο συντελεστής συσχέτισης είναι πιθανόν να μεγαλώνει κατά τη διαδικασία της συνένωσης, η αναλογία των διακυμάνσεων τους μπορεί να είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη στα διάφορα επίπεδα συνένωσης.

Οι Fotheringham και Wong (1991) από την άλλη μεριά, μελέτησαν τις επιδράσεις της κλίμακας και της ζωνοποίησης στην πολυμεταβλητή ανάλυση. Συγκεκριμένα, χρησιμοποίησαν την πολυμεταβλητή και τη λογιστική (logistic) παλινδρόμηση. Με βάση τα αποτελέσματα τους, υποστήριξαν ότι οι επιδράσεις της κλίμακας αφορούν όχι μόνο τους συντελεστές συσχέτισης αλλά και τους εκτιμητές που υπολογίζονται από την παλινδρόμηση. Επιπλέον, έδειξαν ότι για καθορισμένη εκ των πρότερων κλίμακα (ή επίπεδο ανάλυσης), προκύπτει ένα εύρος διαφορετικών αποτελεσμάτων το οποίο οφείλεται στους διαφορετικούς σχηματισμούς των χωρικών μονάδων (επίδραση της ζωνοποίησης).

Η παραπάνω προσέγγιση παρουσιάζει μερικά αδύνατα σημεία από τα οποία τα σημαντικότερα είναι τα ακόλουθα: Πρώτον, η χρήση της λογιστικής και της πολυμεταβλητής γραμμικής παλινδρόμησης ίσως να μην είναι κατάλληλη, διότι τα περισσότερα γεωκωδικοποιημένα δεδομένα περιέχουν σημαντικά επίπεδα αυτοσυσχέτισης. Δεύτερον, η λογιστική παλινδρόμηση έχει μια επιπρόσθετη επίδραση αυτή του περιορισμού της μεταβλητότητας των εκτιμητών. Παρ' όλα αυτά, οι δυο αυτοί τύποι παλινδρόμησης χρησιμοποιούνται ευρέως στη στατιστική ανάλυση καθώς και στην περιγραφή των επιδράσεων του προβλήματος των μεταβαλλόμενων χωρικών μονάδων.

Ο Amrhein (1994) σε αντίθεση με τους Fotheringham και Wong υποστήριξε ότι οι επιδράσεις του MAUP μπορούν να προβλεφθούν. Στην εργασία του κατασκεύασε τα δεδομένα τα οποία χρησιμοποίησε, με αποτέλεσμα να μπορεί να ελέγξει τόσο τα γεωγραφικά όσο και τα στατιστικά χαρακτηριστικά τους. Ειδικότερα, χρησιμοποίησε ως δείγμα 10.000 παρατηρήσεις, τις οποίες συνένωσε σε τρία διαφορετικά χωρικά επίπεδα.

Στη συνέχεια, σε κάθε επίπεδο ανάλυσης χρησιμοποίησε διαφορετικούς τρόπους διαμέρισης έτσι ώστε να εξετάσει και τις επιδράσεις της ζωνοποίησης. Τα αποτελέσματά του έδειξαν ότι τόσο ο αριθμητικός μέσος όσο και ο σταθμικός μέσος (σταθμισμένος με τον πληθυσμό) δεν είναι ευαίσθητοι (δεν μεταβάλλονται) στη διαδικασία της συνένωσης. Επίσης, τα αποτελέσματα του επιβεβαίωσαν ότι η διακύμανση αλλάζει με το βαθμό της συνένωσης και υποστήριξε ότι οι διακυμάνσεις των διαφορετικών επιπέδων ανάλυσης μπορούν να υπολογιστούν από την αρχική διακύμανση των παρατηρήσεων (χωρικών μονάδων) και από τον αριθμό τους. Επιπλέον, ισχυρίστηκε ότι τα δεδομένα με μεγαλύτερη μεταβλητότητα (διακύμανση) οδηγούν στη δημιουργία ορισμένων καλύτερα επιπέδων συνένωσης σε σχέση με τα ομοιόμορφα κατανομημένα δεδομένα. Τέλος, επιβεβαίωσε ότι η τιμή του συντελεστή συσχέτισης αυξάνεται κατά τη διαδικασία της συνένωσης καθώς και ότι οι εκτιμητές που προκύπτουν από την παλινδρόμηση είναι ευαίσθητοι στις επιδράσεις της κλίμακας και της ζωνοποίησης.

Η εργασία του Amrhein, οδήγησε σε μια πιο αισιόδοξη προσέγγιση του προβλήματος των μεταβαλλόμενων χωρικών μονάδων. Η κριτική όμως της εργασίας του έγκειται στο γεγονός ότι χρησιμοποίησε μόνο δυο τύπους κατανομής, αυτούς της ομοιόμορφης και της κανονικής οι οποίες δεν απαντώνται συχνά στις στατιστικές εφαρμογές. Επίσης, στην πράξη χρησιμοποιείται περισσότερο η πολυμεταβλητή παλινδρόμηση από τη διμεταβλητή. Θα λέγαμε, λοιπόν, ότι τα συμπεράσματα του Amrhein έχουν περιορισμένη εφαρμογή.

Ο Wong στο συγκεκριμένο άρθρο που αναφερόμαστε, παρουσιάζει την πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση χρησιμοποιώντας τα στοιχεία της απογραφής του πληθυσμού του 1990 της Πολιτείας Connecticut των ΗΠΑ για τέσσερα διαφορετικά επίπεδα συνένωσης [βλ. αναλυτικότερα Wong, :σελ. 92-93 (1996)]. Τα αποτελέσματα του έδειξαν ότι οι εκτιμήσεις των παραμέτρων παρουσιάζουν σημαντικές μεταβολές μεταξύ των επιπέδων συνένωσης. Συγκεκριμένα, κάποιες εμφανίζουν μεγάλο εύρος μεταβολής σε σχέση με τις υπόλοιπες εκτιμώμενες τιμές στα τέσσερα γεωγραφικά επίπεδα. Κάποιες παράμετροι ακολουθούν μια τάση αύξησης όσο το επίπεδο συνένωσης προχωράει, αυτό όμως δεν είναι καθολικό, δηλαδή δεν παρατηρείται και στις υπόλοιπες μεταβλητές. Στην πραγματικότητα, η διακύμανση των υπόλοιπων μεταβλητών δεν ακολουθεί καμία τάση σε σχέση με την κλίμακα ανάλυσης. Επίσης, θα πρέπει να επισημάνουμε ότι οι

εκτιμώμενες τιμές κάποιων μεταβλητών εμφανίζονται τόσο με θετικές όσο και με αρνητικές τιμές στα διάφορα επίπεδα συνένωσης. Με άλλα λόγια, η σχέση μεταξύ της εξαρτημένης μεταβλητής και των ανεξάρτητων μεταβλητών αλλάζει με το επίπεδο ανάλυσης. Για παράδειγμα, η αναμενόμενη σχέση των μεταβλητών σε επίπεδο δήμου μπορεί να μην είναι έγκυρη σε επίπεδο οικοδομικού τετραγώνου. Το αποτέλεσμα αυτό είναι ιδιαίτερα ανησυχητικό ιδιαίτερα στις περιπτώσεις όπου η στατιστική ανάλυση χρησιμοποιείται στη διαδικασία λήψης/στήριξης αποφάσεων. Οι εκτιμώμενοι παράμετροι για την ίδια μεταβλητή, στα διάφορα επίπεδα συνένωσης, είναι στατιστικά σημαντικοί αλλά έχουν αντίθετα πρόσημα. Μια άλλη εξίσου σημαντική παρατήρηση είναι ότι δεν παρατηρείται κάποιο επίπεδο συνένωσης στο οποίο όλοι οι εκτιμητές να είναι στατιστικά πιο σημαντικοί.

Συνοψίζοντας, θα λέγαμε ότι οι επιδράσεις του MAUP είναι πέρα από το αν η ανάλυση είναι πολυμεταβλητή ή όχι. Οι επιδράσεις ουσιαστικά υπάρχουν σε κάθε μαθηματικό μοντέλο που χρησιμοποιεί χωρικά δεδομένα τα οποία συναθροίζονται σε διάφορα επίπεδα ανάλυσης.

3.4. Προσεγγίσεις για την Επίλυση του MAUP

Στο πλαίσιο των επιστημών του χώρου έχουν γίνει σημαντικές προσπάθειες να αποτιμηθεί η φύση, η έκταση και η σπουδαιότητα των επιδράσεων του προβλήματος των μεταβαλλόμενων χωρικών μονάδων. Σύμφωνα με τον Fotheringham (1989), υπάρχουν αρκετές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση των επιδράσεων της κλίμακας και της ζωνοποίησης. Σε αυτές περιλαμβάνονται οι εξής:

- η παραγωγή ενός κατάλληλου συστήματος ζωνοποίησης,
- η αναγνώριση βασικών χωρικών ενοτήτων,
- η χρήση της ανάλυσης ευαισθησίας,

- η εγκατάλειψη των παραδοσιακών στατιστικών ανάλυσης και
- η έμφαση μεταξύ των σχέσεων που εντοπίζονται με τις αλλαγές της κλίμακας και της ζωνοποίησης.

Η παραγωγή ενός κατάλληλου/άριστου (optimal) συστήματος ζωνοποίησης ουσιαστικά αποτελεί καθαρά έναν υποκειμενικό τρόπο ορισμού και χειρισμού της υπό εξέταση περιοχής. Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, προκύπτει ότι ένας κατάλληλος τρόπος ορισμού της διαμέρισης, αποτελεί η μεγιστοποίηση της διακύμανσης μεταξύ των χωρικών ενοτήτων και η ελαχιστοποίηση της εντός χωρικών μονάδων.

Η αναγνώριση των βασικών χωρικών ενοτήτων από την άλλη μεριά, αποτελεί έναν πιο ξεκάθαρο τρόπο αντιμετώπισης του MAUP. Αν η ανάλυση εκτελείται με τη χρήση δεδομένων στις βασικές χωρικές μονάδες το MAUP δεν υφίσταται. Ουσιαστικά τα δεδομένα συλλέγονται στο επίπεδο στο οποίο πραγματοποιείται και η ανάλυση με αποτέλεσμα η διαδικασία της συνένωσης να μην έχει λόγο να πραγματοποιηθεί. Ωστόσο, το θέμα είναι να αναγνωριστεί από όλα τα πιθανά επίπεδα, το βασικό επίπεδο το οποίο είναι κατάλληλο για τη μελέτη του συγκεκριμένου προβλήματος καθώς και να υπάρχει η δυνατότητα συλλογής των δεδομένων σ' αυτό.

Ο τρίτος τρόπος αντιμετώπισης του MAUP, προτείνει τη χρήση της ανάλυσης ευαισθησίας για την αναγνώριση του κατάλληλου τρόπου διαμέρισης της υπό μελέτης περιοχής. Ουσιαστικά, στα πλαίσια της μεθόδου αυτής γίνεται έλεγχος σημαντικότητας κάποιων στατιστικών κριτηρίων μεταβάλλοντας τόσο το μέγεθος όσο και το σχήμα των γεωγραφικών μονάδων. Η εφαρμογή της μεθόδου αυτής προϋποθέτει η συλλογή των δεδομένων να γίνεται σε χαμηλό επίπεδο. Επιπλέον, στην πραγματικότητα υπάρχουν άπειροι τρόποι διαμέρισης οι οποίοι πρέπει να ελεγχθούν, για το λόγο αυτό θα πρέπει να χρησιμοποιούνται κάποια κριτήρια καθορισμού της διαδικασίας της συνένωσης.

Η τέταρτη λύση αντιμετώπισης του MAUP είναι περισσότερο θεωρητική, προτείνει την εγκατάλειψη των παραδοσιακών στατιστικών και ευνοεί τους τρόπους αναπαράστασης των πληροφοριών των δεδομένων. Σύμφωνα με τον Fotheringham, η έμφαση θα πρέπει να δίνεται στην απεικόνιση και την οπτικοποίηση των δεδομένων πάρα στην στατιστική τους ανάλυση. Η θεωρητική αυτή προσέγγιση υποστηρίζει ότι

είναι πιθανόν αυτές οι τεχνικές να είναι λιγότερο επιρρεπής στο MAUP [Fotheringham, σελ. 223-224 (1989)].

Την πέμπτη προσέγγιση επίλυσης του MAUP μπορούμε να την περιγράψουμε με την διατύπωση του εξής ερωτήματος: Γνωρίζοντας τις μεταβλητές καθώς και ότι η σχέση τους μεταβάλλεται με την αλλαγή της κλίμακας, μπορούμε να έχουμε πληροφορίες για το βαθμό της αλλαγής; Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι, υπάρχουν κάποιες μεταβλητές και κάποιες σχέσεις που γενικά δείχνουν μια διακύμανση με την αλλαγή της κλίμακας ενώ κάποιες άλλες παραμένουν σταθερές [Fotheringham, σελ. 224 (1989)].

Οι παραπάνω μέθοδοι χρησιμοποιούνται στη συνέχεια μέσω της παράθεσης τριών διαφορετικών προσεγγίσεων, έτσι όπως παρουσιάζονται από τον Wong (1996), που έχουν ως στόχο να προτείνουν τρόπους για την επίλυση του προβλήματος των μεταβαλλόμενων χωρικών μονάδων.

3.4.1. Η Προσέγγιση του Χειρισμού των Δεδομένων

Ένα από τα βασικά θέματα του MAUP είναι ότι με δοσμένη την υπό μελέτη περιοχή, οι χωρικοί σχηματισμοί (χωρικές μονάδες) με τους οποίους αναπαρίστανται τα χωρικά δεδομένα αποτελεί έναν από τους δυνατούς τρόπους διαμέρισης της. Τις περισσότερες φορές, οι λόγοι επιλογής της συγκεκριμένης διαμέρισης δεν είναι ξεκάθαροι. Πολλές εμπειρικές έρευνες υποστηρίζουν ότι η εκάστοτε διαμέριση μπορεί να δικαιολογηθεί και έτσι οι επιδράσεις του MAUP να εκλείψουν. Με αλλά λόγια, θα πρέπει να διερευνώνται όλοι οι πιθανοί τρόποι διαμέρισης και να επιλέγεται ο καταλληλότερος.

Οι Moellering και Tobler (1972) προσέγγισαν το θέμα αυτό από τη στατιστική του πλευρά. Υπέθεσαν ότι τα δεδομένα από το χαμηλότερο επίπεδο ανάλυσης είναι συνάρτηση της επίδρασης των αποτελεσμάτων από τα μεγαλύτερα επίπεδα συνένωσης. Έτσι, η διακύμανση του μικρότερου επιπέδου ανάλυσης μπορεί να αναλυθεί στις επιδράσεις που προέρχονται από τα μεγαλύτερα επίπεδα. Επιπλέον, υποστήριξαν ότι το

επίπεδο συνένωσης με τη μεγαλύτερη διακύμανση είναι το καταλληλότερο για τη χωρική ανάλυσή της υπό εξέταση μεταβλητής. Συγκεκριμένα υπέθεσαν ότι, η X_{ijkl} είναι μια μεταβλητή που αντιστοιχεί στο 1^ο οικοδομικό τετράγωνο, στην k γεωστατιστική ζώνη απογραφής (census track), στο j δήμο και στην i χώρα. Συγκεκριμένα, το μοντέλο που πρότειναν είναι το εξής:

$$X_{ijkl} = mean_X + e_{ijkl} + e_{ijk} + e_{ij} + e_i \quad (1)$$

όπου $mean_X$ ο μέσος όρος της μεταβλητής X_{ijkl} , ο οποίος υπολογίζεται από τον τύπο:

$$mean_X = \frac{\sum_i \sum_j \sum_k \sum_l X_{ijkl}}{n_{ijkl}}$$

όπου n_{ijkl} ο συνολικός αριθμός των οικοδομικών τετραγώνων στην υπό μελέτη περιοχή. Επίσης, όπου e_{ijkl} η επίδραση του $ijkl$ οικοδομικού τετραγώνου, e_{ijk} η επίδραση της ijk γεωστατιστικής ζώνης απογραφής, e_{ij} η επίδραση του ij δήμου και e_i η επίδραση της i χώρας. Υποστήριξαν ότι:

$$SS_{total} = SS_{BG} + SS_{TRT} + SS_{TWN} + SS_{CTY}$$

όπου SS_{total} η διακύμανση γύρω από το μέσο όρο ($mean_X$), SS_{BG} το άθροισμα των τετραγώνων για το επίπεδο οικοδομικού τετραγώνου, SS_{TRT} το άθροισμα των τετραγώνων για το επίπεδο των ζωνών απογραφής, SS_{TWN} το άθροισμα των τετραγώνων για το επίπεδο δήμου και SS_{CTY} το άθροισμα τετραγώνων στο επίπεδο της χώρας. Όπου στο συγκεκριμένο μοντέλο περιλαμβάνονται και οι επιδράσεις. Με άλλα λόγια, το συνολικό άθροισμα τετραγώνων μπορεί να υπολογιστεί συναρτήσει των αθροισμάτων τετράγωνων των διαφόρων επιπέδων ανάλυσης. Δίνοντας τους απαραίτητους βαθμούς ελευθερίας στα αντίστοιχα αθροίσματα τετραγώνων και στους μέσους των τετραγώνων, μπορεί να γίνει στατιστικός έλεγχος της διακύμανσης των διαφόρων επιπέδων ανάλυσης. Οι Mollering και Tobler ισχυρίστηκαν ότι το κατάλληλο επίπεδο ανάλυσης είναι αυτό στο οποίο η διακύμανση είναι στατιστικά πιο σημαντική. Προκειμένου να προσδιορίσουν το κατάλληλο χωρικό επίπεδο, εισήγαγαν το λόγο της κλίμακας της

διακύμανσης (scale-variance), η οποία υπολογίζεται από το άθροισμα των τετραγώνων σταθμισμένο με τους αντίστοιχους βαθμούς ελευθερίας για κάθε επίπεδο συνένωσης.

Ωστόσο, η τεχνική της γεωγραφικής διακύμανσης η οποία προτάθηκε από τους Mollering και Tobler, δεν αποτελεί μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για την αντιμετώπιση του MAUP. Διότι είναι μια τεχνική που αφενός δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε περιπτώσεις πολλών μεταβλητών και αφετέρου, απαιτεί για τη χρήση της να είναι εκ των προτέρων γνωστές οι ιεραρχικές διαμερίσεις του χώρου. Έτσι αποτυγχάνει να δώσει λύση στο θέμα της ζωνοποίησης και στις επιδράσεις συνένωσης. Ωστόσο, το σημαντικότερο πρόβλημά της έγκειται στη θεωρητική διαπίστωση της εξίσωσης (1). Η εξίσωση (1) συνεπάγεται ότι οι τιμές των δεδομένων των λιγότερο συνενωμένων επιπέδων (χωρικών μονάδων), είναι γραμμικός συνδυασμός του μέσου όρου τους και των επιδράσεων από τα μεγαλύτερα επίπεδα συνένωσης. Η αντίληψη αυτή για τις σχέσεις των δεδομένων μεταξύ των διαφόρων επιπέδων συνένωσης δε βασίζεται στη διαδικασία της συνένωσης των χωρικών δεδομένων. Η διακύμανση των δεδομένων στα περισσότερα συνενωμένα επίπεδα πρέπει να μην επιδρά στα λιγότερα συνενωμένα δεδομένα, ενώ η αντίθετη σχέση είναι πιο πιθανόν να ισχύει. Επίσης, ο ισχυρισμός ότι το επίπεδο με τη μεγαλύτερη διακύμανση είναι το κατάλληλο για τη χωρική ανάλυση δεν τεκμηριώνεται πλήρως. Ο προσδιορισμός του καλύτερου ή άριστου επιπέδου ανάλυσης είναι υποκειμενικός και το σύστημα ζωνοποίησης μπορεί να είναι το καταλληλότερο για μια εφαρμογή ενώ για κάποια άλλη όχι. Επίσης, η χωρική αυτοσυσχέτιση δεν υπολογίζεται στην εξίσωση (1).

Μεταξύ των προτεινόμενων μεθόδων για την αντιμετώπιση του MAUP βρίσκεται και η προσέγγιση της άριστης ζωνοποίησης του Openshaw η οποία αμφισβητείται περισσότερο. Εν συντομία, ο Openshaw καθόρισε πώς πρέπει να χωριστούν οι βασικές χωρικές μονάδες για να σχηματιστούν μεγαλύτερες χωρικές ενότητες, αμφισβητώντας ότι αυτή η διαδικασία θα πρέπει να εξαρτάται από την απόδοση/εκτέλεση του μοντέλου που σχετίζεται με τη βαθμονόμηση των χωρικών δεδομένων. Η κατάλληλη/άριστη ζωνοποίηση πρέπει να δίνει τα καλύτερα αποτελέσματα του μοντέλου. Για να επιτευχθεί αυτό πρέπει οι βασικές χωρικές μονάδες να συνενωθούν ώστε να μεγιστοποιήσουν ή να ελαχιστοποιήσουν το οποιοδήποτε κριτήριο χρησιμοποιείται για να αποτίμηση την

απόδοση του μοντέλου. Έτσι η συνένωση των χωρικών μονάδων διευκολύνει το χωρικό μοντέλο αντί να αποτελεί μια προτεραιότητα του συστήματος.

Στο υπόδειγμα του ο Openshaw χρησιμοποίησε μοντέλο χωρικής αλληλεπίδρασης για να αναλύσει τις μετακινήσεις των εργαζομένων μεταξύ γεωγραφικών μονάδων. Τα μοντέλα χωρικής αλληλεξάρτησης, που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση των δεδομένων και η απόδοση τους καθορίστηκε από την καλύτερη στατιστική προσαρμογή (goodness of fit statistic). Όλη η διαδικασία καθορισμού των άριστων χωρικών σχηματισμών μπορεί να θεωρηθεί ως διαδικασία αριστοποίησης του κριτηρίου καλής προσαρμογής των θεωρητικών δεδομένων του μοντέλου στα δεδομένα των παρατηρήσεων.

3.4.2. Η Τεχνική Προσέγγιση

Οι επιδράσεις της κλίμακας και της ζωνοποίησης είναι γνωστές στους γεωγράφους και στους επιστήμονες του χώρου περισσότερο από τέσσερις δεκαετίες. Στη βάση των προσεγγίσεων για την αντιμετώπιση τους, έχουν προταθεί πολλές απλές λύσεις, οι περισσότερες εκ των οποίων δεν έχουν αποδειχθεί και τόσο αποτελεσματικές. Μια από τις πρώτες μεθόδους διατυπώθηκε από τον Robinson (1956), ο οποίος αμφισβήτησε ότι η στάθμιση των χωρικών μονάδων με τον πληθυσμό ή με τον αριθμό των παρατηρήσεων μπορεί να εξαλείψει τις επιδράσεις της συνάθροισης των δεδομένων. Ωστόσο, αυτή η απλή μέθοδος χωρικής στάθμισης ελαττώνει τα λάθη που προκύπτουν από την συνένωση.

Σχεδόν όλοι οι ερευνητές που ασχολούνται με το MAUP προσπάθησαν να αποτιμήσουν τις επιδράσεις του. Μια γενική διαπίστωση των ερευνητών αυτών είναι ότι οι επιδράσεις της κλίμακας και της ζωνοποίησης είναι πραγματικές και σημαντικές. Παρόλα αυτά, υπάρχουν και κάποιες εξαιρέσεις. Ο Green (1994), για παράδειγμα, βασισμένος σε πειράματα προσομοίωσης, ισχυρίστηκε ότι η χωρική συνένωση δεν

παράγει συστηματικές αλλαγές στους εκτιμητές. Συγκεκριμένα, πρότεινε τον ακόλουθο τύπο χωρικής παλινδρόμησης:

$$y_i = a + b(l)x(l)_i + b(r)x(r)_i + \varepsilon_i$$

όπου $x(l)_i$ η ανεξάρτητη μεταβλητή στη χωρική μονάδα i μετρούμενη στην τοπική κλίμακα και $x(r)_i$ η ανεξάρτητη μεταβλητή στη χωρική μονάδα i στην περιφερειακή κλίμακα. Οι παράμετροι $b(l)$ και $b(r)$, είναι οι συντελεστές των δυο ανεξάρτητων μεταβλητών. Ουσιαστικά, $x(r)_i$ είναι η μέση τιμή της ανεξάρτητης μεταβλητής $x(l)$ η οποία υπολογίζεται από τις τιμές των γειτονικών χωρικών μονάδων της i χωρίς όμως να συνυπολογίζεται η τιμή της χωρικής μονάδας i . Συμφωνά με τον Green, το άθροισμα των παραμέτρων των τοπικών και των περιφερειακών μεταβλητών (δηλαδή $b(l) + b(r)$) θα είναι απαλλαγμένο από τις επιδράσεις της κλίμακας.

Η εργασία του Green, όμως, δεν είναι αρκετά εκτεταμένη και λεπτομερής έτσι ώστε να οδηγεί σε αξιόπιστα αποτελέσματα. Και αυτό διότι, δεν είναι σαφές αφενός ο τύπος των μεταβλητών που χρησιμοποιούνται στην παλινδρόμηση και αφετέρου ο τρόπος με τον οποίο οι μεταβλητές συναθροίζονται στις διαφορές κλίμακες.

Μια άλλη προσέγγιση, στην οποία οι επιδράσεις της κλίμακας και της ζωνοποίησης δεν εμφανίζονται να είναι ιδιαίτερα σημαντικές στην πολυμεταβλητή ανάλυση, αποτελεί η εργασία των Amrhein και Flowerdew (1991) για την μετανάστευση κίνηση στον Καναδά. Αρχικά, οι Amrhein και Flowerdew συνένωσαν τις παρατηρήσεις σε μεγάλες χωρικές μονάδες χρησιμοποιώντας διαφορετικούς αλγόριθμους. Στην συνέχεια, εφάρμοσαν την παλινδρόμηση Poisson για να περιγράψουν τη μεταναστευτική κίνηση του πληθυσμού. Το μοντέλο παλινδρόμησης Poisson υποθέτει ότι η μεταναστευτική κίνηση (δηλαδή η διαφορά μεταξύ εσωτερικής και εξωτερικής μετανάστευσης) ακολουθεί την κατανομή Poisson. Ο μέσος όρος της μεταναστευτικής ροής υπολογίζεται ως εκθετική συνάρτηση του αριθμού των μετακινήσεων από και προς τις χωρικές μονάδες, και ο χωρικός διαχωρισμός μετριέται μεταξύ εσωτερικής και εξωτερικής μετανάστευσης. Συγκεκριμένα, η μεταναστευτική κίνηση μεταξύ i και j υπολογίζεται από τον τύπο:

$$\hat{y} = \exp(b_0 + b_1 \ln p_i + b_2 \ln p_j + b_3 \ln d_{ij})$$

Το μοντέλο αυτό μοιάζει πολύ με τα μοντέλα βαρύτητας. Προς μεγάλη έκπληξη, οι τυπικές επιδράσεις του MAUP δεν παρατηρούνται σε αυτή την εργασία. Δηλαδή, στην εφαρμογή του μοντέλου παλινδρόμησης Poisson, δεν εντοπίζονται σημαντικές τάσης όμοιες με αυτές που έχουν παρατεθεί παραπάνω. Οι συγγραφείς επισημαίνουν ότι τα αποτελέσματα αυτά μπορεί να οφείλονται, πρώτον, στο γεγονός ότι τα δεδομένα της μετανάστευσης δεν είναι κατάλληλα για να δείξουν τις επιδράσεις του MAUP και δεύτερον, στο ότι μοντέλο της παλινδρόμησης Poisson δεν είναι ευαίσθητο στις αλλαγές της κλίμακας ή στο ότι οι δυο αυτοί λόγοι δρουν ταυτόχρονα. Τέλος, θα πρέπει να επισημάνουμε ότι για την υιοθέτηση ή την απόρριψη των αποτελεσμάτων αυτών είναι απαραίτητη η περαιτέρω διερεύνηση τους.

Βασιζόμενοι στα παραπάνω αποτελέσματα οι Amrhein και Flowerdew διαφώνησαν στο ότι η επιλογή του κατάλληλου μοντέλου ή τεχνικής συνένωσης των χωρικών δεδομένων αποτελεί κρίσιμη παράμετρο για την εξαγωγή ορθών αποτελεσμάτων. Επίσης, υποστήριζαν ότι η προηγούμενη μελέτη αντιμετωπίζει τις επιδράσεις του MAUP με την επιλογή ακατάλληλης τεχνικής ανάλυσης. Αντίθετα, ο Tobler υποστήριξε ότι η ύπαρξη του MAUP οφείλεται ακριβώς σ' αυτόν τον λόγο (στη χρήση ακατάλληλων τεχνικών). Για τον Tobler, πολλά στατιστικά εργαλεία, όπως ο συντελεστής συσχέτισης και η γραμμική παλινδρόμηση, δεν είναι κατάλληλα για την ανάλυση των χωρικών δεδομένων. Ο ίδιος πρότεινε τη χρήση ενός ανεξαρτήτου πλαισίου χωρικών τεχνικών ανάλυσης. Ο Tobler μεταχειρίστηκε τα προβλήματα της κλίμακας και της ζωνοποίησης ξεχωριστά. Συγκεκριμένα, υποστήριξε ότι το πρόβλημα της ζωνοποίησης, το οποίο είναι και πιο σύνθετο, μπορεί να αντιμετωπιστεί με πολλούς μετασχηματισμούς ή τεχνικές παρεμβολής, περιλαμβανόμενων της rycnophylatic παρεμβολής, στην οποία γίνεται ταυτόχρονα η εξομάλυνση της χωρικής κατανομής και των τιμών των δεδομένων. Χρησιμοποιώντας μεταναστευτικά δεδομένα, περιέγραψε τους βασικούς τύπους του μοντέλου οι οποίοι δε δημιουργούν το MAUP. Όπου M_{ij} η μεταναστευτική ροή μεταξύ i και j . Οι μεταναστευτικές ροές μεταξύ των i και j , και μεταξύ των i και k υπολογίζονται ως εξής:

$$M_{ij} = (R_i + E_j)l_{ij}, \text{ και}$$

$$M_{ik} = (R_i + E_k)l_{ik}$$

Όπου R_i και E_j η πίεση από την χωρική μονάδα i και η δύναμη από την χωρική μονάδα προορισμού j , αντίστοιχα, και l_{ij} η απόσταση μεταξύ των ορίων των χωρικών μονάδων i και j . Στη συνέχεια ισχυρίστηκε ότι εάν οι χωρικές μονάδες j και k συνενωθούν, η συνδυασμένη μεταναστευτική ροή από την i προς την συνενωμένη μονάδα $j+k$ θα είναι η εξής:

$$\begin{aligned} M_{ij} + M_{ik} &= M_{i,j+k} \\ &= R_i(l_{ij} + l_{ik}) + E_j l_{ij} + E_k l_{ik} \end{aligned}$$

Ωστόσο, τα περισσότερα ευρέως χρησιμοποιούμενα στατιστικά εργαλεία δεν είναι σταθερά στην κλίμακα. Ακόμη και αν, μερικές τεχνικές φαίνεται να έχουν σταθερή κλίμακα, χρειάζεται να γίνεται εξονυχιστικός έλεγχος πριν εφαρμοστούν ή θα πρέπει να χρησιμοποιούνται με επιφύλαξη.

3.4.3. Η Προσέγγιση της Μοντελοποίησης των Λαθών

Μια από τις σημαντικότερες διαπιστώσεις των μελετητών του MAUP είναι ότι οι σχέσεις μεταξύ τόσο των μεταβλητών όσο και των χωρικών μονάδων αλλάζουν όταν η ανάλυση προχωράει από τη μια χωρική κλίμακα στην άλλη. Για την επίλυση των προβλημάτων αυτών, ανέπτυξαν τεχνικές βασιζόμενες στη διακύμανση των διαφόρων επιπέδων ανάλυσης, έτσι ώστε να ενσωματώσουν στα μοντέλα τις μεταβολές που προέρχονται από τις αλλαγές της κλίμακας.

Ο Arbia (1989), αναφερόμενος στο ρόλο της χωρικής αυτόσυσχετισης, επισήμανε ότι οι επιδράσεις των εναλλακτικών χωρικών σχηματισμών στα χωρικά δεδομένα είναι ιδιαίτερα σημαντικές. Ο Green (1993) αναγνώρισε ρητός ότι η συνένωση όμορων

χωρικών μονάδων σε μεγαλύτερες χωρικές μονάδες αποτελεί το μηχανισμό δημιουργίας του MAUP. Συγκεκριμένα, ο Green πρότεινε τη χρήση ενός μοντέλου χωρικής παλινδρόμησης στο οποίο ενσωματώνεται σε κάθε παρατήρηση (χωρική μονάδα) ο μέσος όρος των τιμών των γειτονικών χωρικών μονάδων. Θεωρεί, δηλαδή, ότι το μοντέλο θα πρέπει να περιλαμβάνει και τις επιδράσεις της χωρικής αυτόσυσχέτισης (ή περιφερειακές επιδράσεις). Με άλλα λόγια, η εξαρτημένη μεταβλητή θα πρέπει να υπολογίζεται από την τιμή της παρατήρησης (χωρικής μονάδας) και του μέσου όρου των τιμών των γειτονικών παρατηρήσεων. Τέλος, διαφώνησε στο ότι οι εκτιμητές των παραμέτρων των περισσότερων συνενωμένων επιπέδων θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τις τιμές των παρατηρήσεων των λιγότερων συνενωμένων επιπέδων. Ωστόσο, δεν παρουσίασε κάποιο παράδειγμα χωρικής παλινδρόμησης στο οποίο να θεραπεύονται τα «λάθη» από την επίδραση της κλίμακας.

Όπως σημειώθηκε και στην ενότητα 3.2 του παρόντος κεφαλαίου, η σημαντικότερη επίδραση του MAUP, η οποία λαμβάνει χώρα κατά την διαδικασία της συνένωσης, συνίσταται στην αλλαγή του πίνακά διακυμάνσεων-συνδιακυμάνσεων ή του πίνακα των συντελεστών συσχέτισης. Συγκεκριμένα, η δομή της αρχική μήτρας διακυμάνσεων-συνδιακυμάνσεων μεταβάλλεται και το «λάθος» αυξάνει όσο η διαδικασία της συνένωσης προχωράει. Από τη διαδικασία της συνένωσης των παρατηρήσεων, η οποία αναπόφευκτα οδηγεί στην οικολογική πλάνη, μπορούμε να συμπεράνουμε κάποια σημαντικά στοιχεία για τα χαρακτηριστικά και τη συμπεριφορά χωρικών μονάδων. Οι Steel, Holt και Tranmer (1994) προσπάθησαν να μοντελοποιήσουν τα λάθη αυτά έτσι ώστε οι πληροφορίες για κάθε χωρική μονάδα να μπορούν να εκτιμηθούν από τα συναθροισμένα δεδομένα. Στον πυρήνα του μοντέλου τους υπάρχει η υπόθεση ότι η διακύμανση-συνδιακύμανση η οποία μετράτε στο τελευταίο επίπεδο συνένωσης αποτελείται από: τη μήτρα διακυμάνσεων-συνδιακυμάνσεων των αρχικών παρατηρήσεων (χωρικών μονάδων), την απόκλιση της επίδραση της συνένωσης των ομαδοποιημένων μεταβλητών και τα κατάλοιπα της συσχέτισης εντός των ομάδων. Οι Steel, Holt και Tranmer (1994) υποστήριξαν ότι οι παρατηρήσεις με όμοια χαρακτηριστικά είναι πιθανόν να βρίσκονται κοντά στο χώρο. Έτσι, η χωρική συνένωση οδηγεί στη συνένωση όμοιων χωρικών ενότητων.

Με άλλα λόγια, η ανάλυση του μοντέλου διακύμανσης-συνδιακύμανσης περιγράφει με ακρίβεια τις σχέσεις και τα χαρακτηριστικά των χωρικών μονάδων. Η αρχική εκτιμώμενη μήτρα διακυμάνσεων-συνδιακυμάνσεων απορρέει από τη μήτρα διακυμάνσεων συνδιακυμάνσεων μετά τη συνένωση. Ωστόσο, το κατά πόσον η μέθοδος αυτή είναι εφικτή εξαρτάται, πρώτον, από τη δυνατότητα αναγνώρισης των ομάδων και δεύτερον, από την αμερόληπτη εκτίμηση της μήτρας διακυμάνσεων-συνδιακυμάνσεων.

Μέσω των παραπάνω προσεγγίσεων, που έθεσαν το γενικότερο πλαίσιο των προβληματισμών γύρω από το MAUP, προσπαθήσαμε να παρουσιάσουμε τη φύση του και δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στις επιδράσεις της κλίμακας. Συγκεκριμένα, παρουσιάστηκαν εν συντομία κάποιες προτεινόμενες μέθοδοι για την αντιμετώπιση του προβλήματος. Ωστόσο, καμιά από τις μεθόδους ή τα μοντέλα που συζητήθηκαν δεν παρέχουν μια ολοκληρωμένη προσέγγιση αντιμετώπισης του. Παρέχουν όμως, ένα σημαντικό οδηγό για την ανάλυση των χωρικών δεδομένων στις περιπτώσεις καθορισμού της κλίμακας ανάλυσης και του σχηματισμού των χωρικών μονάδων.

Το πρόβλημα των μεταβαλλόμενων χωρικών μονάδων σχετίζεται άμεσα με τις μελέτες ακίνητης περιουσίας εξαιτίας της φύσης των δεδομένων. Οι σημαντικότερες έρευνες για το MAUP αναγνωρίζουν ότι «το εν λόγω πρόβλημα έχει κυρίως επιδράσεις σε κοινωνικοοικονομικές πληροφορίες οι οποίες λόγω των παρατεταμένων περιορισμών εμπιστευτικότητας των στοιχείων τους, οδηγούν στο να μη δίνεται συχνά ηρέπουσα προσοχή στη χρήση τους» [Openshaw και Albanides, σελ. 273 (1999)]. Στις έρευνες ακίνητης περιουσίας, οι περισσότερες πληροφορίες δεν είναι διαθέσιμες σε επίπεδο διεύθυνσης, αντίθετα, τις περισσότερες φορές είναι καταγεγραμμένες σε επίπεδο ταχυδρομικού κωδικού. Από την άλλη μεριά, τα πληθυσμιακά δεδομένα και τα στοιχεία απασχόλησης, που χρησιμοποιούνται συνήθως, είναι διαθέσιμα σε μεγαλύτερα επίπεδα ανάλυσης. Οι συνθήκες αυτές διαμορφώνουν ένα σύνολο δυνατοτήτων και περιορισμών και καταδεικνύουν την αναγκαιότητα της συνένωσης (η οποία, όπως έχουμε είδη αναφέρει στο παρόν κεφάλαιο, αποτελεί το μηχανισμό δημιουργίας του MAUP) των δεδομένων για να είναι εφικτή η πραγματοποίηση των μεθόδων χωρικής ανάλυσης. Γίνεται, λοιπόν, προφανής η συσχέτιση του προβλήματος των μεταβαλλόμενων χωρικών μονάδων με τις έρευνες ακίνητης περιουσίας.

Κεφάλαιο 4

Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών

4.1 Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών στον Τομέα της Ακίνητης Περιουσίας

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Geographic Information Systems - GIS) είναι υπολογιστικά συστήματα σχεδιασμένα για να υποστηρίζουν τη συλλογή, την αποθήκευση, τη διαχείριση, την επεξεργασία, την ανάλυση, τη μοντελοποίηση και την απεικόνιση δεδομένων που αναφέρονται στο χώρο και μεταβάλλονται στο χρόνο. Επομένως, τα GIS παρέχουν ένα σύνολο εργαλείων κατάλληλων για το χειρισμό των γεωγραφικών δεδομένων. Διαχειρίζονται πληροφορίες των χωρικών στοιχείων¹³ που μπορούν να διακριθούν σε χαρτογραφικές και περιγραφικές. Με τον όρο χαρτογραφικές αναφερόμαστε σε πληροφορίες που αφορούν τη θέση και το σχήμα ενός γεωγραφικού δεδομένου και σε πληροφορίες που περιγράφουν την τοπολογία του χώρου, δηλαδή, τις σχέσεις (γειτνίαση, σύνδεση και εμπεριεκτικότητα) που αναπτύσσονται μεταξύ των χωρικών στοιχείων. Από την άλλη μεριά, οι περιγραφικές πληροφορίες αφορούν ποιοτικά ή ποσοτικά χαρακτηριστικά των γεωγραφικών δεδομένων (για παράδειγμα, ο χαρακτηρισμός ενός δρόμου ως κύριο οδικό άξονα είναι μια ποιοτική περιγραφική

¹³ Ο Kao (1968) υπέδειξε τους εξής τύπους χωρικών στοιχείων:

- Στοιχεία Σημείων: Τιμές που παρατηρούνται σε ορισμένα σημεία του χώρου.
- Στοιχεία Γραμμών: Τιμές που παρατηρούνται για την σύνδεση μεταξύ δυο σημείων στο χώρο.
- Στοιχεία Επιφανειών: Τιμές για κάποια γεωγραφική μονάδα σαν σύνολο. [Κουτσόπουλος, σελ. 38 (2002)].

πληροφορία, ενώ η κίνηση ενός δρόμου είναι μια ποσοτική περιγραφική πληροφορία). Οι πληροφορίες αυτές καταχωρούνται σε βάσεις δεδομένων, οι οποίες επιτρέπουν τη δημιουργία καινούριων γεωγραφικών οντοτήτων (μέσω των βασικών εντολών χωρικής ανάλυσης: buffer, dissolve, clip, erase, union, intersect, identity και frequency), τη σύνδεση με εξωτερικές βάσεις δεδομένων, την ενημέρωση/επεξεργασία των δεδομένων κ.α. Επιπλέον, τα GIS παρέχουν τη δυνατότητα σύνδεσης τους με άλλα λογισμικά ανάλυσης, δηλαδή με στατιστικά και οικονομετρικά πακέτα (π.χ S-Plus και Gauss).

Όπως διαπιστώθηκε προηγουμένως, από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα των GIS είναι ότι επιτρέπουν τη χρήση πολλαπλών τύπων πληροφοριών και τη διαχείριση μεγάλου όγκου τους. Αυτό επιτρέπει στον αναλυτή να παρατηρεί τις τάσεις και τις χωρικές κατανομές των δεδομένων. Με άλλα λόγια, τα GIS διευκολύνουν την εξέταση κάθε σχέσης που αναπτύσσεται στο γεωγραφικό χώρο. Επιπλέον, τα λογισμικά των GIS είναι κατάλληλα για τη συνάθροιση/συνένωση των δεδομένων και την παραγωγή νέων μεταβλητών, διαδικασίες οι οποίες είναι απαραίτητες στις έρευνες ακίνητης περιουσίας.

Από τα παραπάνω γίνεται σαφές ότι τα GIS, μπορούν να καλύψουν ένα ευρύ φάσμα των αναγκών του τομέα της ακίνητης περιουσίας. Ειδικότερα, μπορούν να αποτελέσουν ένα σημαντικό εργαλείο για τους εμπλεκόμενους (εκτιμητές, μεσίτες, developers και επενδυτές) με τον κλάδο της ακίνητης περιουσίας.

Αναλυτικότερα, όσον αφορά τους εκτιμητές, τα GIS θα μπορούσαν να βελτιώσουν την εκτίμηση με δυο τρόπους. Πρώτον, επειδή τα GIS συνδέουν ουσιαστικά χαρτογραφικές πληροφορίες με τις βάσεις δεδομένων, μπορούν να παρέχουν τη δυνατότητα συγκρότησης μιας βάσης ακίνητων/ιδιοκτησιών από την οποία μπορούν να προσδιορίζουν ποιες ιδιοκτησίες είναι συγκρίσιμες σχετικά με τη θέση τους. Δεύτερον, όταν γίνεται η χρήση στατιστικών ή οικονομετρικών μοντέλων, τα GIS μπορούν να βοηθήσουν τους εκτιμητές να προσδιορίσουν πώς η θέση του ακινήτου επηρεάζει την αξία και να εκτιμήσουν την επιπρόσθετη αξία που συνδέεται με την εγγύτητα τους σε πάρκα, σταθμούς μέσων μαζικής μεταφοράς κτλ. Επίσης, να εντοπίσουν την επιρροή αρνητικών χαρακτηριστικών (εξωτερικοτήτων) της περιοχής στην διαμόρφωση της τελικής αξίας.

Οι μεσίτες ακίνητης περιουσίας από την άλλη μεριά, μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα GIS για να συνδέσουν τα χαρακτηριστικά των ακινήτων (τιμή πώλησης ή εκμίσθωσης, τετραγωνικά μέτρα, όροφο, έτος κατασκευής κτλ) με τη γεωγραφική τους θέση έτσι ώστε να μπορούν να αντιληφθούν άμεσα οι ενδιαφερόμενοι τα χαρακτηριστικά της περιοχής καθώς και να έχουν άμεση πληροφόρηση για όλα τα διαθέσιμα ακίνητα στην περιοχή ενδιαφέροντος τους. Επιπλέον, έχουν τη δυνατότητα να παρέχουν γρήγορη και εύκολη επιλογή γεωγραφικών δεδομένων (ακινήτων/ιδιοκτησιών) βάσει κάποιων ιδιοτήτων τους με τη βοήθεια λογικών ερωτημάτων (queries) (για παράδειγμα, εύρεση των ακινήτων που έχουν εμβαδόν μεγαλύτερο από 150 τ.μ. και βρίσκονται στον τέταρτο όροφο).

Περνώντας στους developers, οι οποίοι ενδιαφέρονται για την αξιοποίηση των ακινήτων και τις προοπτικές ανάπτυξης μιας περιοχής, θα λέγαμε ότι εκτός των παραπάνω, μπορούν να ενσωματώσουν στη βάση δεδομένων πληροφορίες που αφορούν το ρυθμό αύξησης του πληθυσμού και της απασχόλησης. Επιπροσθέτως, μπορούν με βάση τις αξίες των ακινήτων να προσδιορίσουν περιοχές που χαρακτηρίζονται ως αναπτυσσόμενες, αναπτυγμένες κτλ.

Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας προκύπτει ότι έχουν πραγματοποιηθεί μια σειρά από σημαντικές μελέτες για τη χρησιμότητα των GIS στα πλαίσια του τομέα ακίνητης περιουσίας. Ενδεικτικά αναφέρουμε κάποιες μελέτες που έχουν γίνει προς την κατεύθυνση αυτή. Η πρώτη είναι των Rodriguez, Sirmans και Marks (1995), οι οποίοι διερεύνησαν τις αλλαγές στην εκτιμώμενη τιμή του ακινήτου που προέρχονται από το διαφορετικό τρόπο υπολογισμού της μεταβλητής της απόστασης στα μοντέλα ηδονικών τιμών. Τα μοντέλα παλινδρόμησης που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση των ακινήτων περιλαμβάνουν μεταβλητές που αφορούν τόσο τα τεχνικά χαρακτηριστικά του ακινήτου όσο και τα φυσικά και κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά της περιοχής στην οποία βρίσκεται το ακίνητο. Μια μεταβλητή η οποία χρησιμοποιείτε συνήθως, και έχει ως στόχο να ενσωματώσει στην τιμή του ακινήτου τον ρόλο της θέσης του στο χώρο, είναι η απόσταση από το κέντρο της πόλης (central business district-CBD). Η τιμή του ακινήτου είναι πιθανόν να εξαρτάται από την εγγύτητα του με το κέντρο της πόλης, και αυτό διότι η απόσταση συνδέεται άμεσα με το κόστος μετακίνησης. Υπάρχει δηλαδή, μια αντίστροφη σχέση μεταξύ της αξίας του ακινήτου και της απόστασης (ή του χρόνου

μετακίνησης) από το CBD. Οι Rodrigued κ.ά. αναφέρουν ότι σε προηγούμενες μελέτες που έχουν γίνει, ο υπολογισμός της απόστασης γίνεται με τον υπολογισμό της ευκλείδειας απόστασης μεταξύ των δυο σημείων (δηλαδή της θέση του ακινήτου και του κέντρου της πόλης). Στην μελέτη τους, πρότειναν την ανάπτυξη ενός αλγορίθμου ο οποίος θα υπολογίζει την απόσταση της κοντινότερης διαδρομής από το ένα σημείο στο άλλο με βάση το οδικό δίκτυο. Ουσιαστικά χρησιμοποίησαν τα GIS για να δημιουργήσουν/υπολογίσουν τη νέα μεταβλητή της απόστασης. Στην συνέχεια, εκτίμησαν την τιμή του ακινήτου χρησιμοποιώντας τους δυο διαφορετικούς τρόπους υπολογισμού της απόστασης. Τα αποτελέσματα τους έδειξαν ότι προκύπτουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις εκτιμήσεις της αξίας του ακινήτου.

Οι Heywood, Oliver και Tomlinson (1995)¹⁴, παρουσίασαν τη συμβολή των GIS στην επιλογή του καταλληλότερου ακινήτου για εκμίσθωση ή αγορά μέσω της πολυκριτηριακής ανάλυσης. Πρόκειται ουσιαστικά για μια διαδικασία λήψης/στήριξης αποφάσεων με πρωτεύον εργαλείο τα GIS. Συγκεκριμένα, η ανάλυση τους ξεκινάει με την επιλογή των κριτηρίων (ανώτατο κόστος, εγγύτητα από το σχολείο, απόσταση από τους κεντρικούς δρόμους και τα μέσα μαζικής μεταφοράς, αστικές περιοχές), μέσω της διαδικασίας αυτής λαμβάνονται υπόψη τα σημαντικότερα κριτήρια που καθορίζουν την επιλογή των ενδιαφερόμενων. Στην συνέχεια, με τη βοήθεια ορισμένων από τις χωρικές διαδικασίες (διαδικασία επιλογής, δημιουργία ζωνών επιρροής, επικάλυψης πολύγωνων κτλ.) δημιουργούνται οι κατάλληλες περιοχές με βάση το κάθε κριτήριο (δηλαδή, ένα επίπεδο-layer- για κάθε κριτήριο), στη συνέχεια τα εν λόγω κριτήρια σταθμίζονται και βαθμολογούνται έτσι ώστε να ταξινομούνται με βάση τη σημαντικότητά τους και τέλος συνθέτονται (επικάλυψη επίπεδων) για τη δημιουργία ενός τελικού χάρτη με τα προτεινόμενα ακίνητα.

Μια άλλη μελέτη είναι αυτή των Can και Megbolugbe (1997), οι οποίοι για να διερευνήσουν τη διαδικασία προσδιορισμού της τιμής των σπιτιών στο Μαϊάμι, κατασκεύασαν με τη χρήση των GIS τρεις εναλλακτικούς χωρικούς σταθμισμένους μέσους τιμών με βάση τις τιμές γειτονικών πραγματοποιημένων αγοροπωλησιών.

¹⁴ Για την περιγραφή της εν λόγω μελέτης βασιστήκαμε στην παρουσίαση των Heywood, Cornelius, και Carver, η οποία παρατίθεται στο βιβλίο «An Introduction to Geographical Information Systems».

Χρησιμοποιώντας τις συναλλασσόμενες τιμές του 1990, κατασκεύασαν τις εξής χωρικές μεταβλητές:

$$LAG_D_3 = \sum_j [(1/d_{ij}) / \sum_j 1/d_{ij}] P_j, d_{ij} \leq 3km$$

$$LAG_D2_3 = \sum_j [(1/d_{ij}^2) / \sum_j 1/d_{ij}^2] P_j, d_{ij} \leq 3km$$

$$LAG_NGH = \sum_j [(1/d_{ij}) / \sum_j 1/d_{ij}] P_j, j = 1,2,3$$

όπου d_{ij} η απόσταση μεταξύ του ακινήτου και του γειτονικού ακινήτου j , P_j η τιμή πώλησης η οποία πραγματοποιήθηκε σε διάστημα εντός των έξι τελευταίων μηνών από την πραγματοποιηθείσα πώληση του ακινήτου που μελετήσουν κάθε φορά. Με την πρώτη εξίσωση υποθέτουν ότι τα ακίνητα που βρίσκονται σε απόσταση τριών χιλιομέτρων επιδρούν στη διαμόρφωση της τιμής του υπό εξέταση ακινήτου. Η δεύτερη εξίσωση, από την άλλη μεριά, δίνει μεγαλύτερη βάρος στις επιδράσεις των γειτονικών ακινήτων εξαιτίας της χρήσης του αντιστρόφου τετραγώνου της απόστασης. Ενώ, στην τρίτη εξίσωση για τον υπολογισμό της τιμής του ακινήτου λαμβάνονται υπόψη οι τιμές των αγοροπωλησιών των τριών κοντινότερων ακινήτων. Χρησιμοποιώντας τις παραπάνω χωρικές μεταβλητές προσπάθησαν να εξετάσουν τις επιδράσεις στην τιμή ενός ακινήτου από τις τιμές πώλησης των γειτονικών του ακινήτων.

Θα μπορούσαν να παρατεθούν και άλλες ανάλογες μελέτες, οι οποίες ωστόσο δεν θα άλλαζαν την βασική εικόνα. Το κοινό χαρακτηριστικό τέτοιων εμπειρικών μελετών, όπως διαπιστώθηκε από το μικρό δείγμα που παρουσιάστηκε εδώ, είναι η ανάδειξη του σημαντικού ρόλου των GIS. Μέσα από τη διαφορετική μεθοδολογία έρευνας που ακολουθούν, λόγω των διαφορετικών προβλημάτων που εξετάζουν, κάνουν σαφή τη σπουδαιότητα και τη σημαντική συμβολή των GIS στην ανάπτυξη εφαρμογών που αφορούν τον ευρύτερο τομέα της ακίνητης περιουσίας. Συνοψίζοντας, τα GIS επιτρέπουν τη δυναμική σύνδεση του χαρτογραφικού υποβάθρου με τη βάση δεδομένων. Επιτρέπουν την εφαρμογή των τεχνικών της χωρικής στατιστικής και παρέχουν στο χρήστη τη δυνατότητα μιας ολοκληρωμένης ανάλυσης μέσω των τεχνικών δυνατοτήτων που εμπεριέχονται σε αυτό. Τέλος, κρίνεται απαραίτητο στο σημείο αυτό να αναφέρουμε ότι για τον σχεδιασμό της εφαρμογής χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό MapInfo Professional, στο οποίο αναπτύχθηκε κώδικας σε γλώσσα προγραμματισμού Map Basic.

Κεφάλαιο 5

Δεδομένα

5.1. Ιδιαιτερότητες των Χωρικών Δεδομένων

Τα χωρικά δεδομένα αποτελούν μια ειδική κατηγορία δεδομένων, διότι κατανέμονται στο χώρο, μεταβάλλονται στο χρόνο και προσδιορίζονται από τις γεωγραφικές τους συντεταγμένες. Με άλλα λόγια, πρόκειται για πληροφορίες που βρίσκονται στο χώρο και συνδέονται με την πραγματική τους θέση σ' αυτόν. Η ιδιαιτερότητα των χωρικών δεδομένων είναι ότι η θέση, δηλαδή η χωρική αναφορά τους, αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι του ορισμού τους. Η χωρική αναφορά προσδίδει στα στατιστικά δεδομένα δυο εντελώς ξεχωριστές ιδιότητες, η πρώτη βασίζεται στο θεμελιώδη «νόμο» της Γεωγραφίας του Tobler, ότι όλα τα αντικείμενα στο χώρο έχουν σχέση μεταξύ τους, αλλά στα κοντινά η σχέση αυτή είναι εντονότερη και η δεύτερη στον τρόπο με τον οποίο υποδιαιρείται, ή καλύτερα αναπαραστάται ο χώρος [Καραγάνης, σελ. 67 (1999)].

Στη βάση των παραπάνω θα μπορούσαμε να πούμε ότι η διαφορά των χωρικών δεδομένων από τα μη χωρικά δεδομένα έγκειται ουσιαστικά στα χαρακτηριστικά των πρώτων. Στα χαρακτηριστικά αυτά έχουμε ήδη αναφερθεί στο δεύτερο και τρίτο κεφάλαιο. Πρόκειται, λοιπόν, για τις χωρικές επιδράσεις και συγκεκριμένα για τη χωρική αυτόσυσχετιση και τη χωρική ετερογένεια. Η χωρική αυτόσυσχετιση συνεπάγεται ότι όλα τα δεδομένα μιας περιοχής έχουν σχέση μεταξύ τους, η οποία βγαίνει μέσα από τις συντεταγμένες τους, ενώ η χωρική ετερογένεια αναφέρεται στη δομή του χώρου και συγκεκριμένα στο μέγεθος και το σχήμα των υπό εξέταση γεωγραφικών μονάδων. Ο πρώτος τύπος των χωρικών επιδράσεων μπορεί να αντιμετωπιστεί με τη χρήση των

κατάλληλων διαδικασιών ανάλυσης, ο δεύτερος, όμως, δεν έχει αναλυτική λύση [Anselin και Getis, σελ. 23 (1992)].

Γίνεται, λοιπόν, φανερό ότι τα χωρικά δεδομένα περιέχουν και τα δυο είδη των εν λόγω προβλημάτων. Τα προβλήματα αυτά οφείλονται κυρίως στην αυθαίρετη διαμέριση του χώρου. Αναλυτικότερα, η χωρική εξάρτηση αναφέρεται στη σχέση των τιμών των δεδομένων με τις συντεταγμένες τους. Υπάρχει, δηλαδή, κάποια τάση στο χώρο η οποία μετριέται με τη χωρική αυτόσυσχετιση. Όσο μικρότερες είναι οι χωρικές μονάδες τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα οι γειτονικές χωρικές μονάδες να εμφανίζουν χωρική εξάρτηση [Anselin και Getis, σελ. 24 (1992)]. Η χωρική ετερόγενεια από την άλλη μεριά, οφείλεται στην έλλειψη χωρικής ομοιομορφίας στις επιδράσεις της χωρικής εξάρτησης και/ή στις σχέσεις των μεταβλητών στην υπό μελέτη περιοχή [Anselin και Getis, σελ. 24 (1992)]. Η δομή της εξάρτησης δεν είναι συνεπής επί του γεωγραφικού χώρου λόγω της έλλειψης της ομοιογένειας. Έτσι λοιπόν η χωρική ετερόγενεια μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελεί ειδική περίπτωση της χωρικής εξάρτησης [Anselin και Getis, σελ. 24 (1992)].

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι απαιτείται ιδιαίτερος χειρισμός των εν λόγω δεδομένων, εξαιτίας της χωρικής τους διάστασης, η οποία έχει σημαντικές επιδράσεις τόσο στη χρήση των στατιστικών μεθόδων ανάλυσης όσο και στην ερμηνεία των στατιστικών αποτελεσμάτων.

5.2. Περιγραφή Δεδομένων και Μεταβλητών

Η στατιστική ανάλυση των μεταβλητών που θα ληφθούν υπόψη στο μοντέλο προϋποθέτει την ύπαρξη μιας ολοκληρωμένης βάσης δεδομένων¹⁵. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν είναι ψηφιοποιημένα σε διανυσματική μορφή του λογισμικού

¹⁵ Η βάση δεδομένων διατέθηκε από την Πειραιώς Real Estate.

MapInfo Professional ¹⁶ και περιλαμβάνουν τρία θεματικά επίπεδα (layers). Στον Πινάκα 5.1 παρουσιάζονται αναλυτικά οι γεωγραφικές και οι περιγραφικές πληροφορίες που περιέχονται σε κάθε θεματικό επίπεδο.

Πίνακας 5.1. Γεωγραφικές και Περιγραφικές Πληροφορίες των Θεματικών Επίπεδων

Layer	Γεωγραφική Πληροφορία	Περιγραφική Πληροφορία
Dhmoi	Πολύγωνα που αντιστοιχούν στους δήμους της Αττικής	• pref_id • prefecture
A_tk	Πολύγωνα που αντιστοιχούν στους ταχυδρομικούς κωδικούς της Αττικής	• TK
REstate	Σημεία που αντιστοιχούν στα 4.734 ακίνητα* του δείγματος	• id • zip • type • tetragonika • orofos • etos_kataskevis • etos_ektimisis** • axia

* Τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν αφορούν ακίνητα που χαρακτηρίζονται ως κατοικίες.

** Τα ακίνητα που περιέχει η βάση δεδομένων αναφέρονται στην περίοδο εκτίμησης 2001-2007.

Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν τελικά, καθώς και η επεξεργασία των δεδομένων για την οριστικοποίηση των μεταβλητών του υποδείγματος περιγράφεται στον Πίνακα 5.2.

¹⁶ Η περαιτέρω ανάλυση και επεξεργασία των δεδομένων έγινε με τη χρήση του ίδιου λογισμικού πακέτου.

Πίνακας 5.2. Περιγραφή και Ορισμός των Μεταβλητών

Μεταβλητές / Συμβολισμός		Περιγραφή	Ορισμός
Ποσοτικές	y	Αξία ακινήτου (τρέχουσα τιμή) ανά τετραγωνικό μέτρο	$y = \text{axia} / \text{tetragonika}$
	x_2	Μέγεθος (εμβαδόν) ακινήτου σε τετραγωνικά μέτρα	$x_2 = \text{tetragonika}$
	t	Το οικονομικό περιβάλλον, το οποίο εκφράζεται από τον παράγοντα χρόνο	$t = 2007 - \text{etos_ektimisis}$
	x_1	Παλαιότητα της κατασκευής	$x_1 = 2007 - \text{etos_kataskevis}$
Ποιοτικές	f_0	Το ακίνητο βρίσκεται στο ισόγειο	$f_0 = 1$ (σωστό), 0 (λάθος)
	f_1	Το ακίνητο βρίσκεται στον πρώτο όροφο	$f_1 = 1$ (σωστό), 0 (λάθος)
	f_2	Το ακίνητο βρίσκεται στο δεύτερο όροφο	$f_2 = 1$ (σωστό), 0 (λάθος)
	f_3	Το ακίνητο βρίσκεται στον τρίτο όροφο	$f_3 = 1$ (σωστό), 0 (λάθος)
	f_4	Το ακίνητο βρίσκεται στον τέταρτο όροφο	$f_4 = 1$ (σωστό), 0 (λάθος)
	f_{5p}	Το ακίνητο βρίσκεται στον πέμπτο ή σε μεγαλύτερο όροφο	$f_{5p} = 1$ (σωστό), 0 (λάθος)
	re_{02}	Το ακίνητο είναι διαμέρισμα	$re_{02} = 1$ (σωστό), 0 (λάθος)
	re_{10}	Το ακίνητο είναι μονοκατοικία	$re_{10} = 1$ (σωστό), 0 (λάθος)
	re_{11}	Το ακίνητο είναι μεζονέτα	$re_{11} = 1$ (σωστό), 0 (λάθος)

Όπως γίνεται φανερό από την επισκόπηση του Πίνακα 5.2, ο όροφος και το είδος του ακινήτου περιγράφεται με τη χρήση της τεχνικής των ψευδομεταβλητών. Ειδικότερα, κατασκευάστηκαν έξι ψευδομεταβλητές για την περιγραφή του ορόφου και τρεις για το

είδος του ακινήτου. Οι οποίες φυσικά στο υπόδειγμα δεν χρησιμοποιούνται όλες ταυτόχρονα λόγω του προβλήματος της πολυσυγγραμμικότητας.

5.3. Προβλήματα που Απαντώνται στη Χρήση των Χωρικών Δεδομένων

Ο σημαντικότερος παράγοντας για την επίτευξη, τις δυνατότητες και τα αποτελέσματα μιας οποιασδήποτε διαδικασίας χωρικής ανάλυσης είναι τα στοιχεία. Ένα από τα βασικότερα προβλήματα που σχετίζεται με τα χωρικά δεδομένα είναι η έλλειψη διαθέσιμων στοιχείων. Ένα άλλο κεντρικό ζήτημα, αποτελεί ο τρόπος συλλογής και ειδικότερα η χωρική αναφορά, δηλαδή το επίπεδο στο οποίο πραγματοποιείτε η συγκέντρωση των γεωγραφικών δεδομένων. Διότι, στενά συνδεδεμένα με τη γεωγραφική διαμεριση είναι τα προβλήματα που αναλύθηκαν στην ενότητα 5.1. Επιπροσθέτως, η κάλυψη των στοιχείων δεν είναι ομοιόμορφη σε όλη την περιοχή μελέτης. Σε κάποιες περιπτώσεις το πρόβλημα αυτό μπορεί να αντιμετωπισθεί με τη χρήση μεθόδων χωρικής παρεμβολής. Τέλος, μια άλλη βασική συνιστώσα για την περαιτέρω επεξεργασία και ανάλυση τους είναι η ποιότητα τους. Τα χωρικά δεδομένα συχνά λείπουν ή δεν είναι πλήρη ή υπάρχουν λάθη που οφείλονται στη διαδικασία της συλλογής ή/και της καταχώρησης τους με αποτέλεσμα να υπάρχουν κενά στις βάσεις δεδομένων.

Κεφάλαιο 6

Μεθοδολογία

6.1. Η Μέθοδος της Ανάλυσης Συστάδων

Σύμφωνα με τους Everitt, Landau και Leese (2001), η ανάλυση σε συστάδες (cluster analysis) αναφέρεται σε εκείνη τη διαδικασία η οποία έχει ως στόχο να αναζητήσει και να αναδείξει ομάδες στα υπό μελέτη δεδομένα. Αποτελεί λοιπόν μια μέθοδο που έχει ως σκοπό να διαχωρίσει το σύνολο των παρατηρήσεων σε φυσικές ομάδες έτσι ώστε τα μέλη κάθε ομάδας να είναι όσο το δυνατό όμοια μεταξύ τους, ενώ τα μέλη διαφορετικών ομάδων να διαφέρουν όσο γίνεται περισσότερο. Η κατάταξη των παρατηρήσεων σε ομάδες γίνεται με τη χρήση της πληροφορίας που υπάρχει σε κάποιες μεταβλητές. Με άλλα λόγια, η ανάλυση σε συστάδες εξετάζει πόσο όμοιες είναι υπό μελέτη παρατηρήσεις ως προς μια ή και περισσότερες μεταβλητές με σκοπό να δημιουργήσει ομάδες από παρατηρήσεις που μοιάζουν μεταξύ τους

Βασικές έννοιες στην ανάλυση συστάδων είναι η απόσταση και η ομοιότητα. Οι δυο αυτές έννοιες είναι ουσιαστικά αντίθετες, διότι οι παρατηρήσεις που είναι όμοιες θα έχουν μεγάλη ομοιότητα και μικρή απόσταση. Η μέτρηση της απόστασης (ή της ομοιότητας) είναι ουσιαστικής σημασίας διότι οι παρατηρήσεις ομαδοποιούνται με βάση αυτή. Σκοπός της απόστασης είναι να μετρήσει πόσο απέχουν δυο παρατηρήσεις ή να ποσοτικοποίηση αν μοιάζουν ή όχι. Για τη μέτρηση της απόστασης έχουν προταθεί διάφορα μέτρα, η χρήση των οποίων εξαρτάται από το είδος των δεδομένων. Σύμφωνα με τον Καρλή (2005), στην περίπτωση των συνεχών δεδομένων τα μέτρα που χρησιμοποιούνται είναι τα εξής: η ευκλείδεια απόσταση, η απόσταση City-block

(Manhatan), η απόσταση Minkowski, η απόσταση Chebychev καθώς επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν μετρά συσχέτισης όπως ο συντελεστής συσχέτισης του Pearson.

Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας προκύπτει ότι υπάρχουν αρκετές διαφορετικές προσεγγίσεις για το πώς μπορούμε να ομαδοποιήσουμε τις παρατηρήσεις μας (minimum spanning tree, clustering of large applications – CLARA, ανάλυση σε ομάδες με τη χρήση πιθανοθεωρητικού μοντέλου κ.α). Ο πιο συνηθισμένος τρόπος σχηματισμού των ομάδων είναι η ιεραρχική ανάλυση (hierarchical analysis) στο πλαίσιο της οποίας έχουν αναπτυχθεί δυο μέθοδοι, η συσσωρευτική μέθοδος (agglomerative method) και η επιμεριστική μέθοδος (divise method). Στη συσσωρευτική ανάλυση, οι ομάδες σχηματίζονται με την ομαδοποίηση των παρατηρήσεων σε όλο και μεγαλύτερες ομάδες, έως ότου όλες οι παρατηρήσεις γίνουν μέλη μιας και μόνο ομάδας. Από την άλλη μεριά, η επιμεριστική ανάλυση αρχίζει με όλες τις παρατηρήσεις ομαδοποιημένες σε μια ομάδα και τις επιμερίζει μέχρις ότου γίνουν τόσες ομάδες όσες και οι παρατηρήσεις.

Ένα κρίσιμο σημείο για τον αλγόριθμό που χρησιμοποιείται στην ιεραρχική ανάλυση είναι ο υπολογισμός της απόστασης της ομάδας που φτιάχνεται (είτε από συγχώνευση άλλων ομάδων είτε από συγχώνευση παρατηρήσεων). Υπάρχουν πολλά κριτήρια που καθορίζουν ποιες παρατηρήσεις ή ομάδες πρέπει να συνδυαστούν σε κάθε στάδιο, και διαφέρουν στον τρόπο με τον οποίο εκτιμούν τις αποστάσεις μεταξύ των ομάδων στα διαδοχικά στάδια. Ανάλογα με το κριτήριο που χρησιμοποιούμε μπορούμε να καταλήξουμε σε διαφορετικές κάθε φορά ομαδοποιήσεις. Όλα τα κριτήρια στηρίζονται σε πίνακα αποστάσεων μεταξύ ζευγών παρατηρήσεων. Στη συνέχεια ακολουθεί η παρουσίαση των κριτηρίων που χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση μας¹⁷.

Κριτήριο εγγύτερου γείτονα (single linkage ή nearest neighbour). Από τον πίνακα των αποστάσεων επιλέγεται η μικρότερη απόσταση¹⁸ και δημιουργείται η πρώτη ομάδα από τις παρατηρήσεις που αντιστοιχούν σε αυτή. Στη συνέχεια υπολογίζεται η απόσταση

¹⁷ Για την περιγραφή των βημάτων που ακολουθείται σε κάθε κριτήριο, βασιστήκαμε στην παρουσίαση τους από τους Everitt, Landau και Leese [σελ. 57-60 (2001)].

¹⁸ Στην περίπτωση δυο ή περισσότερων ίδιων αποστάσεων η διαδικασία συνένωσης των παρατηρήσεων ξεκινάει τυχαία.

ανάμεσα στα μέλη της ομάδας και στις υπόλοιπες παρατηρήσεις και επιλέγεται η μικρότερη απόσταση. Επόμενο στάδιο αποτελεί η δημιουργία του νέου πίνακα αποστάσεων και ακολουθείται ξανά η ίδια διαδικασία έως ότου όλες οι παρατηρήσεις ενωθούν σε μια ομάδα.

Κριτήριο του μακρινότερου γείτονα (*furthest neighbour ή complete linkage*). Τα στάδια του κριτηρίου αυτού είναι τα ίδια με αυτά του εγγύτερου γείτονα, με τη διαφορά ότι η επιλέγεται η μεγαλύτερη απόσταση μεταξύ των παρατηρήσεων.

Κριτήριο μέσου δεσμού (*average linkage*). Στο πλαίσιο του κριτηρίου αυτού η απόσταση μεταξύ δύο ομάδων ορίζεται ως η μέση τιμή των αποστάσεων μεταξύ όλων των ζευγών των παρατηρήσεων, όπου ένα μέλος ζεύγους προέρχεται από καθεμιά από τις ομάδες.

Κριτήριο κέντρου βάρους (*centroid linkage*). Για την εφαρμογή του κριτηρίου αυτού απαιτείτε η χρήση των αρχικών τιμών των μεταβλητών των παρατηρήσεων που ομαδοποιούνται. Αρχικά, υπολογίζεται ο πίνακας των αποστάσεων με τη χρήση της ευκλείδειας απόστασης. Στη συνέχεια, επιλέγεται η μικρότερη τιμή και οι παρατηρήσεις που αντιστοιχούν σε αυτή συνενώνονται. Για την κατασκευή του νέου πίνακα αποστάσεων, στον υπολογισμό της ευκλείδειας απόστασης της νέας ομάδας, χρησιμοποιείται η μέση τιμή των τιμών των παρατηρήσεων γι' αυτό και απαιτείται η χρήση του αρχικού πίνακα των τιμών των μεταβλητών. Η διαδικασία συνεχίζεται έως ότου προκύψει μια ομάδα.

Μια άλλη προσέγγιση ομαδοποίησης είναι η K-Means. Η μέθοδος αυτή θεωρεί τον αριθμό των ομάδων που θα προκύψουν γνωστό εκ των προτέρων. Κάτι το οποίο αποτελεί ουσιαστικά και ένα σημαντικό περιορισμό της. Συγκεκριμένα, η εν λόγω μέθοδος χρησιμοποιεί την έννοια του κέντρου της ομάδας (*centroid*) και στη συνέχεια κατατάσσει τις παρατηρήσεις ανάλογα με την απόσταση τους από τα κέντρα όλων των ομάδων [Καρλής, σελ. 270 (2005)]. Με τη χρήση ενός επαναληπτικού αλγόριθμου μοιράζονται οι παρατηρήσεις στις ομάδες ανάλογα με το ποία ομάδα είναι πιο κοντά στην παρατήρηση.

Πέρα των δυο μεθόδων ομαδοποίησης (ιεραρχική και k-means) που παρουσιάστηκαν παραπάνω, αν και είναι οι πιο διαδεδομένες, αποτελούν ένα μικρός

μέρος από αυτές που έχουν προταθεί στη βιβλιογραφία. Στην κατάστρωση του αλγορίθμου που χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό των φυσικών γειτονιών, βασιστήκαμε στην ιεραρχική ανάλυση και συγκεκριμένα στη συσσωρευτική μέθοδο.

Τέλος, το πρόβλημα της ομαδοποίησης στην περίπτωση των χωρικών ενοτήτων είναι αυτό το οποίο απαντάται στη βιβλιογραφία ως ομαδοποίηση με περιορισμούς (cluster with constraints) [Everitt, Landau και Leese σελ. 161-164 (2001); Simbahan και Dobermann, σελ. 505 (2006)] κατά τη διεξαγωγή της οποίας λαμβάνεται υπόψη η γειτνίαση των χωρικών παρατηρήσεων. Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας ο βασικός στόχος της χρήσης της ανάλυσης συστάδων είναι ο προσδιορισμός μίας αποδεκτής διαμέρισης των παρατηρήσεων (προσδιορισμός φυσικών γειτονιών) της υπό μελέτη περιοχής μέσω της κατάστρωσης του καταλλήλου αλγορίθμου. Χωρικά αυτό σημαίνει ότι δύο όμοιες παρατηρήσεις (ακίνητα) θα βρίσκονται σε γειτονικά σημεία, ενώ δύο ανόμοιες σε απομακρυσμένα σημεία.

6.2. Υπολογισμός των Ήδονικών Τιμών

Η ήδονική προσέγγιση θεωρεί πως κάθε αγαθό αποτελείται από ένα πακέτο αδιαίρετων χαρακτηριστικών. Με αλλά λόγια, το κάθε αγαθό συντίθενται από ένα σύνολο συστατικών τα οποία διαμορφώνουν την τελική του αξία. Αν γνωρίζουμε αυτά τα επί μέρους χαρακτηριστικά μπορούμε να υπολογίσουμε την τελική τιμή του αγαθού. Οικονομετρικά, η τελική αξία του προϊόντος υπολογίζεται από την ανάλυση παλινδρόμησης¹⁹ της τιμής του και των χαρακτηριστικών του [Rosen, σελ. 34 (1974)].

¹⁹ Γενικά, η ανάλυση παλινδρόμησης έχει ως στόχο να προσδιορίσει τη σχέση αίτιου - αιτιατού, δηλαδή ποιες μεταβλητές και σε ποιο βαθμό επιδρούν στη διαμόρφωση της τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής. Όσον αφορά τα ακίνητα, η εξαρτημένη μεταβλητή είναι η τιμή πώλησης ή εκμίσθωσης του ακινήτου (και γενικότερα της ιδιοκτησίας), ενώ οι ανεξάρτητες μεταβλητές μπορεί να είναι κοινωνικοοικονομικά και δημογραφικά χαρακτηριστικά της περιοχής όπου βρίσκεται το ακίνητο (για παράδειγμα, το εισόδημα των κατοίκων), φυσικά χαρακτηριστικά της περιοχής (πάρκα, μετρό κ.α)

Συνεπώς, η εκτίμηση της ηδονικής συνάρτησης παρέχει μια μεθοδολογία για τον καθορισμό της τελικής αξίας του αγαθού από τις τιμές των συστατικών στοιχείων του.

Στην περίπτωση των ακινήτων, η προσέγγιση ηδονικών τιμών θεωρεί πως τα ακίνητα, ενώ είναι συνολικά ετερογενή, συντίθενται από σύνολα (περισσότερο ή λιγότερο) ομογενών χαρακτηριστικών και, ενώ το συνολικό πακέτο των χαρακτηριστικών, δηλαδή το ακίνητο, δεν έχει κοινή τιμή, τα συστατικά του μέρη έχουν (π.χ. το τετραγωνικό ανά περιοχή στοιχίζει το ίδιο, η ύπαρξη αποθήκης το ίδιο κλπ). Η προσέγγιση των ηδονικών τιμών είναι η μεθοδολογία για την ανάλυση της δομής των τιμών των συστατικών στοιχείων των ακινήτων (εκτίμηση της συνάρτησης ηδονικής τιμής). Η ανάλυση της ζήτησης μπορεί τότε να προχωρήσει χρησιμοποιώντας αυτές τις τιμές, εκτιμώντας ένα σύστημα ζήτησης στο οποίο τα χαρακτηριστικά αντιμετωπίζονται ως αγαθά. Αυτό υπονοεί την υπόθεση πως στην αγορά είναι διαθέσιμη μια γκάμα ολοκληρωμένων πακέτων-ακινήτων, με τρόπο ώστε οι καταναλωτές να μπορούν να επιλέξουν οποιοδήποτε πακέτο χαρακτηριστικών επιθυμούν, περιοριζόμενοι μόνο από τα εισοδήματά τους και την τιμή του πακέτου στο οποίο καταλήγουν. Δηλαδή οποιοδήποτε ακίνητο περιγράφεται από τις ιδιότητες ή τα χαρακτηριστικά της δομής του, τον περίγυρό του, την τοποθεσία και τις επικρατούσες οικονομικές συνθήκες (π.χ. επιτόκια). Η περιληπτική αποτύπωσή των χαρακτηριστικών τους είναι ένα σύνολο τιμών, δηλαδή ένας κατάλογος διαφορετικών ποσοτήτων του κάθε χαρακτηριστικού του ακινήτου. Η προσέγγιση των ηδονικών τιμών θεωρεί πως:

- Πρώτον, κάθε καταναλωτής μπορεί να απολαύσει ένα διαφορετικό χαρακτηριστικό, υπό την έννοια ότι κάθε καταναλωτής μπορεί να απολαύσει μια ποσότητα του χαρακτηριστικού που έχει ενσωματωθεί σε ένα συγκεκριμένο πακέτο – ακίνητο.
- Δεύτερον, κάθε καταναλωτής μπορεί να πληρώσει ένα διαφορετικό ποσό για το χαρακτηριστικό, έτσι ώστε να μπορεί να υπάρξει ένα εύρος τιμών το οποίο, γενικά, εξαρτάται από την ποσότητα του χαρακτηριστικού.

και τεχνικά-κατασκευαστικά χαρακτηριστικά της ιδιοκτησίας (όπως το έτος κατασκευής και η ποιότητα της κατασκευής).

Το πρόβλημα για την εμπειρική ανάλυση είναι το αντίστροφο της αναλυτικής έρευνας. Έτσι, αντί να γίνονται υποθέσεις για τις συναρτησιακές μορφές των υποκείμενων συμπεριφορικών συναρτήσεων χρησιμότητας και κόστους και από αυτές να προκύπτει η συνάρτηση της ηδονικής τιμής ακολουθείται αντίστροφη διαδικασία. Από τα δεδομένα της πραγματικής αγοράς εξειδικεύονται συναρτήσεις ηδονικών τιμών (σύμφωνα με τα προηγούμενα απεικονίζουν τα σημεία στα οποία ισορροπεί η αγορά) από τις οποίες ανακτώνται οι συναρτήσεις ζήτησης [Καραγάνης, σελ. 8 (2009)].

Όπως αναφέρει ο Καραγάνης [σελ. 11 (2009)], η οικονομετρική εξειδίκευση της ηδονικής συνάρτησης βασίζεται στον Blomquist (1989), ο οποίος εξετάζει τις γενικές ιδιότητες που εμφανίζουν οι μορφές ζήτησης οι οποίες εξάγονται από μια αυστηρά οιοονεί κυρτή παραγωγίσιμη συνάρτηση χρησιμότητας η οποία υπόκειται σε ένα μη γραμμικό εισοδηματικό περιορισμό. Ο Blomquist υποθέτει πως η συνάρτηση τιμών των ακινήτων είναι γνησίως μονότονη ως προς τα χαρακτηριστικά των ακινήτων, είναι παραγωγίσιμη και είναι τέτοια που να υπάρχει μια μοναδική παραγωγίσιμη λύση στο πρόβλημα αριστοποίησης που αντιμετωπίζει το νοικοκυριό. Αυτό αν ισχύει η συνάρτηση τιμών είναι κυρτή.

Στο σημείο αυτό πρέπει να τονισθεί πως στη βιβλιογραφία των ηδονικών τιμών δεν προτείνονται συγκεκριμένες συναρτησιακές μορφές ή μεταβλητές. Ακόμα δεν προτείνονται συγκεκριμένοι τρόποι καθορισμού των υποαγορών. Γενικώς, θεωρείται ικανοποιητική η υιοθέτηση ημιλογαριθμικών συναρτησιακών μορφών με εξαρτημένη μεταβλητή την τρέχουσα τιμή ανά τετραγωνικό και ανεξάρτητες μεταβλητές που απεικονίζουν ιδιότητες του ακινήτου ή της γειτονιάς του. Όσον αφορά δε την τμηματοποίηση της αγοράς ακινήτων χρησιμοποιούνται ταξινομήσεις ανάλογα με τον τρόπο κτήσης του δείγματος.

Για την κατασκευή του υποδείγματος χρησιμοποιήθηκε διακριτή εξειδίκευση ημιλογαριθμικής μορφής:

$$g(\ln y_i) = f(x_{1i}, x_{2i}, \dots) + \varepsilon_i,$$

όπου $g(\cdot)$ ένας μετασχηματισμός του νεπέριου λογαρίθμου της εξαρτημένης μεταβλητής και $f(\cdot)$ πολυμεταβλητή πολωνυμική συνάρτηση των ανεξάρτητων μεταβλητών του Πίνακα 5.2. Σύμφωνα με τον Καραγάνη [σελ. 12 (2009)] η πολωνυμική εξειδίκευση

εξασφαλίζει την απεικόνιση της καμπυλότητας που παρουσιάζουν οι τιμές των ακινήτων σύμφωνα με τη θεωρία.

Συγκεκριμένα, για τις ανάγκες της παρούσας εφαρμογής υπολογίστηκαν οι ηδονικές τιμές για το δείγμα των 4.734 ακινήτων που βρίσκονται διασκορπισμένα στο Λεκανοπέδιο. Για την εκτίμηση της ηδονικής τιμής των ακινήτων χρησιμοποιήθηκαν οι ερμηνευτικές μεταβλητές του Πίνακα 5.2. Η συναρτησιακή μορφή της ηδονικής τιμής των ακινήτων της Αθήνας, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παλινδρόμησης, δίνεται από τον ακόλουθο τύπο:

$$y = 7,9767 - 0,1366t + 0,0092t^2 - 0,0150x_1 + 0,0002x_1^2 - 0,0006x_2 + 1,7626e - 008x_2^2 - 0,0004f_0x_2 + 0,0597f_{5p} - 0,0466re_{02}f_1 - 0,0050re_{02}x_1 + 0,0052re_{11}x_1 \quad (2)$$

όπου y είναι η ηδονική τιμή του ακινήτου λογαριθμικά εκφρασμένη.

Η πρώτη μεταβλητή είναι η ερμηνευόμενη μεταβλητή για την αξία του ακινήτου (ανά τετραγωνικό μέτρο), οι επόμενες είναι οι ερμηνευτικές μεταβλητές που αναφέρονται στο οικονομικό περιβάλλον, στην παλαιότητα, στο μέγεθος του ακινήτου, στον όροφο, στο αν το ακίνητο είναι διαμέρισμα σε σχέση με τον όροφο που βρίσκεται και οι δυο τελευταίες μεταβλητές περιγράφουν το είδος του ακινήτου σε σχέση με την παλαιότητα.

Η εξίσωση (2) δείχνει ότι ο ηδονικός δείκτης τιμής του ακινήτου εκφράζεται στην εφαρμογή μας ως πακέτο έντεκα χαρακτηριστικών. Τα πρόσημα των μεταβλητών t^2 , x_1^2 , x_2^2 , f_{5p} και $re_{11}x_1$ είναι θετικά. Αυτό σημαίνει ότι οι προαναφερθείσες μεταβλητές έχουν θετική επίδραση στη διαμόρφωση της τιμής ενός ακινήτου. Αντίθετα, τα πρόσημα των μεταβλητών t , x_1 , x_2 , f_0x_2 , $re_{02}f_1$ και $re_{02}x_1$ είναι αρνητικά. Ουσιαστικά αυτό ισοδυναμεί με τη διατύπωση πως οι εν λόγω μεταβλητές επιδρούν αρνητικά στη διαμόρφωση της τελικής αξίας του ακινήτου. Τα πρόσημα των μεταβλητών είναι αναμενόμενα και για το λόγο αυτό γίνονται δεκτά τα αποτελέσματα της παλινδρόμησης. Αναλυτικότερα, τα αποτελέσματα της παλινδρόμησης παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.1.

Πινάκας 6.1. Αποτελέσματα Παλινδρόμησης της Τιμής των Ακινήτων και των Χαρακτηριστικών τους

Εξαρτημένη Μεταβλητή: LOG(Y)
Μέθοδος: Ελάχιστα Τετράγωνα
Αριθμός Παρατηρήσεων: 4734

Μεταβλητές	Συντελεστές	Τυπικό Σφάλμα	t-Statistic	Πιθανότητα
Σταθερά (c)	7.976658	0.022653	352.1247	0.0000
t	-0.136588	0.013465	-10.14393	0.0000
t^2	0.009153	0.001812	5.051281	0.0000
x_1	-0.015004	0.001442	-10.40463	0.0000
x_1^2	0.000195	2.18E-05	8.955891	0.0000
x_2	-0.000612	6.43E-05	-9.518624	0.0000
x_2^2	1.76E-08	3.57E-09	4.930900	0.0000
f_0x_2	-0.000429	0.000122	-3.510742	0.0005
f_{5p}	0.059736	0.017753	3.364887	0.0008
$re_{02}f_1$	-0.046568	0.012637	-3.685068	0.0002
$re_{02}x_1$	-0.005011	0.000947	-5.292906	0.0000
$re_{11}x_1$	0.005195	0.001610	3.226827	0.0013
R-squared	0.304923	Μέσος Όρος Εξαρτημένης Μεταβλητής		7.359245
Adjusted R-squared	0.303303	Τυπικό Σφάλμα Εξαρτημένης Μεταβλητής		0.434988
Τυπικό Σφάλμα Παλινδρόμησης	0.363077	Πληροφορ. Κριτήριο Akaike		0.814128
Αθροισμα Τετραγώνων Καταλοίπων	622.4772	Κριτήριο Schwarz		0.830510
Log likelihood	-1915.041	F-statistic		188.3171
Durbin-Watson stat	0.595229	Πιθανότητα (F-statistic)		0.000000

Πηγή: Αποτελέσματα ανάλυσης

Οι τιμές των ακινήτων δεν είναι άμεσα συγκρίσιμες, εξαιτίας των διαφορετικών κατασκευαστικών και τεχνικών χαρακτηριστικών τους. Για παράδειγμα, δεν είναι δυνατή η σύγκριση των τιμών δυο ακινήτων που το ένα βρίσκεται στο ισόγειο και το άλλο στον τέταρτο όροφο ή η σύγκριση όταν το ένα ακίνητο είναι νεόδμητο και το άλλο παλαιάς κατασκευής. Συγκεκριμένα, υπάρχουν διαφορές ως προς:

- το είδος του ακινήτου (διαμέρισμα, μονοκατοικία, μεζονέτα),
- το έτος εκτίμησης (οι πιο πρόσφατες εκτίμησης αντιπροσωπεύουν καλύτερα τα χαρακτηριστικά του οικονομικού περιβάλλοντος),
- το μέγεθος (το οποίο ουσιαστικά συνδέεται με την εμπορευσιμότητα),
- τον όροφο και
- το έτος κατασκευής (την παλαιότητα).

Γίνεται λοιπόν αντιληπτό ότι για να γίνουν ομαδοποιήσεις των ακινήτων στη βάση δεδομένων θα έπρεπε να υπήρχαν ακίνητα που να θεωρούνται όμοια σε σχέση με τα προαναφερόμενα χαρακτηριστικά. Για το λόγο αυτό επιλέχθηκε να χρησιμοποιήσουμε για την ομαδοποίηση των ακινήτων (δηλαδή για τη δημιουργία των φυσικών γειτονιών) τις τιμές των καταλοίπων²⁰.

Επιπλέον, θεωρούμε ότι τα κατάλοιπα εκφράζουν τις επιδράσεις του παράγοντα χώρου. Ουσιαστικά αυτό αποτελεί και τον καθοριστικότερο παράγοντα για την επιλογή της χρήσης των καταλοίπων διότι θα μπορούσαμε να δημιουργήσουμε από τη βάση δεδομένων υπό ομάδες ακινήτων με όμοια χαρακτηριστικά. Έτσι όμως δεν θα λαμβάναμε υπόψη τον παράγοντα χώρο και τις επιδράσεις του στη δημιουργία των φυσικών γειτονιών και επιπλέον δεν θα μελετούσαμε ολόκληρη την αγορά ακινήτων αλλά υποαγορές της.

Από τη φύση τους τα κατάλοιπα εκφράζουν το περιβάλλον και συγκεκριμένα τις επιδράσεις του στη διαμόρφωση των τιμών του φαινομένου το οποίο εξετάζουμε. Είναι γνωστό ότι δεν μπορούμε να συμπεριλάβουμε όλες τις μεταβλητές είτε γιατί δεν έχουμε μέτρηση για αυτές είτε επειδή δεν τις γνωρίζουμε. Επιπροσθέτως, υπάρχουν αστάθμητοι προσωπικοί λόγοι επιλογής της συγκεκριμένης περιοχής με αποτέλεσμα την υψηλή ζητητή που συνεπάγεται αύξηση των τιμών. Επομένως, οι αποκλίσεις από την ακριβή σχέση, μπορεί να θεωρηθεί πως οφείλονται στις επιδράσεις των μεταβλητών που δεν περιλαμβάνονται στο μοντέλο.

²⁰Για λόγους σύγκρισης των τελικών αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν και οι εκτιμώμενες τιμές που προέκυψαν από την παλινδρόμηση.

Με βάση την παραπάνω διαπίστωση γίνεται αντιληπτό ότι τα κατάλοιπα εκφράζουν κυρίως τις επιδράσεις των μεταβλητών που δεν υπολογίστηκαν στο μοντέλο, σε αυτές κυρίως συμπεριλαμβάνονται τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος μιας και τα τεχνικά-κατασκευαστικά χαρακτηριστικά έχουν συμπεριληφθεί στην εκτίμηση του δείκτη των ηδονικών τιμών. Ως περιβάλλον στην περίπτωση των ακινήτων θεωρούνται τα φυσικά χαρακτηριστικά της περιοχής. Μεταβλητές, δηλαδή, που εκφράζουν την επιρροή των θετικών και αρνητικών εξωτερικοτήτων της περιοχής στη διαμόρφωση της τελικής τους αξίας. Όπως έχουμε ήδη αναφέρει στο πρώτο κεφάλαιο στις θετικές επιδράσεις συμπεριλαμβάνονται για παράδειγμα, η εγγύτητα στους σταθμούς των μέσων μαζικής μεταφοράς και η ύπαρξη χώρων πρασίνου ενώ στις αρνητικές επιδράσεις η εγγύτητα σε δρόμους ταχείας κυκλοφορίας και η υψηλή πυκνότητα δόμησης.

Τέλος, θα πρέπει να διευκρινιστεί ότι η εκτίμηση της εξίσωσης των ηδονικών τιμών υπολογίστηκε στο οικονομετρικό λογισμικό EViews και στη συνέχεια οι τιμές των καταλοίπων μεταφέρθηκαν στη βάση δεδομένων του MapInfo.

6.3. Περιγραφή Αλγορίθμου

Ο αλγόριθμος που κατασκευάστηκε περιγράφει τη διαδικασία με την οποία ομαδοποιούμε πολύγωνα νομοποι βάσει της τιμής που έχει το σημείο ελέγχου του πολύγωνου (τιμή που χαρακτηρίζει το πολύγωνο). Οι αριθμοί που χρησιμοποιήθηκαν είναι τιμές των κατάλοιπων και οι εκτιμώμενες τιμές της αξίας των ακινήτων που προέκυψαν από τον υπολογισμό των ηδονικών τιμών στα ακίνητα που βρίσκονται στην υπό μελέτη περιοχή. Ειδικότερα, τα βήματα που καθορίστηκαν για την κατάστρωση του αλγορίθμου είναι τα εξής:

- **Βήμα 1.** Κατασκευή της μήτρας γειννίας με βάση την επιλογή Πρώτου Βαθμού (βλ. Κεφ. 2). Συγκεκριμένα, ως γειτονικά πολύγωνα θεωρούνται εκείνα που έχουν κοινή πλευρά ή κορυφή.

- **Βήμα 2.** Για κάθε πολύγωνο νομοποι δημιουργία μιας ζώνης επιρροής (buffer zone) ακτίνας ενός χιλιομέτρου, επιλογή των πολύγωνων που βρίσκονται σε αυτή και υπολογισμός της μέσης τιμής της υπό εξέταση μεταβλητής, η οποία αντικαθιστά την αρχική τιμή του πολύγωνου. Η δημιουργία των ζωνών επιρροής έχει ως στόχο την απομάκρυνση του θορύβου από τα δεδομένα. Πέραν όμως της απομάκρυνσης του θορύβου, σύμφωνα με την προσέγγιση του Green (βλ. Κεφ. 3, υποενότητα 3.4.3) η ενσωμάτωση σε κάθε παρατήρηση (πολύγωνο νομοποι) του μέσου όρου των τιμών των γειτονικών πολυγώνων νομοποι οδηγεί στο να συμπεριληφθούν οι επιδράσεις της χωρικής αυτόσυσχέτισης (ή περιφερειακές επιδράσεις όπως αναφέρει ο Green). Με άλλα λόγια, η διαδικασία αυτή αποτελεί ταυτόχρονα μια μέθοδο για την αντιμετώπιση των επιδράσεων του προβλήματος των μεταβαλλόμενων χωρικών μονάδων στα αποτελέσματα της εφαρμογής.
- **Βήμα 3.** Υπολογισμός του πίνακα αποστάσεων με τη χρήση της ευκλείδειας απόστασης.
- **Βήμα 4.** Συνένωση πολυγώνων με βάση την ιεραρχική ομαδοποίηση. Στο πλαίσιο της ιεραρχικής μεθόδου χρησιμοποιήθηκαν και τα τέσσερα κριτήρια ομαδοποίησης που αναλύθηκαν στην ενότητα 6.1. έτσι ώστε να γίνουν συγκρίσεις των τελικών αποτελεσμάτων.
- **Βήμα 5.** Καθορισμός του πλήθους των ομάδων. Η επιλογή του πλήθους των ομάδων γίνεται με δοκιμές. Επιλέγεται εκείνο το πλήθος ομάδων είτε με κάποια στατιστικά κριτήρια (σαν αυτά που έχουν προταθεί από τους Moellering και Tobler, βλ. Κεφ. 3 υποενότητα 3.4.1) είτε ακόμα και αυθαίρετα.
- **Βήμα 6.** Παρουσίαση των τελικών ομάδων.

Κεφάλαιο 7

Μελέτη Περίπτωσης

7.1. Παρουσίαση και Ανάλυση Αποτελεσμάτων

7.1.1. Εφαρμογή στις Πολιτείες των ΗΠΑ

Αρχικά, ο αλγόριθμος που κατασκευάστηκε, επιλέχθηκε να εφαρμοστεί σε πραγματικά δεδομένα που αναφέρονται στις 50 Πολιτείες των ΗΠΑ. Για την εν λόγω εφαρμογή βασιστήκαμε στην παρουσίαση των Ο' Sullivan και Unwin η οποία παρατίθεται στο βιβλίο τους «Geographic Information Analysis». Τα δεδομένα που χρησιμοποίησαν προέκυψαν από τις απαντήσεις 38 φοιτητών οι οποίοι καλέστηκαν να βαθμολογήσουν τις 50 Πολιτείες ως προς αν τους αρέσει να ζήσουν σ' αυτές, σε μια κλίμακα από 0 έως 100.

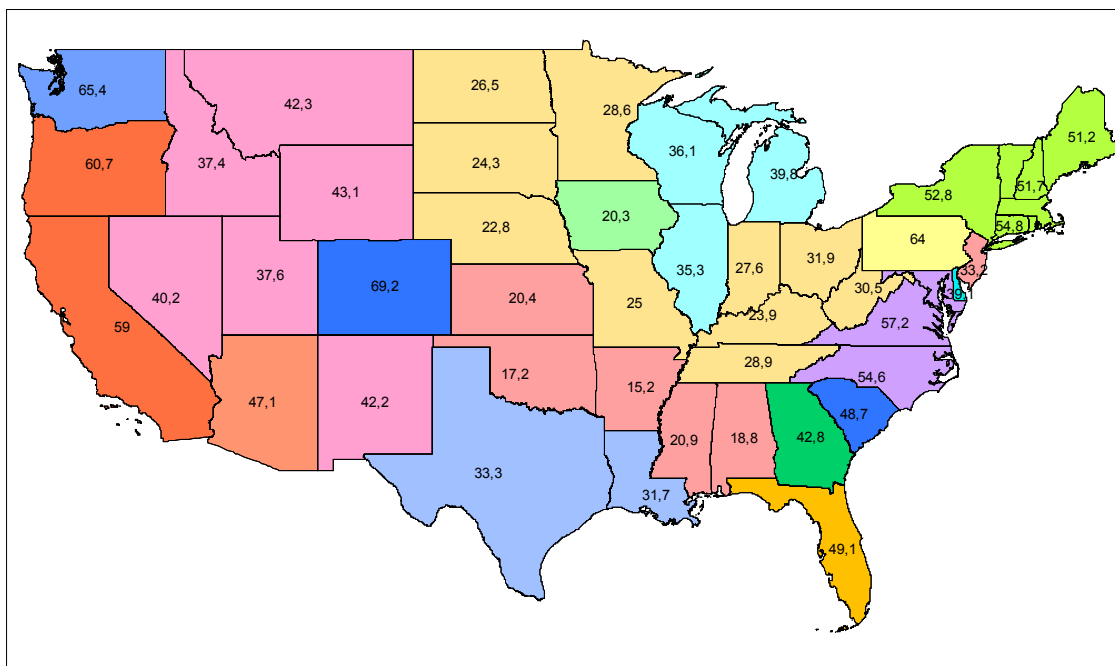
Η συγκεκριμένη εφαρμογή έγινε για να ελεγχθεί η λειτουργία των σταδίων του κώδικα που αναπτύχθηκε και να γίνει η διόρθωση-αντιμετώπιση πιθανών σφαλμάτων του, εξαιτίας του ότι ο όγκος των παρατηρήσεων είναι μικρός και επιτρέπει την εν λόγω διαδικασία σ' αυτά. Αναλυτικότερα, εξετάστηκε η κατασκευή της μήτρας γειτνίασης, τα στάδια των μεθόδων υπολογισμού της απόστασης των παρατηρήσεων/ομάδων και τέλος έγινε έλεγχος των τελικών αποτελεσμάτων.

Ο καθορισμός του πλήθους των τελικών συστάδων έγινε με βάση τη διαφορά των αποστάσεων των ομάδων μεταξύ των σταδίων που απαιτούνται μέχρι την τελική συνένωση των παρατηρήσεων σε μια ομάδα. Συγκεκριμένα, επιλέχθηκε η συνένωση των παρατηρήσεων να σταματήσει στο σχηματισμό των είκοσι συστάδων, αριθμός στον

οποίο οι παρατηρήσεις (ομάδες) είναι αρκετά μακριά η μια από την άλλη και άρα η περαιτέρω ομαδοποίηση δεν θα είχε λογική.

Περνώντας τώρα στα αποτελέσματα των κριτηρίων ομαδοποίησης, παρατηρούνται ταυτόσημα αποτελέσματα για τα κριτήρια του μακρινότερου γείτονα, του μέσου δεσμού και του κέντρου βάρους ενώ το κριτήριο του εγγύτερου γείτονα δίνει διαφορετικό τελικό αποτέλεσμα (Εικόνες 7.1 και 7.2 αντίστοιχα). Θα μπορούσαμε να πούμε ότι οι ταυτόσημες λύσεις είναι μάλλον μια ένδειξη ότι υπάρχει η κατάλληλη δομή στα δεδομένα μας, δηλαδή ότι υπάρχουν ομοιογενείς ομάδες. Για την επιλογή της βέλτιστης λύσης (δηλαδή, ποια εκ των δυο διαφορετικών ομαδοποιήσεων που προκύπτουν είναι προτιμότερη) θα πρέπει να υπολογιστεί η διακύμανση εντός και μεταξύ των ομάδων και να επιλεγεί η ομαδοποίηση στην οποία η τιμή της είναι η μικρότερη.

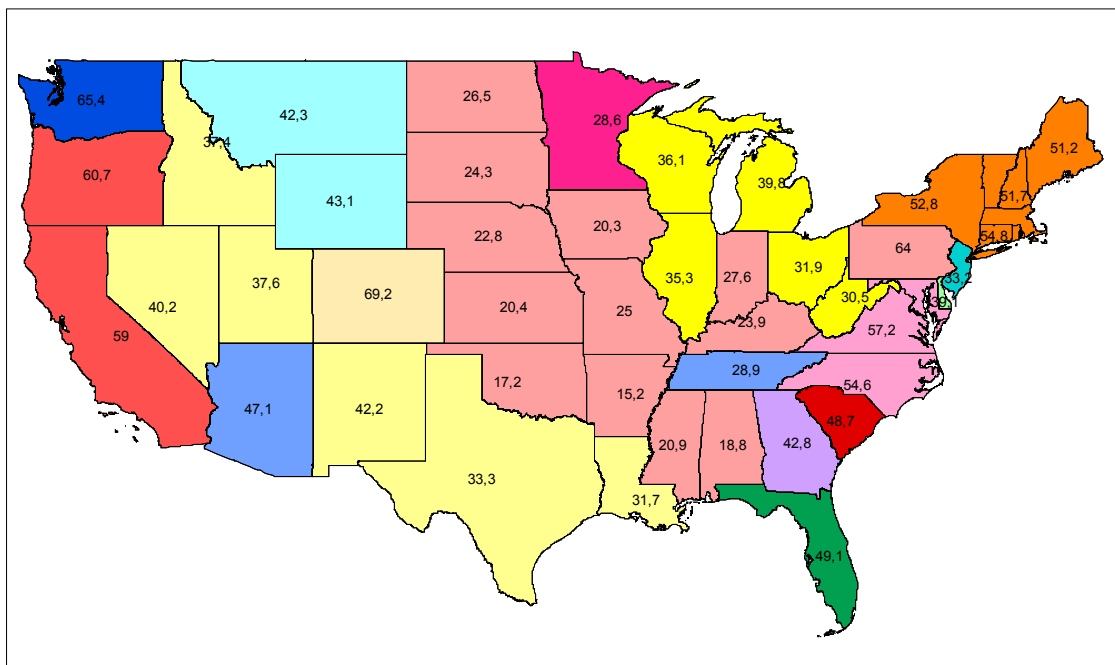
Εικόνα 7.1. Αποτελέσματα Ιεραρχικής Ανάλυσης για την Κατασκευή 20 Ομάδων με τη Χρήση των Μεθόδων Μακρινότερου Γείτονα, Μέσου Δεσμού και Κέντρου Βάρους



* Οι Πολιτείες της Αλάσκας και της Χαβάης δεν απεικονίζονται στην εικόνα και αποτελούν δυο ξεχωριστές ομάδες διότι δε γειτνιάζουν με καμία άλλη Πολιτεία.

Πηγή: Αποτελέσματα ανάλυσης

Εικόνα 7.2. Αποτελέσματα Ιεραρχικής Ανάλυσης για την Κατασκευή 20 Ομάδων με τη Χρήση της Μεθόδου του Εγγύτερου Γείτονα



*Οι Πολιτείες της Αλάσκας και της Χαβάης δεν απεικονίζονται στην εικόνα και αποτελούν δυο ξεχωριστές ομάδες διότι δε γειτνιάζουν με καμία άλλη Πολιτεία.

Πηγή: Αποτελέσματα ανάλυσης

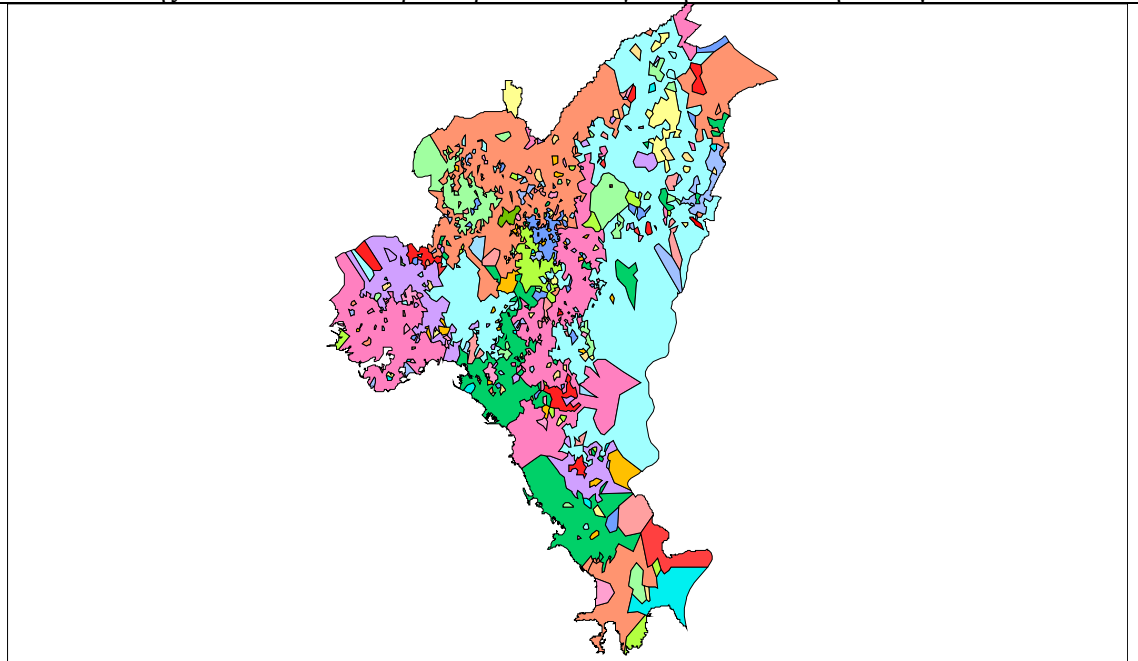
Από τα παραπάνω προκύπτει ότι ο αλγόριθμος πέρα της ορθότητας των σταδίων του δουλεύει και ικανοποιητικά. Αναλυτικότερα, στη συγκεκριμένη εφαρμογή οι ομάδες που δημιουργήθηκαν έχουν προκύψει από τη συνένωση όμοιων χωρικών παρατηρήσεων (Πολιτειών), αυτό βέβαια οφείλεται τόσο στη μορφή όσο και στο μικρό πλήθος των δεδομένων. Στην επόμενη ενότητα, αναγάγουμε τον αλγόριθμο που σχεδιάστηκε στα δεδομένα της αγοράς ακινήτων που έχουμε στη διάθεση μας για το Λεκανοπέδιο Αθηνών. Η εφαρμογή του αλγορίθμου όμως μπορεί να μη δώσει τόσο ικανοποιητικά αποτελέσματα διότι η φύση των δεδομένων είναι τελείως διαφορετική και ο αριθμός τους πολύ μεγαλύτερος.

7.1.2. Εφαρμογή σε Τμήμα του Λεκανοπεδίου Αττικής

Η προτεινόμενη μεθοδολογία σχεδιάστηκε για να εφαρμοστεί σε τμήμα του Λεκανοπεδίου Αττικής, με στόχο τον προσδιορισμό φυσικών γειτονιών στην αγορά κατοικίας. Ο καθορισμός των ορίων της υπό μελέτης περιοχής έγινε με βάση τη χωρική συγκέντρωση των εξεταζόμενων παρατηρήσεων. Συγκεκριμένα, η επιλογή έγινε λαμβάνοντας υπόψη την πυκνότητα των ακίνητων με σημείο αναφοράς τους δήμους, πρακτικά δήμοι με μικρό αριθμό παρατηρήσεων δεν επιλέχθηκαν να ενταχθούν στην υπό εξέταση περιοχή.

Στην Εικόνα 7.3 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της εφαρμογής του αλγορίθμου χωρίς να περιλαμβάνεται η διαδικασία της εξομάλυνσης των τιμών (βήμα 2). Από την επισκόπηση των αποτελεσμάτων προκύπτει ότι οι ομάδες που σχηματίζονται δεν περιέχουν κάποια πληροφορία. Συγκεκριμένα, παρατηρείται η δημιουργία περίπου δέκα μεγάλων ομάδων πάνω στις οποίες έχουμε το σχηματισμό πολλών μικρότερων.

Εικόνα 7.3. Αποτελέσματα Ιεραρχικής Ανάλυσης για τις Τιμές των Καταλοίπων με τη Χρήση της Μεθόδου του Μακρινότερου Γείτονα για την Κατασκευή 400 Ομάδων

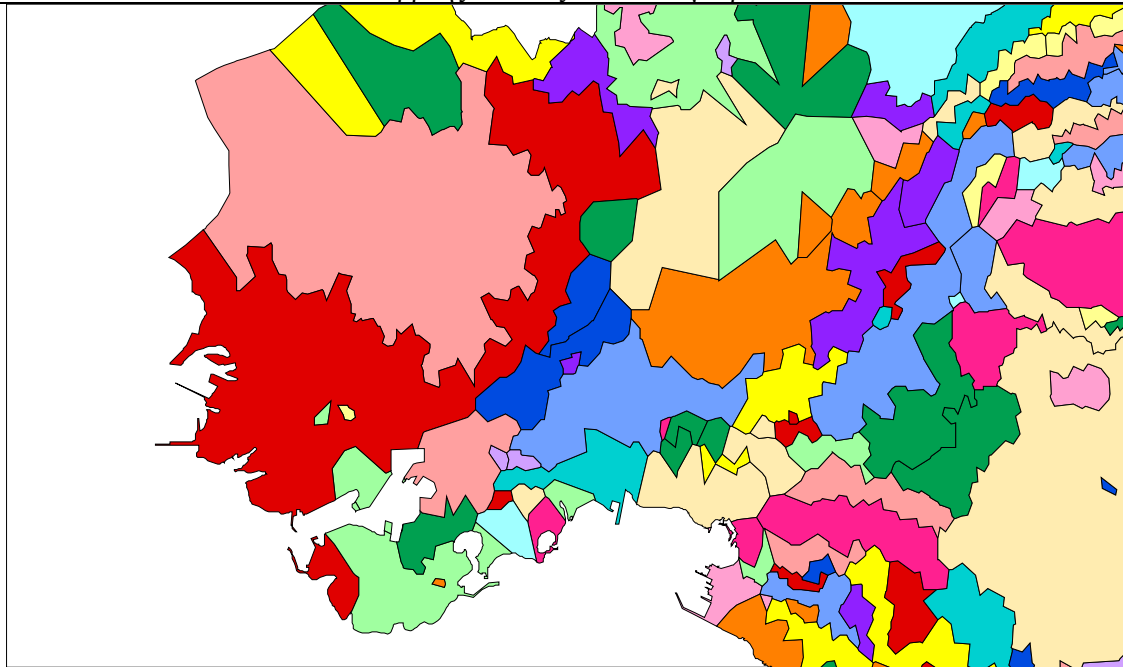


Πηγή: Αποτελέσματα ανάλυσης

Αυτό δηλαδή που συμπεραίνουμε είναι πως με τις τιμές αυτές των παρατηρήσεων (πολυγώνων νογοποι) δεν είναι εύκολο να δημιουργηθούν ομοιογενείς ομάδες. Αυτό είναι πολύ κρίσιμο σημείο καθώς ο αλγόριθμος πάντα θα μας δώσει ομάδες παρατηρήσεων και επομένως καλούμαστε να αποφασίσουμε αν αυτές οι ομάδες περιέχουν κάποια πληροφορία ή όχι. Τα παραπάνω καταδεικνύουν την αναγκαιότητα μετασχηματισμού των δεδομένων για την απομάκρυνση του θορύβου που εμπεριέχεται σε αυτά. Κάτι το οποίο επιτυγχάνεται με τον υπολογισμό του μέσου όρου των γειτονικών τιμών κάθε πολυγώνου νογοποι και αντικατάστασης της τιμής του με το μέσο όρο που προκύπτει (βήμα 2). Πέραν όμως της απομάκρυνσης του θορύβου και σύμφωνα με την προσέγγιση του Green (βλ. Κεφ. 3 υποενότητα 3.4.3) κατά τη διαδικασία της εξομάλυνσης επιτυγχάνεται ταυτόχρονα και η αντιμετώπιση των επιδράσεων του προβλήματος των μεταβαλλόμενων χωρικών μονάδων στα αποτελέσματα της εφαρμογής.

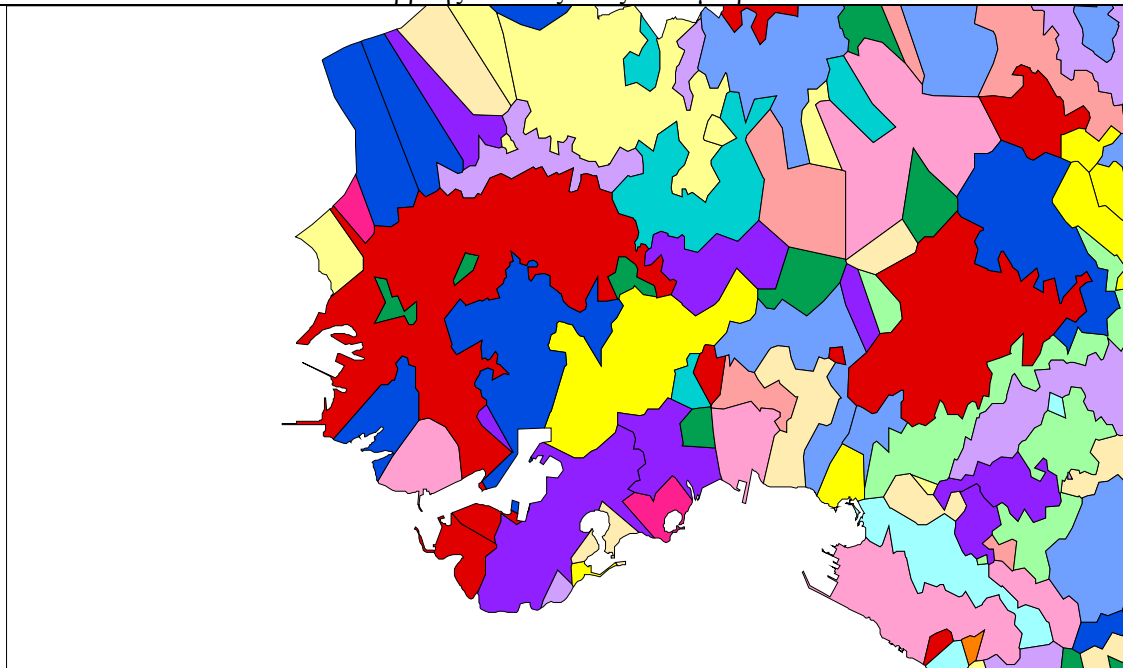
Για την εξομάλυνση των τιμών των παρατηρήσεων ήταν απαραίτητος ο καθορισμός της ακτίνας της ζώνης επιρροής κάθε πολυγώνου. Ο αλγόριθμος υπολόγισε για κάθε παρατήρηση το μέσο όρο των παρατηρήσεων σε ακτίνα 0,5, 1 και 2 χιλιομέτρων. Από την επισκόπηση των αποτελεσμάτων (Εικόνες 7.4, 7.5 και 7.6 αντίστοιχα) επιλέχθηκε ως καταλληλότερη ακτίνα αυτή του ενός χιλιομέτρου διότι τα αποτελέσματα του αλγορίθμου στις ακτίνες 0,5 και 2 χιλιομέτρων τείνουν να δημιουργούν ομάδες με ανομοιογενές μέγεθος. Θα πρέπει όμως να επισημάνουμε ότι η τιμή που δίνεται στην ακτίνα εξαρτάται από την πυκνότητα των παρατηρήσεων στις υπό περιοχές. Και αυτό διότι, στον υπολογισμό του μέσου όρου σε περιοχές με μεγάλη πυκνότητα παρατηρήσεων λαμβάνεται υπόψη μεγάλος αριθμός παρατηρήσεων (πολύγωνα νογοποι) ενώ σε περιοχές με μικρή πυκνότητα παρατηρήσεων ο αριθμός αυτός είναι μικρότερος. Με άλλα λόγια, οι παρατηρήσεις θα έπρεπε να είναι ομοιόμορφα κατανεμημένες στο χώρο έτσι ώστε κάθε φορά η εξομάλυνση των τιμών να γίνεται με τον ίδιο τρόπο.

Εικόνα 7.4. Αποτελέσματα Ιεραρχικής Ανάλυσης για τις Τιμές των Καταλοίπων με τη Χρήση της Μεθόδου του Μακρινότερου Γείτονα για την Κατασκευή 400 Ομάδων με τη Χρήση Ζωνών Επιρροής Ακτίνας Δυο Χιλιομέτρων



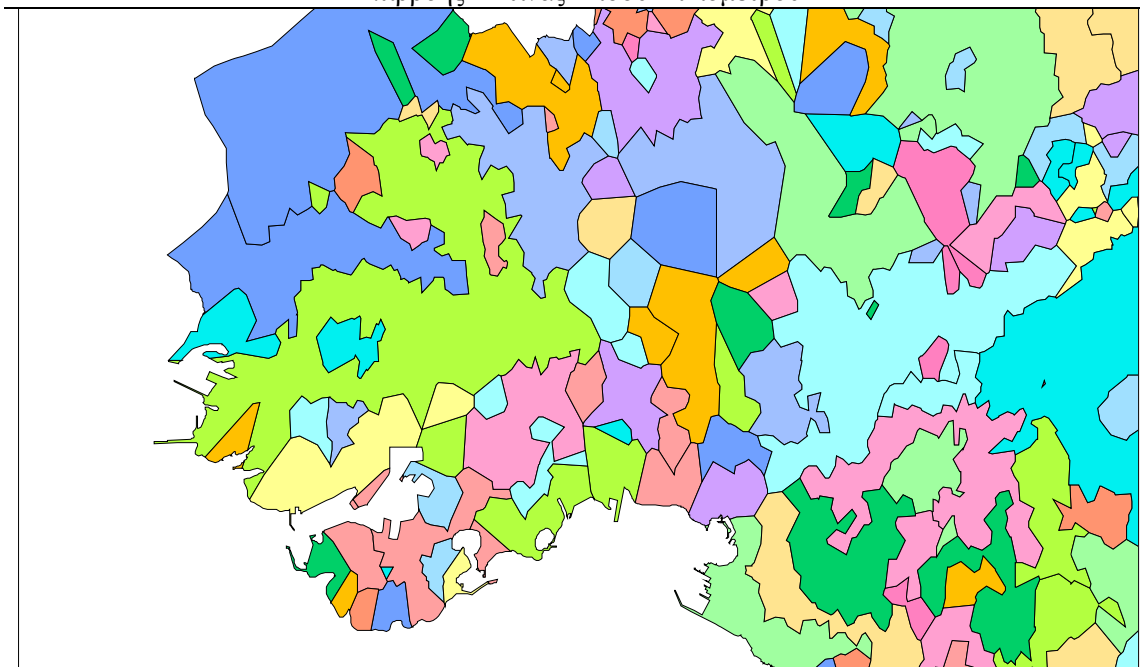
Πηγή: Αποτελέσματα ανάλυσης

Εικόνα 7.5. Αποτελέσματα Ιεραρχικής Ανάλυσης για τις Τιμές των Καταλοίπων με τη Χρήση της Μεθόδου του Μακρινότερου Γείτονα για την Κατασκευή 400 Ομάδων με τη Χρήση Ζωνών Επιρροής Ακτίνας Ενός Χιλιομέτρου



Πηγή: Αποτελέσματα ανάλυσης

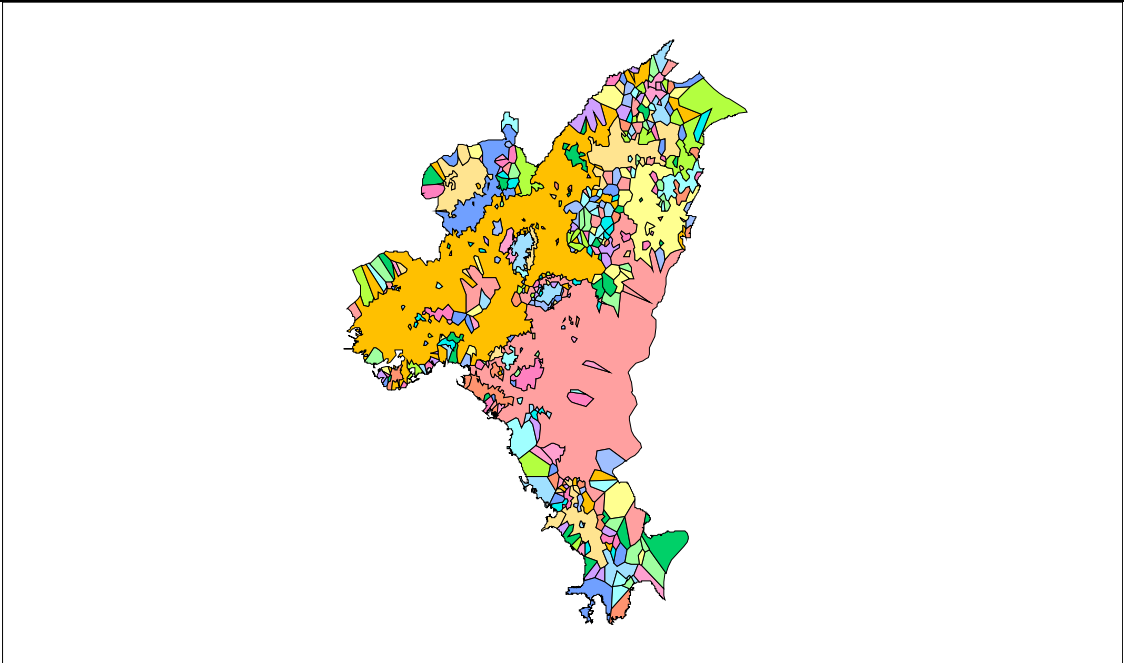
Εικόνα 7.6. Αποτελέσματα Ιεραρχικής Ανάλυσης για τις Τιμές των Καταλοίπων με τη Χρήση της Μεθόδου του Μακρινότερου Γείτονα για την Κατασκευή 400 Ομάδων με τη Χρήση Ζωνών Επιρροής Ακτίνας Μισού Χιλιομέτρου



Πηγή: Αποτελέσματα ανάλυσης

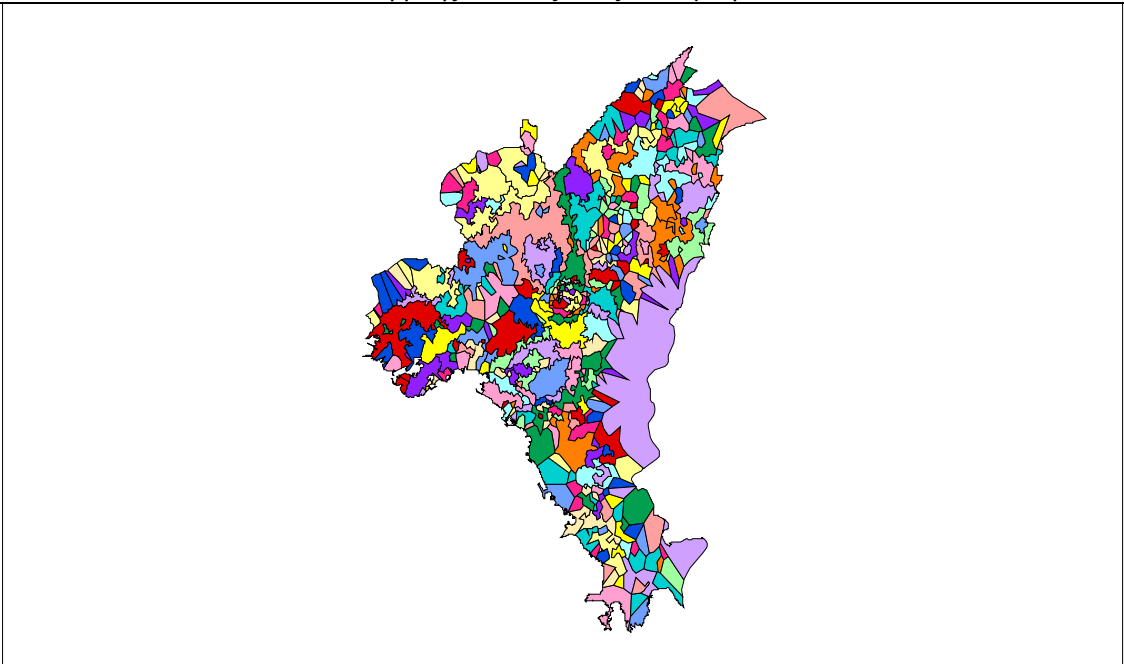
Περνώντας, τώρα στις συγκρίσεις μεταξύ των κριτηρίων ομαδοποίησης θα πρέπει αρχικά να αναφέρουμε ότι στο συγκεκριμένο πρόβλημα δεν είναι ξεκάθαρο ποιο κριτήριο είναι προτιμότερο. Αυτό που θα μπορούσαμε να πούμε είναι ότι, αν οι ομάδες είναι αρκετά διαφορετικές μεταξύ τους, κάθε μέθοδος θα βρει τη σωστή ομαδοποίηση. Από την επισκόπηση των αποτελεσμάτων (Εικόνες 7.7, 7.8, 7.9 και 7.10) παρατηρείτε ότι οι περισσότερες μέθοδοι αποτυγχάνουν να βρουν ομάδες παραπλήσιου μεγέθους. Ωστόσο, το κριτήριο του μακρινότερου γείτονα μπορεί να θεωρηθεί πιο αποδοτικό διότι αποφεύγει τη δημιουργία τόσο διαφορετικών συστάδων ως προς το μέγεθος. Ενώ η μέθοδος του κοντινότερου γείτονα φαίνεται να είναι αυτή με τη χειρότερη επίδοση.

Εικόνα 7.7. Αποτελέσματα Ιεραρχικής Ανάλυσης για τις Τιμές των Καταλοίπων με τη Χρήση της Μεθόδου του Εγγύτερου Γείτονα για την Κατασκευή 400 Ομάδων με τη Χρήση Ζωνών Επιρροής Ακτίνας Ενός Χιλιομέτρου



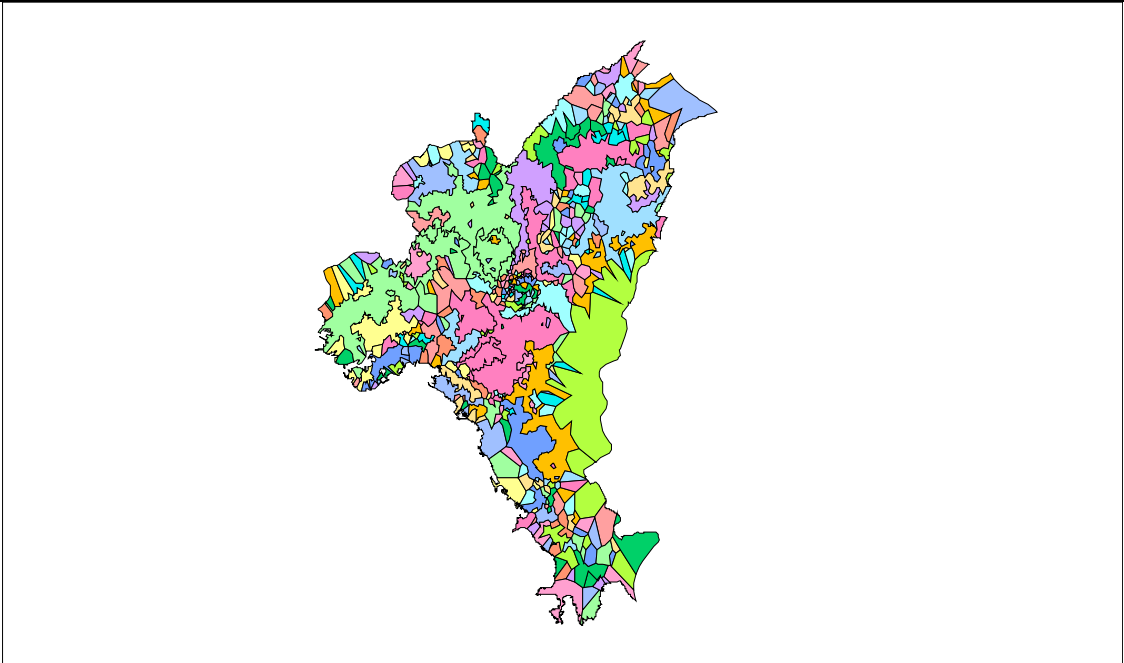
Πηγή: Αποτελέσματα ανάλυσης

Εικόνα 7.8. Αποτελέσματα Ιεραρχικής Ανάλυσης για τις Τιμές των Καταλοίπων με τη Χρήση της Μεθόδου του Μακρινότερου Γείτονα για την Κατασκευή 400 Ομάδων με τη Χρήση Ζωνών Επιρροής Ακτίνας Ενός Χιλιομέτρου



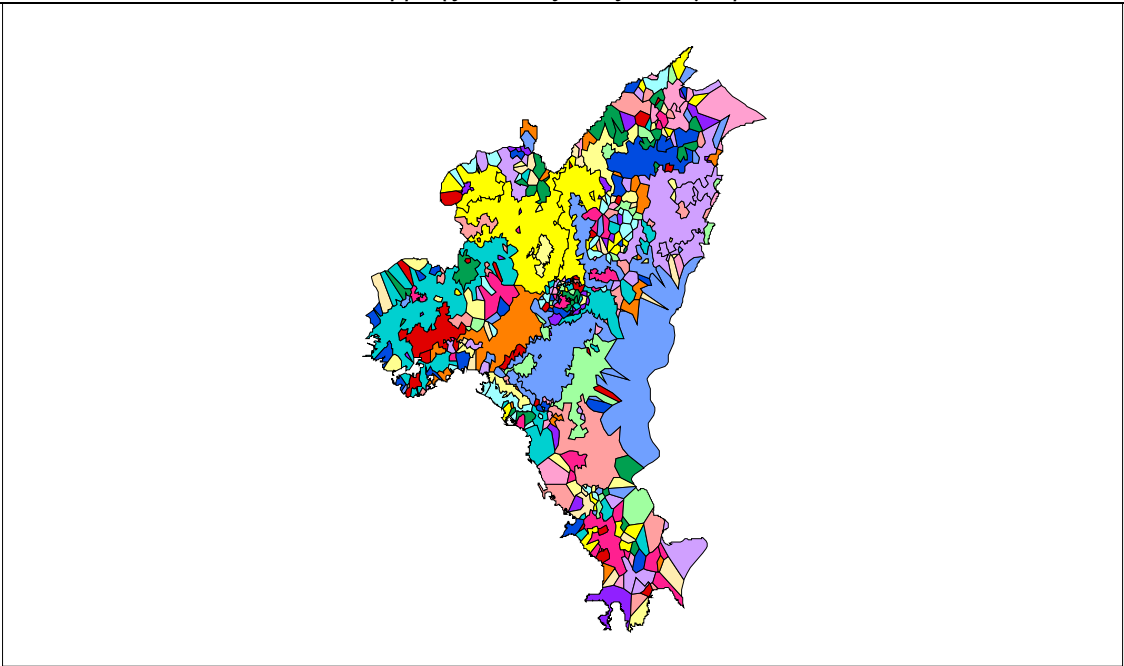
Πηγή: Αποτελέσματα ανάλυσης

Εικόνα 7.9. Αποτελέσματα Ιεραρχικής Ανάλυσης για τις Τιμές των Καταλοίπων με τη Χρήση της Μεθόδου του Μέσου Δεσμού για την Κατασκευή 400 Ομάδων με τη Χρήση Ζωνών Επιρροής Ακτίνας Ενός Χιλιομέτρου



Πηγή: Αποτελέσματα ανάλυσης

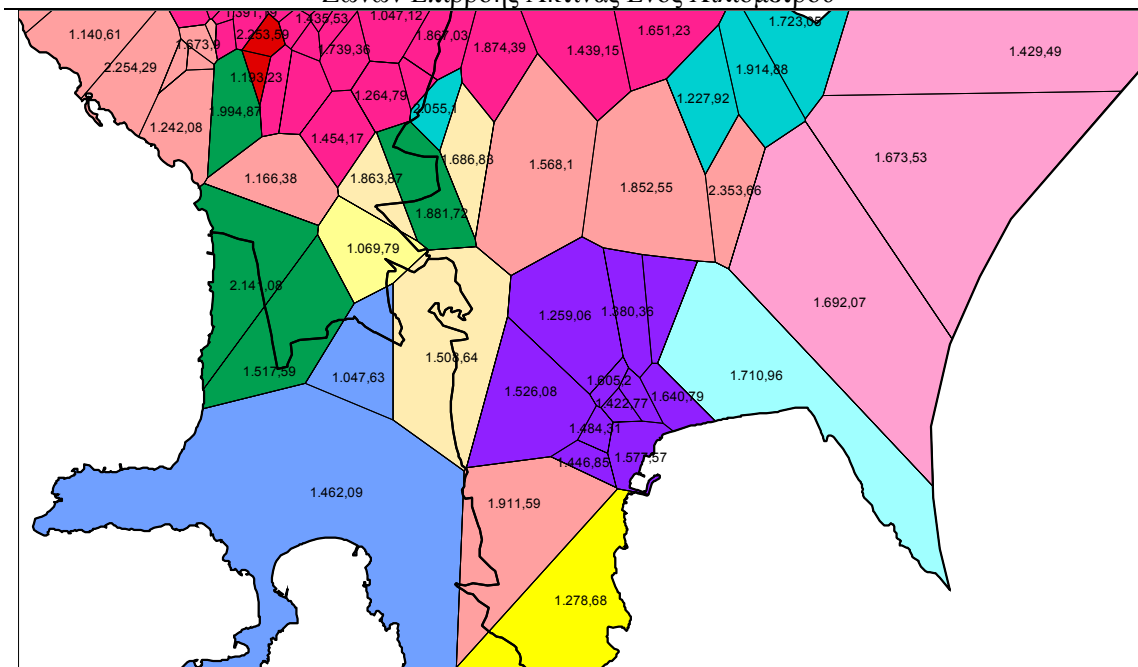
Εικόνα 7.10. Αποτελέσματα Ιεραρχικής Ανάλυσης για τις Τιμές των Καταλοίπων με τη Χρήση της Μεθόδου του Κέντρου Βάρους για την Κατασκευή 400 Ομάδων με τη Χρήση Ζωνών Επιρροής Ακτίνας Ενός Χιλιομέτρου



Πηγή: Αποτελέσματα ανάλυσης

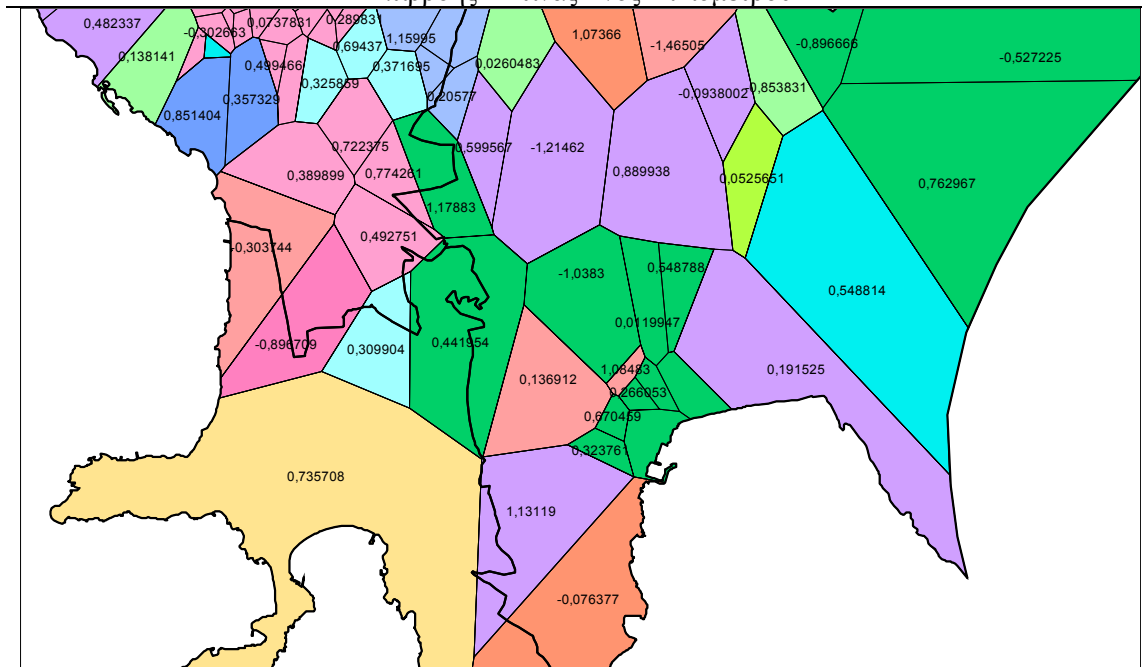
Τέλος, συγκρίνοντας τους τελικούς χάρτες μεταξύ των τιμών των κατάλοιπων και των εκτιμώμενων τιμών ανά τετραγωνικό μέτρο τα αποτελέσματα που προκύπτουν (Εικόνες 7.11 και 7.12 αντίστοιχα) δείχνουν ότι οι δυο μεταβλητές που χρησιμοποιούνται καταλήγουν στη δημιουργία όμοιων χωρικών ομάδων. Η ομοιότητα του μεγέθους και της μορφής των φυσικών γειτονιών αποτελεί μια ένδειξη ότι ισχύει η υπόθεση ότι παράγοντας χώρος επιδρά στη διαμόρφωση της τελικής αξίας των ακινήτων. Ουσιαστικά, το αποτέλεσμα αυτό επιβεβαιώνει την υπόθεση ότι κάποια από τα τεχνικά/κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του ακινήτου καθορίζονται από τη συγκεκριμένη τοποθεσία. Με άλλα λόγια, επιβεβαιώνεται η συστηματική μεταβολή του αντίστοιχου φαινομένου στο χώρο. Ωστόσο, θα πρέπει να επισημάνουμε ότι αφενός το πλήθος των παρατηρήσεων είναι πολύ μεγάλο και τα αποτελέσματα δεν είναι εύκολο να ερμηνευτούν και αφετέρου ότι η πολυπλοκότητα αυξάνει από τη μεγάλη έκταση της υπό μελέτης περιοχής.

Εικόνα 7.11. Αποτελέσματα Ιεραρχικής Ανάλυσης για τις Τιμές των Εκτιμώμενων Τιμών με τη Χρήση της Μεθόδου του Μακρινότερου Γείτονα για την Κατασκευή 400 Ομάδων με τη Χρήση Ζωνών Επιρροής Ακτίνας Ενός Χιλιόμετρου



Πηγή: Αποτελέσματα ανάλυσης

Εικόνα 7.12. Αποτελέσματα Ιεραρχικής Ανάλυσης για τις Τιμές των Καταλοίπων με τη Χρήση της Μεθόδου του Μακρινότερου Γείτονα για την Κατασκευή 400 Ομάδων με τη Χρήση Ζωνών Επιρροής Ακτίνας Ενός Χιλιομέτρου



Πηγή: Αποτελέσματα ανάλυσης

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθούμε στα προβλήματα που παρατηρήθηκαν από την εφαρμογή της μεθοδολογικής προσέγγισης. Ένα από τα μειονεκτήματα σχετικά με τη μέθοδο είναι ότι όταν εφαρμόζεται σε μεγάλο πλήθος δεδομένων απαιτείται αρκετός χρόνος και υπολογιστική ισχύ. Ο υπολογιστικός αυτός φόρτος οφείλεται σε τρεις λόγους. Πρώτα απαιτείται υπολογιστική ισχύς κατά τις διαδικασίες της κατασκευής της μήτρας γειτνίασης, ακολούθως για την εξομάλυνση των τιμών και τέλος για τον υπολογισμό του πίνακα αποστάσεων (αν και η απόσταση είναι συμμετρική θα πρέπει στην περίπτωση της μελέτης της διπλωματικής εργασίας να υπολογίζονται και να αποθηκεύονται $\frac{4743 \times (4743 - 1)}{2}$ αποστάσεις, οι οποίες σε κάθε

στάδιο συνένωσης θα πρέπει να ανανεώνονται. Εδώ πρέπει να σημειωθεί πως αν μεγαλώσει η περιοχή μελέτης, λόγου χάριν ολόκληρη η Αττική, ο αριθμός των προς συνένωση μονάδων αυξάνει υπερβολικά). Επίσης, παρατηρείται ότι πολύ συχνά ο αλγόριθμος καταφέρνει να δημιουργήσει μερικές ομάδες με πολλές παρατηρήσεις (πολύγωνα νοτονοί) και αφήνει κάποιες παρατηρήσεις να είναι μόνες τους μια ομάδα.

Αυτό καταδεικνύει ότι είναι πιθανόν η δομή των δεδομένων να απαιτεί τη χρήση άλλων κριτηρίων ομαδοποιήσεις ή/και την ταυτόχρονη χρήση δυο ή και περισσότερων μεταβλητών. Ένα επίσης σημαντικό πρόβλημα είναι ότι ουσιαστικά η μέθοδος δεν περιλαμβάνει κάποιο κριτήριο για το πλήθος των ομάδων που θα κρατήσουμε, πόσες δηλαδή ομάδες αποτελούν την τελική βέλτιστη λύση.

Συμπεράσματα

Η παρούσα εργασία αποσκοπούσε στη διαμόρφωση μιας ολοκληρωμένης μεθοδολογικής προσέγγισης η οποία έχει ως στόχο να εξετάζει, να προσδιορίζει, να αναλύει και να αξιολογεί την ύπαρξη φυσικών γειτονιών ακινήτων στο εσωτερικό μιας συγκεκριμένης αστικής περιοχής. Οι φυσικές γειτονιές προκύπτουν από τη συνένωση ομόρων χωρικών παρατηρήσεων (πολυγώνων νομοποι). Η επίδραση του προβλήματος των μεταβαλλόμενων χωρικών μονάδων είναι σημαντική όταν η συνένωση αφορά γειτονικές χωρικές ενότητες διότι μεταβάλλεται το επίπεδο της χωρικής αυτοσυσχέτισης. Για την αντιμετώπιση των επιδράσεων του μεθοδολογικού αυτού προβλήματος έγινε εξομάλυνση των τιμών της υπό μελέτη μεταβλητής. Σε αυτό συνηγόρησε και ο έλεγχος με οπτική παρατήρηση των δεδομένων, που επιβεβαίωσε ότι η μεταβλητότητα δεν είναι τυχαία.

Τα αποτελέσματα της εφαρμογής έδειξαν ότι η προτεινόμενη μεθοδολογική προσέγγιση μπορεί να αποτελέσει την αρχή για τη δημιουργία ενός ολοκληρωμένου εργαλείου για τη στήριξη της διαδικασίας προσδιορισμού φυσικών γειτονιών στην αγορά ακινήτων καθώς και γενικότερα για τον προσδιορισμό χωρικών ενοτήτων επί του γεωγραφικού χώρου, η ερμηνεία των οποίων θα καθορίζεται κάθε φορά από τις μεταβλητές που χρησιμοποιούνται για τη συνένωση.

Η προτεινόμενη διαδικασία επιδέχεται τροποποιήσεις και βελτιώσεις, οι οποίες σχετίζονται αφενός με τις μεθόδους ανάλυσης και αφετέρου με το είδος και τον όγκο της αρχικής πληροφορίας και κατ' επέκταση με την ποιότητα των μεταβλητών που λαμβάνονται υπόψη. Επομένως, ο συνυπολογισμός δεδομένων που για παράδειγμα, αφορούν στον ιδιαίτερο οικονομικό, κοινωνικό και φυσικό χαρακτήρα κάθε περιοχής θα ενίσχυαν τα συμπεράσματα από την ανάλυση και τον τελικό προσδιορισμό των χωρικών ομάδων. Επιπροσθέτως, είναι πιθανόν η δομή των δεδομένων να απαιτεί τη χρήση άλλων κριτηρίων ομαδοποίησης καθώς και την ταυτόχρονη χρήση δυο ή και περισσότερων μεταβλητών. Η διερεύνηση της δομής των χωρικών φαινομένων περιλαμβάνει και τη χρήση εξερευνητικών μεθόδων στις οποίες περιλαμβάνονται τεχνικές που έχουν ως σκοπό να μετρήσουν την εξάρτηση των τιμών μιας μεταβλητής στο χώρο σε σχέση με άλλες μεταβλητές (βλ. Κεφ. 2). Λόγου χάριν για την αξιολόγηση της χωρικής

αυτόσυσχετισης ο σημαντικότερος δείκτης είναι ο συντελεστής χωρικής αυτοσυσχέτισης I του Moran.

Τέλος θα πρέπει να υπογραμμιστεί, ότι η επιτυχής εφαρμογή του συγκεκριμένου εγχειρήματος εξαρτάται από δύο παράγοντες. Ο πρώτος παράγων είναι η μεγάλη υπολογιστική ισχύς τόσο των επεξεργαστών όσο και της κεντρικής μνήμης και των μαγνητικών μέσων αποθήκευσης. Ως ισχύς εννοείται και η ταχύτητα επεξεργασίας και η χωρητικότητα των μέσων. Καταλυτική είναι όμως και η χρήση μεθόδων, τεχνικών και υποδειγμάτων της στατιστικής και της οικονομετρίας όσο και η συνδρομή της τεχνολογίας των Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων καθώς και του κατάλληλου λογισμικού ανάλυσης και των γλωσσών προγραμματισμού.

Βιβλιογραφία

Anselin, L. (1995) Local indicators of spatial association – LISA. *Geographical Analysis*. Vol. 27, No. 2: 93-115.

Anselin, L. και Getis, A., (1992) Spatial Statistical Analysis and Geographic Information Systems. *The Annals of Regional Science*, 26, pp. 19-33.

Anselin, L. και Griffith D. A., (1988) Do Spatial Effects Really Matter in Regression Analysis?. *Papers of the Regional Science Association* Vol. 65, pp. 11-34.

Anselin, L., (1998) GIS Research Infrastructure for Spatial Analysis of Real Estate Markets. *Journal of Housing Research*, Vol. 9, No. 1, pp. 113-133.

Bailey, T. C. και Gatrell A. C. (1995) *Interactive Spatial Data Analysis*. Longman Group Limited.

Can, A. και Megbolugde, I., (1997) Spatial Dependence and House Price Index Construction. *Journal of Real Estate Finance and Economics*. Vol.14, pp.203-222.

Can, A., (1998) GIS and Spatial Analysis of Housing and Mortgage Markets. *Journal of Housing Research*. Vol. 9, pp. 61-86.

Cliff, A.D. Ord J.K., (1981) *Spatial Processes Models and Applications*. London: Pion.

Everitt, B., Landau, S. και Leese, M., (2001) *Cluster Analysis*. London: Arnold.

Fotheringham, A. S. (1989) Scale-independent spatial analysis. Στο Goodchild, M., Gopal, S., Taylor και Francis (ed) *Accuracy of Spatial Databases*. pp. 221-227.

Getis, A., (1999) Spatial Statistics. Στο Longley, P., Goodchild, M., Maguire, D. και Rhind, D. (ed) *Geographical Information Systems*. New York: John Wiley & Sons, Vol 1, pp. 239-247.

Gotway, C. A. και Young, L. J., (2002) Combining Incompatible Spatial Data. *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 97, No. 458, pp. 632-648.

Green, M. και Flowerdew, R., (1996) New Evidence on the Modifiable Areal Unit Problem. Στο Longley, P. και Batty, M., (ed) *Spatial Analysis: Modelling in a GIS Environment*. John Wiley & Sons, pp. 41-54.

Griffith, D. A. και Layne, L. J., (1999) *A Casebook for Statistical Data Analysis: A Complication of Analyses of Different Thematical Data Sets*. New York: Oxford University Press.

Heywood, I., Cornelius, S. και Carver, S., (2006) *An Introduction to Geographical Information Systems*. Pearson Education Limited, pp.14-17.

Κανάρογλου, Π. και DeLuca, P., (2001) *Σημειώσεις Χωρικής Στατιστικής*, Τμήμα Γεωγραφίας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου.

Καραγάνης, Α., (1999) *Πολυμεταβλητά Υποδείγματα Ανάλυσης Περιφερειακής Οικονομικής Πολιτικής*. Διδακτορική Διατριβή. Τμήμα Οικονομικής και Περιφερειακής Ανάπτυξης, Πάντειο Πανεπιστήμιο, σελ. 3-7, 67-69.

Καραγάνης, Α., (2001) Ποσοτικές Απεικονίσεις του Χώρου. Επιλογή της Καλύτερης Απεικόνισης με τη Βοήθεια του Κριτηρίου Μέγιστης Δυνάμεως. *ΤΟΠΟΣ Επιθεώρηση Χωρικής Ανάπτυξης, Σχεδιασμού και Περιβάλλοντος*, σελ.111-119.

Καραγάνης, Α., (2009) Η Συνθήκη της Βασιλείας II και η Αγορά των Ακινήτων, *Working Paper*, Ι.Π.Α.

Καρλής, Δ., (2005) *Πολυμεταβλητή Στατιστική Ανάλυση*. Αθήνα: Εκδόσεις Σταμούλη

Κουτσόπουλος, Κ., (2002) *Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και Ανάλυση Χώρου*. Αθήνα: Εκδόσεις Παπασωτηρίου, σελ. 249-309.

Λαμπράκης, Δ. Π., (1983) *Στοιχεία Στατιστικής*. Αθήνα.

Lee, J. και Wong, D., (2001) *Statistical Analysis with ArcView G.I.S.*, John Wiley & Sons, pp. 56-60.

Lee, J. και Wong, D., (2005) *Statistical Analysis of Geographic Information*, John Wiley & Sons, pp. 133-189, 327-373.

O' Sullivan, D. και Unwin, D., (2003) *Geographic Information Analysis*. New York: John Wiley & Sons, pp. 26-49, 327-335.

Openshaw, S. και Albanides, S., (1999) Applying Geocomputation to the Analysis of Spatial Distributions. Στο Longley, P., Goodchild, M., Maguire, D. και Rhind, D. (ed) *Geographical Information Systems*. New York: John Wiley & Sons, Vol 1, pp. 267-281.

Openshaw, S., (1984) *The Modifiable Areal Unit Problem*. Concepts and Techniques in Modern Geography. Norwich:GeoBooks.

Rodriguez, M., Sirmans, C. F. και Marks, A. P., (1995) Using Geographic Information Systems to Improve Real Estate Analysis. *The Journal of Real Estate Research*, Vol.10, pp. 163-173.

Rosen, S., (1974) Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition. *The Journal of Political Economy*, Vol. 82, No.1, pp. 34-55.

Simbahan, G.C και Dobermann, A., (2006) *An Algorithm for Spatially Constrained of Categorical and Continuous Soil Properties*. *Geoderma*, 136, pp. 504-523

Tobler, W.R., (1970) A computer movie simulating urban growth in the Detroit region. *Economic Geography*, 46, pp. 234-240.

Wong, D., (1996) Aggregation Effects in Geo-Referenced Data. Στο Arlinghaus, S. A. (ed) *Practical Handbook of Spatial Statistics*. London, New York, Washington: CRC Press LLC, pp. 83-106.

Wrigley, N., Holt, T., Steel, D. και Tranmer, M., (1996) Analysing, Modeling, and Resolving the Ecological Fallacy. Στο Longley, P. και Batty, M., (ed) *Spatial Analysis: Modelling in a GIS Environment*. John Wiley & Sons, pp. 23- 31.