

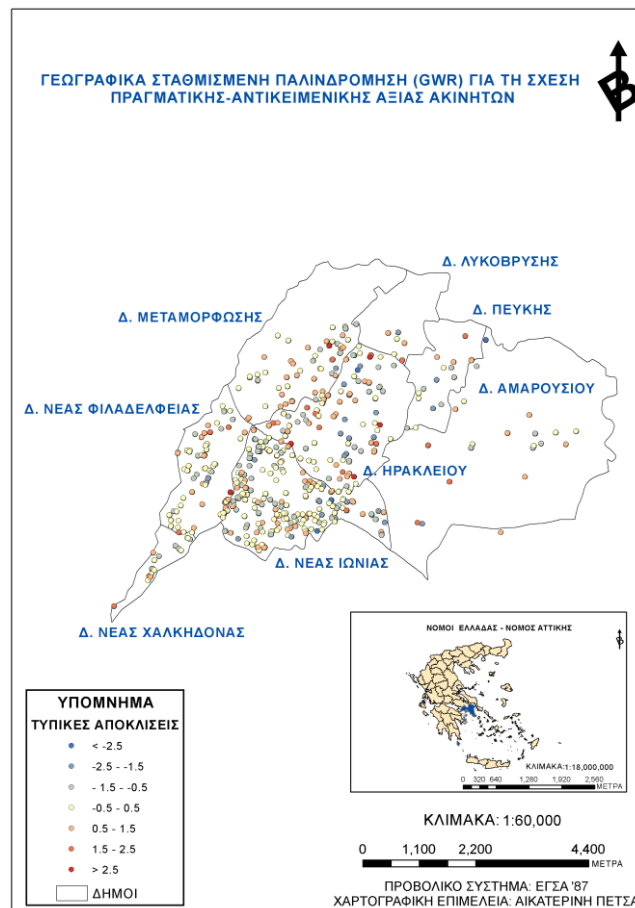


**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**  
**ΣΧΟΛΗ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ**  
**ΘΕΤΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΣΤΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑ**  
**ΚΛΑΔΟΣ: ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΜΕ ΤΙΤΛΟ:**

**«ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ: ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΙ ΚΑΠΟΙΑ ΕΙΔΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ»**



**ΤΗΣ**  
**ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗΣ Κ. ΠΕΤΣΑ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ**  
**ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**

**ΑΘΗΝΑ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2014**

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΣΧΟΛΗ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ  
ΘΕΤΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΣΤΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑ  
ΚΛΑΔΟΣ: ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΜΕ ΤΙΤΛΟ:

«ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ: ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ  
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΙ ΚΑΠΟΙΑ ΕΙΔΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ»

ΤΗΣ  
ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗΣ Κ. ΠΕΤΣΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ  
ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΑΘΗΝΑ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2014

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΜΕ ΤΙΤΛΟ:

«ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ: ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ  
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΙ ΚΑΠΟΙΑ ΕΙΔΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ»

ΤΗΣ

ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗΣ Κ. ΠΕΤΣΑ

**ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΚΑΙ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:**

Γεώργιος Παπαδόπουλος, Επίκουρος Καθηγητής (Επιβλέπων)

Διονύσιος Καλύβας, Αναπληρωτής Καθηγητής

Κυριακή Σωτηράκογλου, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια

ΑΘΗΝΑ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2014

.....

**ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ Κ. ΠΕΤΣΑ**

Γεωγράφος - Ειδικότητα Γεωπληροφορική

Copyright © Αικατερίνη Κ. Πέτσα, 2014.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος-All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς το συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η μελέτη της σχέσης μεταξύ πραγματικής και αντικειμενικής αξίας των ακινήτων σε οκτώ δήμους του Λεκανοπεδίου Αττικής και η διερεύνηση των πλεονεκτημάτων της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης έναντι της Συνήθους Απλής Γραμμικής Παλινδρόμησης. Επίσης μελετάται η σχέση της πραγματικής αξίας (σε €/m<sup>2</sup>) των ακινήτων με τις επεξηγηματικές μεταβλητές όροφος, θέση στάθμευσης, παλαιότητα, αποστάσεις από μετρό-προαστιακό σιδηρόδρομο, χώρους πρασίνου και κεντρικούς οδικούς άξονες και εφαρμόζεται τόσο η Συνήθης Πολλαπλή Γραμμική Παλινδρόμηση, όσο και η Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση. Η μελέτη αφορά δεδομένα της χρονικής περιόδου 2006-2010 για τους δήμους Λυκόβρυσης, Πεύκης, Αμαρουσίου, Μεταμόρφωσης, Νέου Ηρακλείου, Νέας Φιλαδέλφειας, Νέας Ιωνίας και Νέας Χαλκηδόνας του Λεκανοπεδίου Αττικής. Από την ανάλυση της σχέσης πραγματικής με αντικειμενική αξία προκύπτει ότι συσχετίζονται θετικά και ότι προσαρμόζεται πολύ καλά το απλό γραμμικό μοντέλο παλινδρόμησης. Ωστόσο η Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση αποκάλυψε ότι η σχέση αυτή είναι μεταβαλλόμενη στην περιοχή μελέτης βελτιώνοντας τα αποτελέσματα και αναδεικνύοντας τα πλεονεκτήματά της. Το ίδιο παρατηρήθηκε και για τη δεύτερη σχέση.

**Λέξεις κλειδιά:** Χωρική Ανάλυση, Χωρική Αυτοσυσχέτιση, Αξία Ακινήτων, Συνήθης Απλή Γραμμική Παλινδρόμηση (OLS), Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση (GWR), Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα (GIS)

## SUMMARY

The main purpose of the current study is to investigate the relationship between real estate and objective value property of eight municipalities of Attica's basin by using two different types of regression. These types of regression are the Simple Linear Regression or Ordinary Least Square Method (OLS) and the Geographically Weighted Regression Method (GWR) and furthermore it is being investigated which is the most suitable for our occasion. In addition, the relationship between real estate price (€/m<sup>2</sup>) and the explanatory variables floor, parking, age of residence, distances from metro-suburban railway, green area and main road is investigated. This relationship is calculated by the use of the Multiple Regression and the Geographically Weighted Regression Method (GWR). The analysis is based on a 5-year period of data (2006-2010) of eight municipalities of Attica's basin (Likovrisi, Pefki, Amarousio, Metamorphosi, Neo Irakleio, Nea Filadelfeia, Nea Ionia and Nea Chalkidona). According to Linear Regression's results it is found that there is positive significance between real estate and objective value. While, results of Geographically Weighted Regression, were detected to change this relationship from point to point all over the study area. As a result of that GWR method improved the results and had advantages over the other method. Same results of the other relationship have been observed.

**Key words:** Spatial Analysis, Spatial Autocorrelation, Property Value, Linear Regression or Ordinary Least Square Method (OLS), Geographical Information Systems (GIS), Geographically Weighted Regression (GWR)

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή εκπονήθηκε στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος «Θετικές επιστήμες στη Γεωπονία» με κατεύθυνση τη «Γεωπληροφορική», του Γενικού τμήματος, στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, για τη χρονική περίοδο 2013-2014.

Τα δεδομένα της μελέτης παρείχε η Κα Βασιλική Κυριακού, Πολιτικός Μηχανικός του Οργανισμού Εργατικής Κατοικίας (ΟΕΚ), η οποία έκανε τις εκτιμήσεις για τις τιμές των ακινήτων και την οποία ευχαριστώ πολύ για την παραχώρησή τους.

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τους Καθηγητές μου Κο Γ. Παπαδόπουλο και Κο Δ. Καλύβα για την καθοδήγηση και τις ωφέλιμες συμβουλές τους κατά τη διάρκεια εκπόνησης της συγκεκριμένης εργασίας. Ακόμα ευχαριστώ την Καθηγήτρια μου Κα Κ. Σωτηράκογλου για τη συμμετοχή της στην τριμελή εξεταστική και συμβουλευτική επιτροπή.

Ακόμα θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την Παρασκευή Δήμου, Διδακτορική φοιτήτρια του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, για το χρόνο που μου αφιέρωσε συμβάλλοντας με τη βοήθεια της στην λύση προβλημάτων με σκοπό την ορθή διεξαγωγή της μεταπτυχιακής μου διατριβής.

Τέλος, οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια μου και στους φίλους μου, για την απεριόριστη στήριξη που μου παρείχαν καθόλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

---

ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	4
SUMMARY .....	5
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ .....	6
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	9
1.1.ΜΕΘΟΔΟΣ.....	9
1.2.ΔΟΜΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ .....	10
2 ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ .....	10
2.1. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΑΞΙΑΣ ΕΝΟΣ ΑΚΙΝΗΤΟΥ .....	10
2.2. ΧΩΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	11
2.3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ.....	11
2.4. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ.....	13
2.5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΗΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΤΙΜΕΣ ΤΩΝ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ ΣΤΟ ΛΟΝΔΙΝΟ.....	15
2.5.1. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΣΥΝΗΘΟΥΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΤΙΜΕΣ ΤΩΝ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ ΣΤΟ ΛΟΝΔΙΝΟ .....	17
2.5.2. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΣΥΝΗΘΟΥΣ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΤΙΜΕΣ ΤΩΝ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ ΣΤΟ ΛΟΝΔΙΝΟ .....	17
2.5.3. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΗΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΤΙΜΕΣ ΤΩΝ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ ΣΤΟ ΛΟΝΔΙΝΟ.....	18
2.6.ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΗΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ ΣΕ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΔΕΝΤΡΟΥ ΤΟΥ ΕΥΚΑΛΥΠΤΟΥ ΣΕ ΔΑΣΟΣ ΤΗΣ ΑΥΣΤΡΑΛΙΑΣ.....	20
2.6.1.ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΗΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ ΣΤΑ ΔΕΝΤΡΑ ΤΟΥ ΕΥΚΑΛΥΠΤΟΥ .....	21
3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΔΕΔΟΜΕΝΑ.....	22
3.1. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ .....	22
3.2. ΔΕΔΟΜΕΝΑ.....	24
3.3. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	28
4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....	33
4.2.ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ.....	34
4.3.ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΩΡΙΚΗΣ ΑΥΤΟΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ.....	36
4.4.ΜΟΝΤΕΛΟ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗ ΣΧΕΣΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗΣ-ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗΣ ΑΞΙΑΣ .....	43
4.4.2.ΣΧΕΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗΣ - ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗΣ ΑΞΙΑΣ ΑΝΑ ΔΗΜΟ.....	45
4.4.3.ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΕΥΘΕΙΩΝ ΤΗΣ ΓΡΑΜΜΙΚΗΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ ΑΝΑ ΔΗΜΟ.....	51
4.5.ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ ΓΙΑ ΤΗ ΣΧΕΣΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗΣ-ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗΣ ΑΞΙΑΣ .....	52
4.5.1.ΑΝΑΖΗΤΗΣΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗΣ ΣΧΕΣΗΣ.....	53



<b>4.6.ΜΟΝΤΕΛΟ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ ΜΕΤΑΞΥ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗΣ ΑΞΙΑΣ (ΣΕ €/Μ<sup>2</sup>) ΚΑΙ ΕΞΙ ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ .....</b>	<b>56</b>
<b>4.6.1.ΣΧΕΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗΣ ΑΞΙΑΣ (ΣΕ €/Μ<sup>2</sup>) ΚΑΙ ΕΞΙ ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ.....</b>	<b>56</b>
<b>4.6.2.ΣΧΕΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗΣ ΑΞΙΑΣ (ΣΕ €/Μ<sup>2</sup> ) ΚΑΙ ΕΞΙ ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΑΝΑ ΔΗΜΟ.....</b>	<b>59</b>
<b>4.6.3.ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΕΥΘΕΙΩΝ ΤΗΣ ΓΡΑΜΜΙΚΗΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗ ΣΧΕΣΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗΣ ΑΞΙΑΣ (ΣΕ €/Μ<sup>2</sup>) ΚΑΙ ΕΞΙ ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΑΝΑ ΔΗΜΟ.....</b>	<b>65</b>
<b>4.7.ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ ΓΙΑ ΤΗ ΣΧΕΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗΣ ΑΞΙΑΣ (ΣΕ €/Μ<sup>2</sup>) ΚΑΙ ΤΡΙΩΝ ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ .....</b>	<b>65</b>
<b>4.7.1.ΑΝΑΖΗΤΗΣΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗΣ ΣΧΕΣΗΣ.....</b>	<b>66</b>
<b>5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>69</b>
<b>6 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>70</b>

# 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

---

Στις μέρες μας παρατηρείται έντονα το φαινόμενο μελέτης και ανάλυσης του χώρου για την ανάδειξη ύπαρξης ή μη, χωρικών συσχετίσεων, μελετώντας συγκεκριμένα χωρικά δεδομένα και μεταβλητές, που μετρώνται σε χωρικές μονάδες στο γεωγραφικό χώρο.

Μία αντίστοιχη μελέτη πραγματοποιείται και στην παρούσα εργασία. Μελετάται η χωρική σχέση μεταξύ πραγματικής και αντικειμενικής αξίας σε ακίνητα οκτώ δήμων του Λεκανοπεδίου Αττικής (Λυκόβρυσης, Πεύκης, Αμαρουσίου, Μεταμόρφωσης, Νέας Ιωνίας, Νέου Ηρακλείου, Νέας Φιλαδέλφειας, Νέας Χαλκηδόνας). Επίσης υπολογίζεται η σχέση της πραγματικής αξίας (σε €/m<sup>2</sup>), με τις επεξηγηματικές μεταβλητές όροφος, θέση στάθμευσης, παλαιότητα, αποστάσεις από μετρό-προαστιακό σιδηρόδρομο, χώρους πρασίνου και κεντρικούς οδικούς άξονες για τους οκτώ δήμους. Για την εκτίμηση των σχέσεων χρησιμοποιήθηκαν η Συνήθης Γραμμική Παλινδρόμηση και η Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση.

Βασικό στοιχείο της εργασίας αποτελεί η διερεύνηση των πλεονεκτημάτων της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης έναντι της Συνήθους Γραμμικής.

Εκτός από την εφαρμογή των δύο μεθόδων παλινδρόμησης παρουσιάζονται και δύο αντιπροσωπευτικές εφαρμογές της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης. Η πρώτη αφορά την εφαρμογή της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης σε συνοικίες του Λονδίνου για τις τιμές των ακινήτων και η δεύτερη τη σχέση μεταξύ διαμέτρου και συνολικού ύψους του Ευκαλύπτου, στο δάσος “Glenbog” της «Νέας Νότιας Ουαλίας» (New South Wales) στην Αυστραλία.

## 1.1.Μέθοδος

Εφαρμόζεται η Συνήθης Γραμμική Παλινδρόμηση<sup>1</sup>, κατασκευάζοντας συναρτήσεις παλινδρόμησης, χωριστά για κάθε έναν από τους οκτώ δήμους της περιοχής μελέτης και συνολικά για όλη την περιοχή μελέτης.

Επίσης εφαρμόζεται η Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση, μέσω της οποίας υπολογίζονται μοντέλα παλινδρόμησης σε κάθε σημείο στην περιοχή μελέτης. Με αυτόν τον τρόπο η Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση επιτρέπει την εκτίμηση τοπικών παραμέτρων (Fotheringham και Brunson, 1999).

Για την επεξεργασία των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό “ArcMap” της εταιρίας “ESRI” και συγκεκριμένα το ενσωματωμένο εργαλείο της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης- GWR<sup>2</sup>, καθώς και η έκδοση GWR 3.

---

<sup>1</sup> Μέθοδος μη χωρικής ανάλυσης: Δεν απαιτούνται χωρικοί παράγοντες και χωρικές πληροφορίες.

<sup>2</sup> Το συγκεκριμένο εργαλείο δημιουργήθηκε από τους Καθηγητές Fotheringham και Charlton, του Πανεπιστημίου Newcastle Upon Tyne της Μεγάλης Βρετανίας.

## 1.2. Δομή εργασίας

Η εργασία δομείται σε πέντε κεφάλαια. Το πρώτο κεφάλαιο περιλαμβάνει την εισαγωγή και τους βασικούς στόχους της παρούσας εργασίας που είναι η διερεύνηση των πλεονεκτημάτων της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης έναντι της Συνήθους Γραμμικής Παλινδρόμησης και η διερεύνηση της στασιμότητας ή μη της σχέσης πραγματικής-αντικειμενικής αξίας των ακινήτων.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται σύντομη βιβλιογραφική ανασκόπηση και παρουσιάζονται βασικά στοιχεία της Ανάλυσης Παλινδρόμησης, της Χωρικής Ανάλυσης, της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης, καθώς και οι παράγοντες που επηρεάζουν τη διαμόρφωση των αξιών των ακινήτων. Τέλος παρουσιάζονται δύο αντιπροσωπευτικές εφαρμογές της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης από τη διεθνή βιβλιογραφία.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται λεπτομερής ανάλυση της μεθοδολογίας που αναπτύσσεται και των δεδομένων που χρησιμοποιούνται.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρατίθενται τα αποτελέσματα σε μορφή πινάκων, διαγραμμάτων και χαρτών, από την εφαρμογή της Συνήθους Γραμμικής Παλινδρόμησης και της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης.

Στο πέμπτο κεφάλαιο συνοψίζονται τα συμπεράσματα με βάση τα αποτελέσματα που προέκυψαν στο τέταρτο κεφάλαιο.

# 2 ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

---

## 2.1. Προσδιορισμός της Αξίας ενός Ακινήτου

Η διαμόρφωση της αξίας των ακινήτων έχει απασχολήσει κατά καιρούς πολλούς και σπουδαίους επιστήμονες. Πρώτος ο Αριστοτέλης (384-322 π.Χ.), έκανε τη διάκριση της αξίας της γης, σε ανταλλακτική και αξία χρήσης. Επίσης ο Adam Smith (1723-1790), επιχείρησε να αποδώσει ένα μέτρο στις αξίες και ο David Ricardo (1772-1823) διατύπωσε τη θεωρία της γαιοπροσόδου και της φθίνουσας γαιοπροσόδου. Αλλά και ο Karl Marx (1818-1883) με τη θεωρία της υπεραξίας, θεώρησε ότι το έδαφος δεν είναι προϊόν, επομένως δεν έχει αξία και ο Pierre-Joseph Proudhon (1809-1865) με τη θεωρία του περί ιδιοκτησίας, αντίκρουσε τη θεωρία που υποστήριζε ότι η εργασία παρέχει το δικαίωμα στην ιδιοκτησία (Παπαευθυμίου, 2013).

Σύμφωνα με τον Ζεντέλη (2001), οι παράγοντες που διαμορφώνουν τις αξίες των ακινήτων διαχωρίζονται σε τέσσερις βασικές κατηγορίες: α) σε επίπεδο χώρας, β) σε επίπεδο πόλης, γ) σε επίπεδο τμήματος πόλης και δ) σε επίπεδο αστικού ακινήτου.

Ο προσδιορισμός της αξίας ενός ακινήτου είναι μία δύσκολη διαδικασία, καθώς οι μεταβλητές-παράγοντες που την επηρεάζουν δεν είναι καθορισμένοι. Σημαντικό στοιχείο αποτελούν για παράδειγμα, τα χαρακτηριστικά του δομημένου περιβάλλοντος και της γειτονιάς, στην οποία βρίσκονται οι κατοικίες (Gatzlaff και Smith, 1993). Σημαντικό επίσης ρόλο στη διαμόρφωση των αξιών παίζουν και τα πολεοδομικά δεδομένα της περιοχής, τα δομικά χαρακτηριστικά των ακινήτων, η θέα των ακινήτων και κατ' επέκταση ο όροφος, κλπ.

Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν τη διαμόρφωση των αξιών, είναι η εγγύτητα των ακινήτων με τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς, όπως το Μετρό και ο Προαστιακός Σιδηρόδρομος, καθώς και οι αποστάσεις από σχολεία, αθλητικές εγκαταστάσεις, χώρους αναψυχής, όπως πάρκα και παιδικές χαρές και αποστάσεις από μεγάλους οδικούς άξονες, όπως λεωφόρους.

## 2.2. Χωρική Ανάλυση

Η *Χωρική Ανάλυση* αποτελεί μία από τις βασικές περιοχές ενδιαφέροντος της επιστήμης της Γεωγραφίας.

Από το 1960 στις Η.Π.Α., εισήχθησαν μαθηματικές μέθοδοι στη Γεωγραφία με εφαρμογή στην Ανάλυση Γεωγραφικών Δεδομένων και ειδικότερα στην Στατιστική Ανάλυση των Χωρικών Δεδομένων.

*Στατιστική Ανάλυση Χωρικών Δεδομένων*, είναι η ποσοτική ανάλυση χωρικών δεδομένων με σκοπό να κατανοήσουμε καλύτερα το φαινόμενο που μελετάται, να ελέγξουμε στατιστικά υποθέσεις σε σχέση με το φαινόμενο ή/και να προβλέψουμε τις τιμές του φαινομένου σε άλλες θέσεις. Παράδειγμα αποτελεί η σχέση ανάμεσα στο πλήθος ειδών φυτών και στην απόσταση από το πλησιέστερο νησί ή την ηπειρωτική χώρα, με το πλήθος να μειώνεται, όσο αυξάνεται η απόσταση (Συμεωνάκης, 2009).

Έννοια της χωρικής ανάλυσης αποτελεί η *Χωρική Μεταβλητότητα*, η οποία εκφράζει τις μεταβολές των δεδομένων που συμβαίνουν στο χώρο. Δείκτες αυτής αποτελούν ο καθολικός δείκτης χωρικής αυτοσυσχέτισης<sup>3</sup> “Moran’s I” και οι τοπικοί δείκτες χωρικής αυτοσυσχέτισης “Local Indications of Spatial Autocorrelation” (LISA) και “Getis-ord G”.

Μία άλλη μέθοδος, όπου χρησιμοποιείται για να δούμε τη μεταβολή μίας σχέσης στο χώρο είναι η Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση.

## 2.3. Ανάλυση Παλινδρόμησης

Ο κλάδος της Στατιστικής που εξετάζει τη σχέση μεταξύ δύο ή περισσότερων μεταβλητών με σκοπό την πρόβλεψη των τιμών της μίας, μέσω των τιμών της άλλης/άλλων μεταβλητών, ονομάζεται *Ανάλυση Παλινδρόμησης* (regression analysis). Σε κάθε πρόβλημα παλινδρόμησης διακρίνονται δύο *είδη μεταβλητών*: οι ανεξάρτητες ή επεξηγηματικές (independent or explanatory variables) και οι εξαρτημένες ή απόκρισης (dependent or response variables).

Σε *πειραματικές έρευνες*, ανεξάρτητη μεταβλητή X είναι εκείνη της οποίας τις τιμές μπορούμε να ελέγξουμε (ο ερευνητής καθορίζει την ανεξάρτητη μεταβλητή). Εξαρτημένη μεταβλητή Y είναι εκείνη στην οποία παρατηρούμε το αποτέλεσμα των μεταβολών στις ανεξάρτητες μεταβλητές.

Σε *μη πειραματικές έρευνες* (δειγματοληψία), η διάκριση μεταξύ ανεξάρτητων και εξαρτημένων μεταβλητών δεν είναι πάντοτε σαφής, γιατί οι μεταβλητές είναι τυχαίες και όχι ελεγχόμενες<sup>4</sup>.

Αν θεωρήσουμε δύο μεταβλητές X, Y οι οποίες συνδέονται με μία σχέση της μορφής  $Y=f(X)$ , τότε μπορούμε να προβλέψουμε ακριβώς την τιμή της Y για κάθε τιμή της X μέσω της παραπάνω σχέσης, αν οι τιμές της Y δεν υπόκεινται σε σφάλματα. Σε αυτήν την περίπτωση, οι δύο μεταβλητές X,Y λέμε ότι συνδέονται με την *προσδιοριστική* (deterministic) σχέση  $Y=f(X)$  και όσες φορές και αν επαναλάβουμε το πείραμα θέτοντας το X στο ίδιο επίπεδο  $X=x_i$ , θα παίρνουμε πάντα την ίδια τιμή για το Y και τα σημεία του διαγράμματος διασποράς θα βρίσκονται όλα πάνω στην καμπύλη της παραπάνω εξίσωσης (βλέπε Σχήμα 1)<sup>5</sup>.

Οι *μη προσδιοριστικές* σχέσεις (stochastic, probabilistic) μεταξύ μεταβλητών ονομάζονται *στοχαστικές* – στατιστικές σχέσεις. Σε αυτήν την περίπτωση όταν επαναλαμβάνουμε το πείραμα θέτοντας το X στο ίδιο επίπεδο  $X=x_i$ , παίρνουμε διαφορετικές τιμές για το Y<sup>6</sup>.

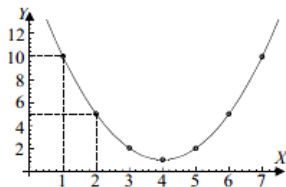
<sup>3</sup> Η χωρική αυτοσυσχέτιση εκφράζει τη σχέση μεταξύ της τιμής μιας τυχαίας μεταβλητής στη θέση i και της τιμής της ίδιας μεταβλητής στις «γειτονικές θέσεις» j. Αυτή η σχέση είναι γνωστή και ως ο Νόμος της Γεωγραφίας του Tobler, σύμφωνα με τον οποίο «τα πάντα σχετίζονται με όλα τα άλλα, αλλά τα κοντινότερα πράγματα σχετίζονται περισσότερο από αυτά που απέχουν» (Anselin, 1988).

<sup>4</sup> <http://www.aua.gr/gpapadopoulos/files/regression12a.pdf>

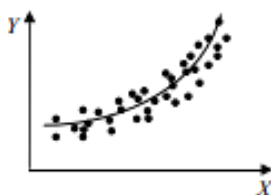
<sup>5</sup> <http://www.aua.gr/gpapadopoulos/files/regression12a.pdf>

<sup>6</sup> Στην τιμή της  $x_i$  της X, δεν αντιστοιχεί μόνο μία τιμή  $y_i$  της Y.

Το διάγραμμα διασποράς<sup>7</sup> στις μη προσδιοριστικές σχέσεις είναι ένα νέφος από σημεία, το οποίο καθορίζει μία ιδεατή γραμμή η οποία δίνει μία πρώτη εικόνα της σχέσης που συνδέει τις δύο μεταβλητές (βλέπε Σχήμα 2). Η σχέση μεταξύ των μεταβλητών είναι πιο ισχυρή όταν τα σημεία του διαγράμματος διασποράς βρίσκονται πλησιέστερα στην ιδεατή γραμμή<sup>8</sup>.



**Σχήμα 1:** Διάγραμμα διασποράς μιας προσδιοριστικής σχέσης  
 Πηγή: <http://www.aua.gr/gpapadopoulos/files/regression12a.pdf>



**Σχήμα 2:** Διάγραμμα διασποράς μιας ισχυρής σχέσης στην οποία όταν αυξάνουν οι τιμές της X αυξάνουν και οι τιμές της Y  
 Πηγή: <http://www.aua.gr/gpapadopoulos/files/regression12a.pdf>

- **Απλή Γραμμική Παλινδρόμηση**

Η απλούστερη περίπτωση παλινδρόμησης είναι η **Απλή Γραμμική Παλινδρόμηση**, κατά την οποία υπάρχει μόνο μία **ανεξάρτητη μεταβλητή X** και η **εξαρτημένη μεταβλητή Y**, η οποία μπορεί να προσεγγιστεί ικανοποιητικά από μία γραμμική συνάρτηση του X. Η περίπτωση αυτή εμφανίζεται τόσο σε πειραματικές όσο και σε μη πειραματικές μελέτες.

- **Ευθεία Παλινδρόμησης**

Μελετώντας ένα πρόβλημα και θεωρώντας τη μία μεταβλητή ως **ανεξάρτητη X** και την άλλη ως **εξαρτημένη Y**, η ευθεία που προσαρμόζεται καλύτερα στα σημεία αυτά καλείται **ευθεία παλινδρόμησης** της Y πάνω στη X. Η στοχαστική σχέση που μελετάται έχει τη μορφή

$$Y = b_0 + b_1X + \varepsilon \tag{1}$$

όπου  $b_0$  και  $b_1$  είναι οι παράμετροι τις οποίες πρέπει να εκτιμήσουμε, έτσι ώστε η ευθεία που θα προκύψει να μας δίνει όσο το δυνατόν την καλύτερη περιγραφή της σχέσης (εξάρτησης) που υπάρχει μεταξύ των μεταβλητών X και Y και  $\varepsilon$  είναι τυχαία μεταβλητή που ονομάζεται τυχαίο σφάλμα και εκφράζει την απόκλιση της Y από τον γραμμικό όρο  $b_0 + b_1X$ .

Η παράμετρος  $b_0$  μας δίνει το σημείο (0,  $b_0$ ), όπου η ευθεία τέμνει τον άξονα y'y, ενώ η παράμετρος  $b_1$  παριστάνει το συντελεστή διεύθυνσης της ευθείας (κλίση).

<sup>7</sup> Η χρήση διαγραμμάτων διασποράς της μορφής  $(X_1, Y_1), (X_2, Y_2), \dots, (X_n, Y_n)$ , είναι χρήσιμα στο να δείχνουν αν υπάρχει εξάρτηση μεταξύ των μεταβλητών X και Y, κι αν αυτές οι σχέσεις εμφανίζουν γραμμική ή καμπυλόγραμμη, θετική ή αρνητική, έντονη ή ήπια εξάρτηση.

<sup>8</sup> <http://www.aua.gr/gpapadopoulos/files/regression12a.pdf>

- **Μέθοδος των Ελαχίστων Τετραγώνων**

Μία μέθοδος που χρησιμοποιείται για την εκτίμηση των παραμέτρων  $b_0$  και  $b_1$ , άρα και για την εύρεση της εξίσωσης της καλύτερης ευθείας που προσαρμόζεται στα δεδομένα, είναι η **μέθοδος των Ελαχίστων Τετραγώνων**. Συγκεκριμένα η μέθοδος αυτή συνίσταται στον προσδιορισμό των παραμέτρων  $b_0$  και  $b_1$ , έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται το άθροισμα των τετραγώνων των κατακόρυφων αποστάσεων των σημείων  $(X_i, Y_i)$ , από την ευθεία  $Y = b_0 + b_1 X$ , δηλαδή το άθροισμα

$$\sum_{i=1}^v \varepsilon_i^2 = \sum_{i=1}^v (Y_i - b_0 - b_1 X_i)^2 \quad (2)$$

να γίνεται ελάχιστο.

Οι τιμές των παραμέτρων  $b_0$  και  $b_1$ , που ελαχιστοποιούν το άθροισμα (2), ονομάζονται **εκτιμήτριες ελαχίστων τετραγώνων**, συμβολίζονται με  $\hat{b}_0$  και  $\hat{b}_1$  και δίνονται από τις παρακάτω σχέσεις:

$$\hat{b}_0 = \frac{v \sum_{i=1}^v x_i y_i - \left( \sum_{i=1}^v x_i \right) \left( \sum_{i=1}^v y_i \right)}{v \sum_{i=1}^v x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^v x_i \right)^2} \quad (3)$$

$$\hat{b}_1 = \bar{Y} - \hat{b}_0 \bar{X} \quad (4)$$

$$\text{όπου } \bar{Y} = \frac{1}{v} \sum_{i=1}^v Y_i \text{ και } \bar{X} = \frac{1}{v} \sum_{i=1}^v X_i$$

$$\text{Η ευθεία: } \hat{Y} = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 X \quad (5)$$

ονομάζεται **ευθεία ελαχίστων τετραγώνων ή ευθεία παλινδρόμησης** της  $Y$  (πάνω) στη  $X$ .

## 2.4. Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση

Στο μοντέλο 
$$y_i = b_0 + \sum_{j=1}^p X_{ij} b_j + \varepsilon_i \quad (6)$$

της Συνήθους Γραμμικής Παλινδρόμησης που οδηγεί στις εκτιμήτριες

$$\hat{b} = (X^T X)^{-1} X^T y \quad (7)$$

των παραμέτρων, αν λάβουμε υπόψη τη γεωγραφική (χωρική) θέση  $(u_i, v_i)$  των σημείων που αφορούν τα δεδομένα τότε για κάθε σημείο  $i$  παίρνουμε ένα τοπικό μοντέλο

$$y_i = b(u_i, v_i) + \sum_k b_k(u_i, v_i) x_{ij} + \varepsilon_i \quad (8)$$

το οποίο οδηγεί στις εκτιμήτριες

$$\hat{b}(u_i, v_i) = (X^T W(u_i, v_i) X)^{-1} X^T W(u_i, v_i) y \quad (9)$$

όπου 
$$W(u_i, v_i) = \begin{pmatrix} w_{i1} & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & w_{i2} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & w_{i3} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & w_{in} \end{pmatrix} \quad (10)$$

έναν πίνακα βαρών για τη θέση  $(u_i, v_i)$ .

Σε κάθε σημείο του χώρου για το οποίο υπάρχουν δεδομένα υπολογίζουμε ένα μοντέλο παλινδρόμησης με βάση αυτό και γειτονικά του σημεία που ορίζουμε. Το συγκεκριμένο κάθε φορά σημείο με βάση το οποίο υπολογίζεται ένα τοπικό μοντέλο παλινδρόμησης ονομάζεται **σημείο παλινδρόμησης** (regression point).

Τα γειτονικά σημεία για κάθε σημείο παλινδρόμησης ορίζονται με βάση έναν πίνακα βαρών που δημιουργείται για κάθε σημείο παλινδρόμησης.

Επισημαίνουμε ότι ο πίνακας βαρών δεν είναι ίδιος για κάθε σημείο παλινδρόμησης και αυτό το χαρακτηριστικό της μεθόδου τη διαφοροποιεί από τη Συνήθη Παλινδρόμηση με βάρη.

Η απόδοση βαρών προτείνεται να γίνεται είτε μέσω μίας συνάρτησης **σταθερών πυρήνων** (fixed spatial Kernels) (βλέπε Σχήμα 4), είτε μέσω μίας συνάρτησης **προσαρμοσμένων πυρήνων** (adaptive spatial Kernels) (βλέπε Σχήμα 5).

Οι **σταθεροί πυρήνες** χαρακτηρίζονται από ένα σταθερό **εύρος ζώνης  $h$**  (bandwidth)<sup>9</sup> (βλέπε Σχήμα 3), ενώ οι **προσαρμοσμένοι** από ένα σταθερό **αριθμό σημείων**.

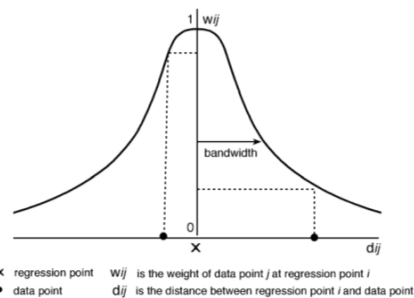
Η επιλογή του τρόπου απόδοσης βαρών δεν είναι θεωρητικά καθορισμένη, αλλά εξαρτάται από τη γεωγραφική κατανομή των θέσεων των δεδομένων<sup>10</sup>. Η χρήση των **σταθερών πυρήνων** χρησιμοποιείται κυρίως όταν έχουμε πυκνά χωρικά δεδομένα. Αντίθετα στις περιπτώσεις που τα δεδομένα είναι αραιά, η επιλογή **σταθερών πυρήνων** έχει προφανείς αρνητικές συνέπειες αφού τα τοπικά μοντέλα θα υπολογίζονται με λίγα σημεία.

Η χρήση των **προσαρμοσμένων πυρήνων** επιτρέπει τα βάρη να προσαρμόζονται ανάλογα με την πυκνότητα των δεδομένων. Για παράδειγμα, όταν τα δεδομένα είναι αραιά, τότε οι πυρήνες αποκτούν μεγαλύτερο εύρος ζώνης, ενώ στις περιπτώσεις που τα δεδομένα είναι πιο πυκνά, αποκτούν μικρότερο εύρος ζώνης (βλέπε Σχήμα 5).

Για τον υπολογισμό βαρών με τη μέθοδο των **προσαρμοσμένων πυρήνων** χρησιμοποιείται συνήθως η διτετράγωνη συνάρτηση

$$w_{ij} = \begin{cases} [1 - (d_{ij} / h_i)^2]^2 & \text{if } d_{ij} \leq h_i \\ 0 & \text{αλλιώς} \end{cases} \quad (11)$$

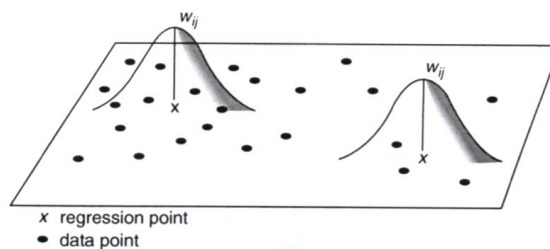
όπου για κάθε σημείο  $i$  στο οποίο γίνεται μια τοπική παλινδρόμηση το βάρος στο σημείο  $j$  είναι  $w_{ij}$  όπου  $d_{ij}$  είναι η απόσταση μεταξύ  $i$  και  $j$ , και  $h_i$  είναι η απόσταση του  $N$ -οστού κοντινότερου γείτονα του  $i$  από το σημείο  $i$  ( $h_i = d_{iN}$ ).



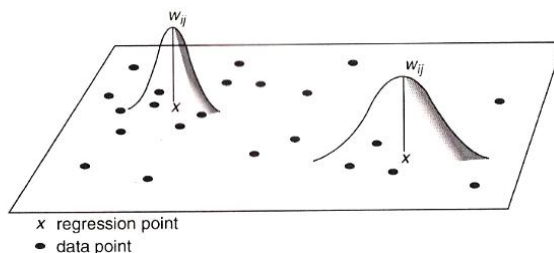
**Σχήμα 3:** Χωρικός Πυρήνας (Spatial Kernel)  
Πηγή: (Fotheringham A. S. et al., 2002)

<sup>9</sup> Μετρά την απόσταση του σημείου παλινδρόμησης με τον κοντινότερο γείτονα κι έπειτα αποδίδονται τα βάρη

<sup>10</sup> Κουτσόπουλος (2009)



**Σχήμα 4:** Η Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση με τη χρήση σταθερών πυρήνων  
 Πηγή: (Fotheringham A. S. et al., 2002)



**Σχήμα 5:** Η μέθοδος της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης με προσαρμοσμένους χωρικούς πυρήνες  
 Πηγή: (Fotheringham A. S. et al., 2002)

## 2.5. Εφαρμογή της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης για τις τιμές των κατοικιών στο Λονδίνο

Στη συγκεκριμένη μελέτη εφαρμόζεται η Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση για τις τιμές των κατοικιών του Λονδίνου, με σκοπό να διερευνηθούν τα πλεονεκτήματά της έναντι της Συνήθους Παλινδρόμησης.

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τη συγκεκριμένη μελέτη, αφορούσαν τιμές κατοικιών από 12.493 ιδιοκτησίες που πουλήθηκαν το 1991 στο Λονδίνο. Για τη μελέτη των τιμών των κατοικιών κάποιες από τις ανεξάρτητες μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν στο μοντέλο παλινδρόμησης ήταν η έκταση (σε £/m<sup>2</sup>), οι χρονικές περίοδοι (λ.χ. περίοδος 1940-1959, δεκαετίες '60, '70, '80), ο τύπος κατοικίας (λ.χ. διαμερίσματα, μονοκατοικίες), η ύπαρξη θέσεων στάθμευσης, κεντρικής θέρμανσης, ο αριθμός των δωματίων μπάνιου (συγκεκριμένα η ύπαρξη δύο μπάνιων) σε κάθε κατοικία, η ανεργία σαν κοινωνικοοικονομικός δείκτης, κ.ά.

Πριν την εφαρμογή της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης, έγινε ανάλυση της μεταβλητότητας των τιμών των κατοικιών, για κάθε μία από τις 33 συνοικίες του Λονδίνου (βλέπε Πίνακα 1 και Χάρτη 1).

Από αυτήν την ανάλυση, παρατηρήθηκε μία γενική τάση, με τις τιμές στα δυτικά να είναι υψηλότερες από ότι στα ανατολικά. Το ίδιο παρατηρήθηκε και σε κάποιες συνοικίες από το κέντρο προς τα νοτιοδυτικά.



**Πίνακας 1:** Μέσος όρος των τιμών των ακινήτων στις 33 συνοικίες του Λονδίνου για το έτος 1991  
 Πηγή: (Fotheringham A. S. et al., 2002)

<b>Borough</b>	<b>Average house price (£)</b>
Kensington and Chelsea	135063
City	127667
Westminster	114456
Camden	110654
Richmond	109231
Hammersmith	93112
Barnet	92361
Bromley	91436
Islington	91109
Wandsworth	89175
Harrow	85140
Enfield	83387
Kingston	82828
Hounslow	81368
Sutton	80203
Lambeth	79770
Ealing	79200
Brent	78596
Havering	78314
Haringey	77631
Merton	77423
Hillingdon	76900
Redbridge	75955
Southwark	75263
Greenwich	73346
Tower Hamlets	73115
Bexley	72988
Croydon	72386
Hackney	71219
Lewisham	69746
Waltham Forest	64800
Barking	61826
Newham	56365



**Χάρτης 1:** Μέσος όρος των τιμών των κατοικιών στις συνοικίες του Λονδίνου  
 Πηγή: (Fotheringham A. S. et al., 2002)

### **2.5.1. Εφαρμογή της Συνήθους Μεθόδου Παλινδρόμησης για τις τιμές των κατοικιών στο Λονδίνο**

Εφαρμόζοντας ένα μοντέλο παλινδρόμησης σε όλη την περιοχή μελέτης (Καθολική Μέθοδος Παλινδρόμησης), προέκυψαν οι εκτιμήσεις των παραμέτρων για κάθε μία από τις ανεξάρτητες μεταβλητές. Συγκεκριμένα, η παράμετρος της μεταβλητής «δεκαετία του '80» έδειξε να συμβάλει περισσότερο στην αύξηση των τιμών των κατοικιών σε σχέση με τις προηγούμενες δεκαετίες.

Ακόμα οι παράμετροι των μεταβλητών «θέση στάθμευσης», «κεντρική θέρμανση», «ύπαρξη δύο δωματίων μπάνιου», έδειξαν ότι συμβάλλουν κι αυτές στην αύξηση των τιμών των κατοικιών.

Αντίθετα η μεταβλητή «ανεργία» έδειξε να συμβάλλει στη μείωση της τιμής μίας κατοικίας (-211£). Έτσι κατοικίες που δεν πλήττονταν από το φαινόμενο της ανεργίας είχαν υψηλότερη τιμή από αυτές που πλήττονταν.

Επίσης από τα αποτελέσματα φάνηκε να υπάρχει μέτρια συσχέτιση μεταξύ της τιμής των κατοικιών (εξαρτημένη μεταβλητή) με τις επεξηγηματικές μεταβλητές, με το συντελεστή προσδιορισμού  $R^2$  να παίρνει την τιμή 0,6. Γι' αυτό το λόγο έγινε έλεγχος των σφαλμάτων κι έδειξε ότι η κατανομή τους δεν είναι τυχαία στο χώρο, ένδειξη που φανερώνει ότι υπάρχει χωρική αυτοσυσχέτιση μεταξύ των τιμών των κατοικιών.

Επομένως το μοντέλο αυτό δεν προσαρμόζεται ικανοποιητικά στο χώρο. Επίσης δε δείχνει τις μεταβολές των παραμέτρων στο χώρο.

### **2.5.2. Εφαρμογή του Συνήθους Μοντέλου Παλινδρόμησης κατά τμήματα της περιοχής μελέτης για τις τιμές των κατοικιών στο Λονδίνο**

Η περιοχή μελέτης χωρίστηκε σε 33 συνοικίες, με σκοπό να κατασκευαστεί ένα μοντέλο παλινδρόμησης για καθεμία από αυτές.

Τα σχετικά αποτελέσματα οπτικοποιήθηκαν σε δύο χάρτες. Ο ένας χάρτης παρουσιάζει τη διαμόρφωση των τιμών (σε £/m<sup>2</sup>) για τα διαμερίσματα και ο άλλος για τις μονοκατοικίες (αντίστοιχα βλέπε Χάρτες 2 και 3).

Από τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης μεθόδου φάνηκε ότι υπάρχουν διαφορές ή ομοιότητες από συνοικία σε συνοικία. Για παράδειγμα από τις τιμές των διαμερισμάτων (σε £/m<sup>2</sup>) που υπολογίστηκαν με αυτό το μοντέλο παλινδρόμησης, φάνηκε ότι οι τιμές κυμαίνονταν από 1574 (σε £/m<sup>2</sup>) στο Kensington και στη Chelsea έως 104 (σε £/m<sup>2</sup>) στο Havering σε αντίθεση με το προηγούμενο μοντέλο παλινδρόμησης (Καθολικό μοντέλο παλινδρόμησης) που έδειξε ότι ο μέσος όρος των διαμερισμάτων συνολικά για την περιοχή ήταν 574 (σε £/m<sup>2</sup>). Παρόλα αυτά και σε αυτήν την μέθοδο υπάρχει πληροφορία που δεν εξηγείται, όπως στα σύνορα μεταξύ των συνοικιών ή και εντός των συνοικιών.

Επομένως και αυτό το μοντέλο δεν αναπαριστά ικανοποιητικά τις μεταβολές των παραμέτρων για τη σχέση των τιμών (σε £/m<sup>2</sup>) των κατοικιών με τις επεξηγηματικές μεταβλητές.



**Χάρτης 2:** Κατανομή τιμών (σε £/ m<sup>2</sup>) για τα διαμερίσματα από την παλινδρόμηση που εφαρμόστηκε σε κάθε μία από τις συνοικίες του Λονδίνου  
 Πηγή: (Fotheringham A. S. et al., 2002)



**Χάρτης 3:** Κατανομή τιμών (σε £/ m<sup>2</sup>) για τις μονοκατοικίες από την παλινδρόμηση που εφαρμόστηκε σε κάθε μία από τις συνοικίες του Λονδίνου  
 Πηγή: (Fotheringham A.S. et al., 2002)

### 2.5.3. Εφαρμογή της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης για τις τιμές των κατοικιών στο Λονδίνο

Στη συγκεκριμένη μέθοδο υπολογίστηκε ένα μοντέλο παλινδρόμησης για κάθε μία από τις κατοικίες του Λονδίνου. Εφαρμόστηκαν και οι δύο τρόποι απόδοσης βαρών, δηλαδή οι σταθεροί (fixed spatial Kernels) και οι προσαρμοσμένοι χωρικοί πυρήνες (adaptive spatial Kernels).

Τα αποτελέσματα από τη χρήση των σταθερών χωρικών πυρήνων (fixed spatial Kernels) για τη σχέση των τιμών των κατοικιών με τις επεξηγηματικές μεταβλητές και ειδικότερα για τα διαμερίσματα (βλέπε Χάρτη 4) έδειξαν ότι οι υψηλότερες εντοπίστηκαν περιμετρικά των δύο πλευρών του ποταμού Τάμεση. Ακόμα, υψηλές τιμές εντοπίστηκαν στις συνοικίες Kensington και Chelsea, Westminster και Camden. Από την άλλη, οι χαμηλότερες τιμές για τα διαμερίσματα εντοπίστηκαν στις συνοικίες Bexley, Havering, Harrow και Hillingdon.

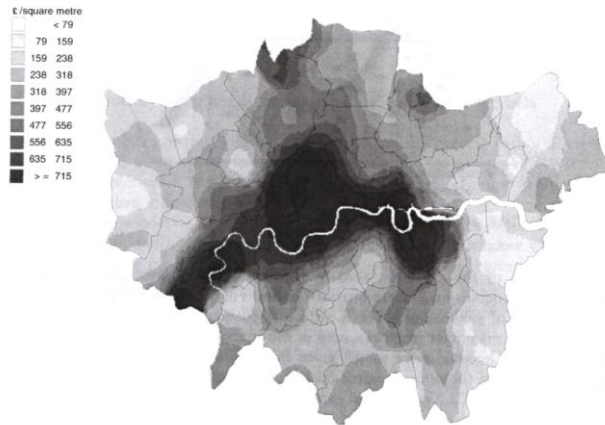
Επίσης σε όλη την περιοχή μελέτης η χωρική μεταβλητότητα των παραμέτρων ήταν εμφανής, εμφανίζοντας τις μεταβολές εντός κι εκτός των συνοικιών αλλά και στα σύνορα τους. Με αυτόν τον τρόπο η Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση έδειξε να υπερτερεί έναντι των προηγούμενων μοντέλων που εφαρμόστηκαν στη συγκεκριμένη περιοχή.

Από τη χρήση των προσαρμοσμένων πυρήνων τα αποτελέσματα έδωσαν μία πιο ομαλή επιφάνεια (βλέπε Χάρτη 5), η οποία ανταποκρίνεται περισσότερο στην πραγματικότητα σε σχέση με τους σταθερούς

πυρήνες. Αυτό συμβαίνει διότι το εύρος της ζώνης (bandwidth) προσαρμόζεται ανάλογα με τα διαθέσιμα σημεία δεδομένων (data points).

Ακόμα οι τιμές των υπολοίπων (residuals) της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης δείχνουν απουσία χωρικής αυτοσυσχέτισης σε σχέση με το Καθολικό Μοντέλο (βλέπε Χάρτες 6 και 7), γεγονός που δείχνει ότι η Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση δίνει καλύτερα αποτελέσματα προσαρμογής στα χωρικά δεδομένα.

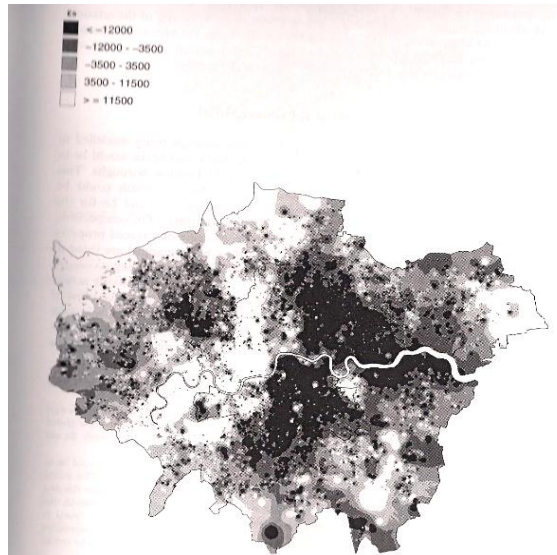
Επομένως, τα αποτελέσματα της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης έδειξαν να προσαρμόζονται καλύτερα σε σχέση με τα μοντέλα Συνήθους Παλινδρόμησης που υπολογίστηκαν. Επίσης η συγκεκριμένη μέθοδος φάνηκε χρήσιμη στη μελέτη των τοπικών χωρικών σχέσεων και της μεταβλητότητας των παραμέτρων.



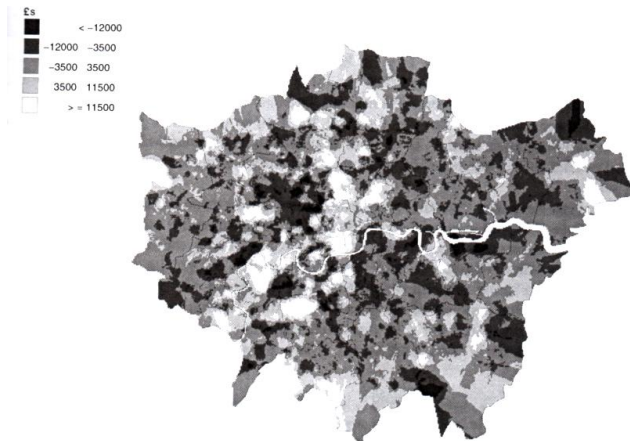
**Χάρτης 4:** Τιμές των διαμερισμάτων από τη χρήση της μεθόδου της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης με σταθερούς χωρικούς πυρήνες  
Πηγή: (Fotheringham A. S. et al., 2002)



**Χάρτης 5:** Κατανομή των τιμών των διαμερισμάτων (€/m<sup>2</sup>) από τη χρήση της μεθόδου της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης με προσαρμοσμένους χωρικούς πυρήνες  
Πηγή: (Fotheringham A. S. et al., 2002)



**Χάρτης 6:** Οπτικοποίηση των υπολοίπων (residuals) για το Καθολικό (Global) μοντέλο  
 Πηγή: (Fotheringham A. S. et al., 2002)



**Χάρτης 7:** Οπτικοποίηση των υπολοίπων (residuals) για το μοντέλο της  
 Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης (GWR)  
 Πηγή: (Fotheringham A. S. et al., 2002)

## 2.6.Εφαρμογή της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης σε χαρακτηριστικά του δέντρου του Ευκαλύπτου σε δάσος της Αυστραλίας

Ο εσωτερικός ανταγωνισμός στα δέντρα δημιουργεί μία τάση αρνητικής αυτοσυσχέτισης, δηλαδή μεγαλύτερα σε μέγεθος δέντρα περικλείονται από μικρότερα δέντρα και αντίστροφα (Garcia, 1992, 1994; Magnussen, 1994). Οι δασολόγοι έχουν χρησιμοποιήσει πληθώρα από στατιστικές τεχνικές για να μελετήσουν τέτοιου είδους χωρικές αυτοσυσχετίσεις (λ.χ. Reed και Burkhardt, 1985).

Έτσι αναπτύχθηκαν μία πληθώρα από στατιστικές τεχνικές, με σκοπό να μοντελοποιήσουν τις τοπικές μεταβολές των πολύπλοκων σχέσεων μεταξύ τυχαίων μεταβλητών στο χώρο.

Σκοπός αυτής της μελέτης ήταν να ανακαλυφθούν και να μοντελοποιηθούν οι χωρικές μεταβολές της σχέσης διαμέτρου-ύψους για το δέντρο του Ευκαλύπτου, στο δάσος “Glenbog” της «Νέας Νότιας Ουαλίας» (New South Wales) στην Αυστραλία.

Και σε αυτήν την εφαρμογή η Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση χρησιμοποιήθηκε για την ανίχνευση χωρικών μεταβολών, υπολογίζοντας ένα μοντέλο παλινδρόμησης για κάθε δέντρο, αποδίδοντας βάρη σε όλα τα γειτονικά δέντρα, βάση μίας συνάρτησης απόστασης από το υπό μελέτη δέντρο (subject tree) κάθε φορά.

Άλλο στόχο, αποτέλεσε η διερεύνηση πλεονεκτημάτων της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης έναντι του Καθολικού Μοντέλου (Ordinary Least Squares- OLS).

Τέλος η συγκεκριμένη μελέτη αποσκοπούσε στο να διερευνήσει τις πιθανές εφαρμογές του μοντέλου της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης στη διαχείριση των δασών.

### 2.6.1.Αποτελέσματα από την εφαρμογή της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης στα δέντρα του Ευκαλύπτου

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το μοντέλο της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης προσαρμόζεται καλύτερα σε σχέση με το Καθολικό Μοντέλο, δηλαδή έδειξε να έχει καλύτερη εφαρμογή στη σχέση διαμέτρου του βλαστού (Diameter at Breast Height-DBH) με το συνολικό ύψος (Total Height-HT) (βλέπε Πίνακα 2).

Συγκεκριμένα, το μοντέλο της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης έδειξε ότι παράγει μικρότερα υπόλοιπα από το Καθολικό Μοντέλο (βλέπε Πίνακα 2).

Ακόμα ο σταθερός όρος ( $b_0$ ) και η παράμετρος ( $b_1$ ) του μοντέλου της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης έδειξαν μεγαλύτερη μεταβλητότητα σε σχέση με το Καθολικό Μοντέλο (βλέπε Πίνακα 3).

Συγκεκριμένα με βάση το ενδοτεταρτημοριακό εύρος από τον Πίνακα των 5-αριθμών της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης (βλέπε Πίνακα 3) έχουμε ότι για τον σταθερό όρο ( $b_0$ ) το εύρος είναι 0,56 και στο Καθολικό μοντέλο το 68% περίπου των παρατηρήσεων βρίσκεται σε ένα διάστημα εύρους 0,14, επομένως υπάρχει μεγαλύτερη μεταβλητότητα στα  $b_0$  της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης. Επίσης, με βάση το ενδοτεταρτημοριακό εύρος από τον Πίνακα των 5-αριθμών της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης για την παράμετρο ( $b_1$ ) το εύρος είναι 0,18 και στο Καθολικό μοντέλο το 68% περίπου των παρατηρήσεων βρίσκεται σε ένα διάστημα εύρους 0,04, επομένως υπάρχει μεγαλύτερη μεταβλητότητα στα  $b_1$  της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης.

Τέλος, η χρήση της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης έδωσε αξιόπιστα αποτελέσματα, διευκολύνοντας την εξαγωγή εκτιμήσεων σε σχέση με τη μελέτη των ειδών ως προς τα χαρακτηριστικά τους, όπως το ύψος τους.

**Πίνακας 2:** Ανάλυση διακύμανσης των υπολοίπων (Residuals) για το Καθολικό Μοντέλο (OLS) και τη Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση (GWR)  
Πηγή: (Zhang L, et al., 2003)

Source	SS	d.f.	MS	F	P-value
OLS residuals	2.74	2.00			
GWR improvement	1.71	43.10	0.0396		
GWR residuals	1.03	55.90	0.0184	2.1521	0.0036

**Πίνακας 3:** Εκτίμηση παραμέτρων για το Καθολικό Μοντέλο (OLS) και τη Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση (GWR)  
Πηγή: (Zhang L, et al., 2003)

Statistics	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
OLS model		
Estimate	0.9085	0.5944
Standard error	0.0866	0.0248
Lower limit of 95% CI	0.7366	0.5452
Upper limit of 95% CI	1.0803	0.6435
$\beta - 1$ S.D.	0.8219	0.5696
$\beta + 1$ S.D.	0.9951	0.6192
GWR model		
Mean	0.8450	0.6160
Minimum	-1.0128	0.1429
25% quartile	0.5026	0.5348
Median (50% quartile)	0.6790	0.6626
75% quartile	1.0649	0.7116
Maximum	2.6335	1.0123

# 3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

---

## 3.1. Περιοχή μελέτης

Ως ευρύτερη περιοχή μελέτης της παρούσας εργασίας θεωρείται ο Νομός Αττικής, που αποτελεί μία από τις 13 περιφέρειες της Ελλάδας σήμερα. Η περιφέρεια Αττικής περιλαμβάνει το νοτιοανατολικό τμήμα της Στερεάς Ελλάδας, την Τροιζηνία στη χερσόνησο της Αργολίδας, κάποια από τα νησιά του Αργοσαρωνικού και τα νησιά Κύθηρα και Αντικύθηρα (βλέπε το μικρότερο σχήμα του Χάρτη 8). Η έκταση της καλύπτει το 2,9% της συνολικής έκτασης της χώρας, με συνολική έκταση 3.808 km<sup>2</sup> κι έχει ως έδρα την Αθήνα, που είναι ταυτόχρονα και πρωτεύουσα της Ελλάδας.

Όσον αφορά την περιφερειακή διαίρεση της Αττικής, στο παρελθόν χωρίζονταν σε τέσσερις αυτόνομες Νομαρχίες, τη Νομαρχία Αθηνών, τη Νομαρχία Πειραιώς, τη Νομαρχία Ανατολικής Αττικής και τη Νομαρχία Δυτικής Αττικής.

Με βάση όμως το νέο Νόμο που ακολουθεί το πρόγραμμα Καλλικράτης, το οποίο τέθηκε σε ισχύ την 1/1/2011, τα τέσσερα νομαρχιακά διαμερίσματα καταργήθηκαν και δημιουργήθηκαν οκτώ περιφερειακές ενότητες. Η Νομαρχία Αθηνών διασπάστηκε σε τέσσερις περιφερειακές ενότητες, Κεντρικού Τομέα Αθηνών, Βορείου Τομέα Αθηνών, Δυτικού Τομέα Αθηνών και Νοτίου Τομέα Αθηνών, η Νομαρχία Πειραιώς διασπάστηκε στην περιφερειακή ενότητα Πειραιώς και στην περιφερειακή ενότητα Νήσων, ενώ οι Νομαρχίες Ανατολικής Αττικής και Δυτικής Αττικής μετατράπηκαν στις αντίστοιχες περιφερειακές ενότητες.

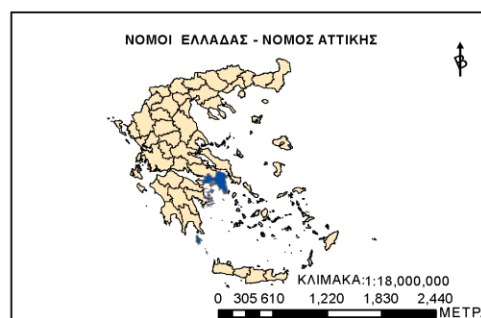
Η περιοχή μελέτης περιλαμβάνει οκτώ δήμους του Λεκανοπεδίου Αττικής<sup>11</sup>. Συγκεκριμένα περιλαμβάνονται οι δήμοι της Μεταμόρφωσης, του Αμαρουσίου, της Πεύκης, της Λυκόβρυσσης, της Νέας Χαλκηδόνας, του Νέου Ηρακλείου, της Νέας Φιλαδέλφειας και της Νέας Ιωνίας (βλέπε Χάρτη 8). Από αυτούς τους δήμους όλοι ανήκουν στο Βόρειο Τομέα Αθηνών με εξαίρεση τον ενοποιημένο πλέον δήμο Νέας Φιλαδέλφειας- Νέας Χαλκηδόνας που ανήκουν στον Κεντρικό Τομέα.

Ο λόγος που χρησιμοποιούνται μόνο οι παραπάνω οκτώ δήμοι είναι διότι σε αυτούς τους δήμους έχουμε καταγεγραμμένα στοιχεία σε σχέση με τα χαρακτηριστικά και την ακριβή τοποθεσία των κατοικιών. Η χρήση των χαρακτηριστικών των κατοικιών, συμβάλλει στην εφαρμογή της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης, ορίζοντας αυτά τα δεδομένα ως μεταβλητές.

---

<sup>11</sup> Είναι ο γεωγραφικός χώρος στο κέντρο της Αττικής, εντός του οποίου έχει αναπτυχθεί το πολεοδομικό συγκρότημα της Αθήνας.

## ΔΗΜΟΙ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ



### ΥΠΟΜΝΗΜΑ

□ ΔΗΜΟΙ

ΠΡΟΒΟΛΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ: ΕΓΣΑ '87  
ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ: ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ ΠΕΤΣΑ

ΚΛΙΜΑΚΑ: 1:60,000

0 1,100 2,200 4,400 ΜΕΤΡΑ

Χάρτης 8: Απεικόνιση των Δήμων στην περιοχή μελέτης, του Νομού Αττικής



## 3.2. Δεδομένα

Τα δεδομένα παραχωρήθηκαν από την Πολιτικό Μηχανικό του Οργανισμού Εργατικής Κατοικίας (ΟΕΚ) Κα Βασιλική Κυριακού. Δόθηκαν σε μορφή αρχείου “MS Office”. Συνολικά δόθηκαν περίπου 570 αρχεία “MS Office”. Καθένα αποτελούσε την έκθεση πραγματογνωμοσύνης συγκεκριμένης κατοικίας. Από τα στοιχεία που ήταν καταγεγραμμένα σε κάθε έκθεση πραγματογνωμοσύνης επιλέξαμε για επεξεργασία στην παρούσα μελέτη τα ακόλουθα: την πραγματική και την αντικειμενική αξία, την επιφάνεια που καταλαμβάνει η κάθε κατοικία, τον όροφο, την ύπαρξη χώρου στάθμευσης, την παλαιότητα<sup>12</sup>, το έτος όπου έγινε η εκτίμηση και αποδόθηκαν οι συγκεκριμένες τιμές στα ακίνητα, ένα χαρακτηριστικό κωδικό για κάθε κατοικία, τη διεύθυνση, τον αριθμό του οικοδομικού τετραγώνου και το δήμο όπου ανήκει η κάθε κατοικία.

Από τα δεδομένα χρησιμοποιήθηκαν όσα αφορούσαν διαμερίσματα σε πολυκατοικίες και όχι μεζονέτες ή μονοκατοικίες.

Συμπληρωματικά χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα που αφορούσαν αρχεία μορφής “shapefile”, με βάσεις δεδομένων των οκτώ δήμων και των οικοδομικών τετραγώνων, τα οποία δόθηκαν από την Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία.

Επίσης συλλέξαμε δεδομένα από την ψηφιακή βάση ανοικτών δεδομένων της ιστοσελίδας “geodata.gov.gr”. Από τη συγκεκριμένη ιστοσελίδα χρησιμοποιήθηκαν αρχεία μορφής “shapefile”, σχετικά με το δίκτυο των μεταφορικών μέσων που υπάρχουν στο Λεκανοπέδιο Αττικής και ειδικότερα για τις στάσεις του Μετρό και του Προαστιακού σιδηρόδρομου (βλέπε τελικό χάρτη ψηφιοποίησης – Χάρτης 9).

Ακόμα για την ψηφιοποίηση των χώρων πρασίνου με σκοπό τον υπολογισμό των αποστάσεων των κατοικιών από αυτούς, συλλέξαμε πληροφορίες από το Κέντρο Ηλεκτρονικής Εξυπηρέτησης του Δήμου Αθηναίων. Βάση αυτής της Υπηρεσίας, το πράσινο της Αθήνας διαιρέθηκε σε δύο βασικές κατηγορίες. Η μία κατηγορία περιλάμβανε τους μεγάλους χώρους πρασίνου, όπως το Άλσος Βαρβαρέσου του δήμου Πεύκης. Η έκταση που καταλαμβάνουν οι μεγάλοι χώροι πρασίνου είναι μεγαλύτερη από 10.000 m<sup>2</sup> και έχουν βλάστηση μεσογειακού τύπου με διάφορα είδη δέντρων και θάμνων. Η άλλη κατηγορία που ήταν και η κυριότερη στην παρούσα μελέτη, αφορούσε τους μικρούς χώρους πρασίνου ή αλλιώς το πράσινο της γειτονιάς. Η έκταση των συγκεκριμένων χώρων δεν ξεπερνά τα 10.000 m<sup>2</sup> και αφορά πλατείες, δάση, πάρκα, πεζόδρομους, μέσα στις συνοικίες της πόλης. Όσον αφορά τη βλάστηση, είναι μικτή με είδη ελληνικά και ξενικά, η οποία δημιουργήθηκε μέσω συστηματικών φυτεύσεων δέντρων και θάμνων. Ακόμα χρησιμοποιήθηκε ένα επιπλέον στοιχείο για την οπτικοποίηση των χώρων πρασίνου της Νέας Φιλαδέλφειας και αυτό ήταν ένα αρχείο μορφής “shapefile”, με τους χώρους πρασίνου της περιοχής από την ψηφιακή βάση ανοικτών δεδομένων της ιστοσελίδας “geodata.gov.gr” (βλέπε τελικό χάρτη ψηφιοποίησης – Χάρτης 10).

Επιπλέον ψηφιοποιήθηκαν τρεις βασικοί οδικοί άξονες της περιοχής μελέτης, όπως ήταν η Αττική οδός, η Εθνική οδός Αθηνών-Θεσσαλονίκης και η οδός Κηφισίας, ώστε να υπολογιστούν οι αποστάσεις από τις κατοικίες (βλέπε τελικό χάρτη ψηφιοποίησης – Χάρτης 11).









---

<sup>12</sup> Ο Δείκτης παλαιότητας παίρνει τιμές από 0,6 (για τα παλαιότερα) έως 1 (για τα νεότερα).

## ΣΤΑΘΜΟΙ ΜΕΤΡΟ ΚΑΙ ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ



### ΥΠΟΜΝΗΜΑ

-  ΣΤΑΘΜΟΣ ΜΕΤΡΟ-ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟΥ
-  Δ. ΠΕΥΚΗΣ
-  Δ. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ
-  Δ. ΝΕΑΣ ΙΩΝΙΑΣ
-  Δ. ΑΜΑΡΟΥΣΙΟΥ
-  Δ. ΛΥΚΟΒΡΥΣΗΣ
-  Δ. ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΣΗΣ
-  Δ. ΝΕΑΣ ΧΑΛΚΗΔΟΝΑΣ
-  Δ. ΝΕΑΣ ΦΙΛΑΔΕΛΦΕΙΑΣ

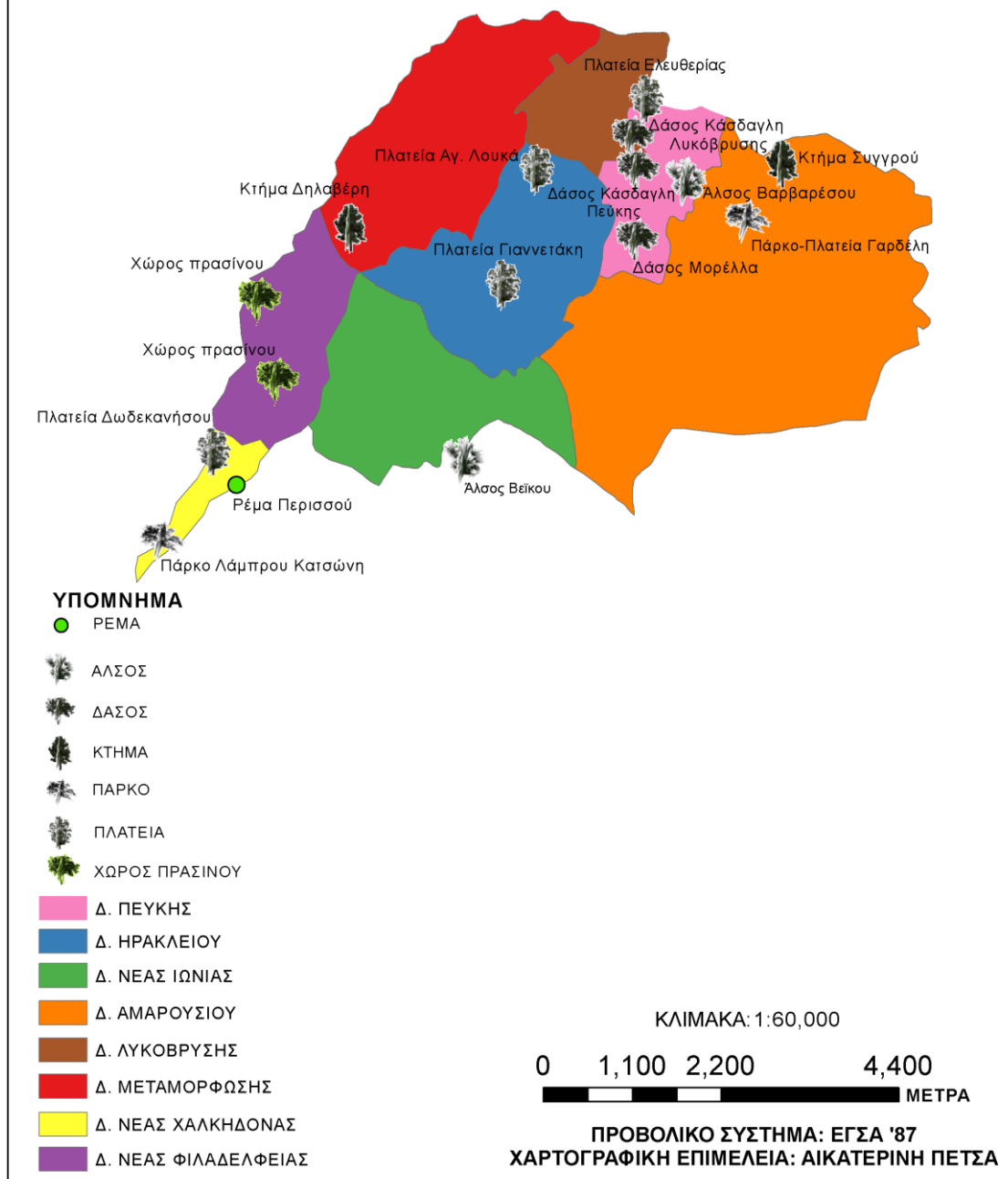
ΠΡΟΒΟΛΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ: ΕΓΣΑ '87  
ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ ΧΑΡΤΗ: ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ ΠΕΤΣΑ

ΚΛΙΜΑΚΑ: 1:60,000

0 1,100 2,200 4,400  
ΜΕΤΡΑ

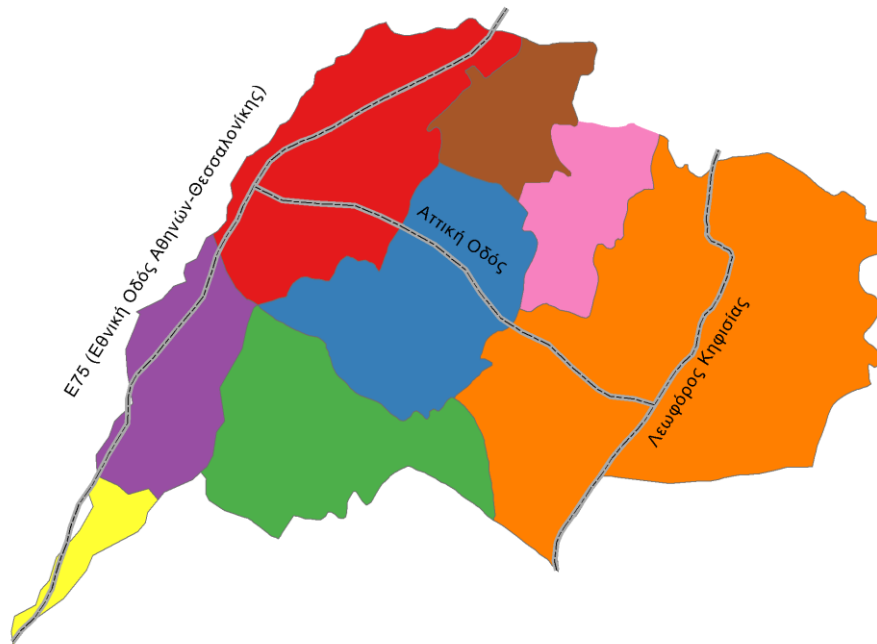
Χάρτης 9: Απεικόνιση των σταθμών του μετρό και του προαστιακού σιδηρόδρομου στην περιοχή μελέτης

## ΧΩΡΟΙ ΠΡΑΣΙΝΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ



**Χάρτης 10:** Απεικόνιση των χώρων πρασίνου στην περιοχή μελέτης

## ΟΔΙΚΟΙ ΑΞΟΝΕΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ



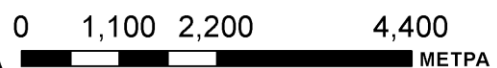
### ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- ΟΔΙΚΟΣ ΑΞΟΝΑΣ
- Δ. ΠΕΥΚΗΣ
- Δ. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ
- Δ. ΝΕΑΣ ΙΩΝΙΑΣ
- Δ. ΑΜΑΡΟΥΣΙΟΥ
- Δ. ΛΥΚΟΒΡΥΣΗΣ
- Δ. ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΣΗΣ
- Δ. ΝΕΑΣ ΧΑΛΚΗΔΟΝΑΣ
- Δ. ΝΕΑΣ ΦΙΛΑΔΕΛΦΕΙΑΣ

ΚΛΙΜΑΚΑ: 1:60,000

ΠΡΟΒΟΛΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ: ΕΓΣΑ '87

ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ: ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ ΠΕΤΣΑ



Χάρτης 11: Απεικόνιση των κυρίων οδικών αξόνων στην περιοχή μελέτης

### 3.3. Διαδικασία έρευνας

Αρχικά, έγινε καταγραφή των στοιχείων των κατοικιών και συλλογή των δεδομένων που ήταν χρήσιμα για τη διεξαγωγή της μελέτης, όπως περιγράφεται παραπάνω, συγκεντρώνοντάς τα σε ένα τελικό αρχείο “MS Office Excel”.

Το επόμενο στάδιο περιλάμβανε την ταύτιση των οικοδομικών τετραγώνων του αρχείου “MS Office Excel” με τα αντίστοιχα οικοδομικά τετράγωνα της βάσης δεδομένων που δόθηκε από την Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία, με σκοπό τη χωρική αναπαράσταση των κατοικιών μέσω του λογισμικού “ArcMap” της εταιρίας “ESRI”.

Οι κωδικοί των οικοδομικών τετραγώνων από το αρχείο της ψηφιακής βάσης δεδομένων που δόθηκε από την Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία δεν ταίριαζαν με τους κωδικούς του τελικού αρχείου “MS Office Excel” με τα συγκεντρωτικά δεδομένα, ώστε να γίνει η ένωση των δεδομένων στο λογισμικό “ArcMap” και να οπτικοποιηθούν οι θέσεις των κατοικιών. Για την αντιμετώπιση του συγκεκριμένου προβλήματος, χρησιμοποιήθηκε η στήλη με τις διευθύνσεις των κατοικιών από το τελικό αρχείο “MS Office Excel” και παράλληλα ο χάρτης υπόβαθρο με τους δρόμους από τους έτοιμους χάρτες που διαθέτει η “version 10.2” του λογισμικού “ArcMap” της εταιρίας “ESRI”. Συνδυαστικά χρησιμοποιήθηκε η ιστοσελίδα του χρυσού οδηγού<sup>13</sup> που περιείχε τους χάρτες με τις διευθύνσεις για διπλή ταυτοποίηση των σημείων όπου βρίσκονταν οι κατοικίες, ώστε να αποδοθεί ένας νέος διορθωμένος κωδικός οικοδομικού τετραγώνου για κάθε κατοικία στο τελικό αρχείο “MS Office Excel” που να συνδέεται με τον αντίστοιχο κωδικό του αρχείου της βάσης δεδομένων των οικοδομικών τετραγώνων που δόθηκε από την Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία.

Μετά τη διόρθωση όλων των κωδικών έγινε ένωση των δύο αρχείων οπτικοποιώντας στο λογισμικό “ArcMap” τα σημεία όπου βρίσκονταν οι θέσεις των κατοικιών. Σε αυτήν την περίπτωση πάλι εντοπίστηκε μία δυσκολία. Κάποια από τα οικοδομικά τετράγωνα περιείχαν παραπάνω από μία κατοικίες με αποτέλεσμα κατά την ένωση να έχει καταγραφεί μία μόνο. Σε αυτή την περίπτωση επιλέχθηκε ο κάθε δήμος χωριστά και ενώθηκε με την αντίστοιχη στήλη οικοδομικών τετραγώνων ενός αρχείου “MS Office Excel” που κατασκευάστηκε για κάθε δήμο χωριστά. Με αυτόν τον τρόπο εντοπίστηκαν τα σημεία που δεν είχαν καταγραφεί ανά δήμο και ψηφιοποιήθηκαν, δίνοντας ένα νέο κωδικό id και συμπληρώνοντας τα στοιχεία που έλειπαν. Έπειτα αφού ολοκληρώθηκε η ψηφιοποίηση όλων των κατοικιών ανά δήμο ενοποιήθηκαν και προέκυψε το τελικό αρχείο με τα στοιχεία των θέσεων των κατοικιών.

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω για την κατασκευή του μοντέλου χρησιμοποιούνται και κάποιες άλλες μεταβλητές που προέκυψαν από τον υπολογισμό των αποστάσεων των κατοικιών από τους οδικούς άξονες, τους χώρους πρασίνου και το μετρό-προαστιακό σιδηρόδρομο. Για να συμβεί όμως αυτό χρειάστηκε μία προεπεξεργασία. Έτσι για τις στάσεις του Μετρό και του Προαστιακού σιδηρόδρομου, επιλέχθηκαν να οπτικοποιηθούν μόνο εκείνες που ήταν πλησιέστερα στις κατοικίες. Ακόμα ψηφιοποιήθηκαν οι χώροι πρασίνου, με βάση τις πληροφορίες που συλλέχθηκαν από τις πηγές που αναφέρονται παραπάνω, οι οποίοι ήταν εντός της περιοχής μελέτης ή έστω συνοριακά αυτής.

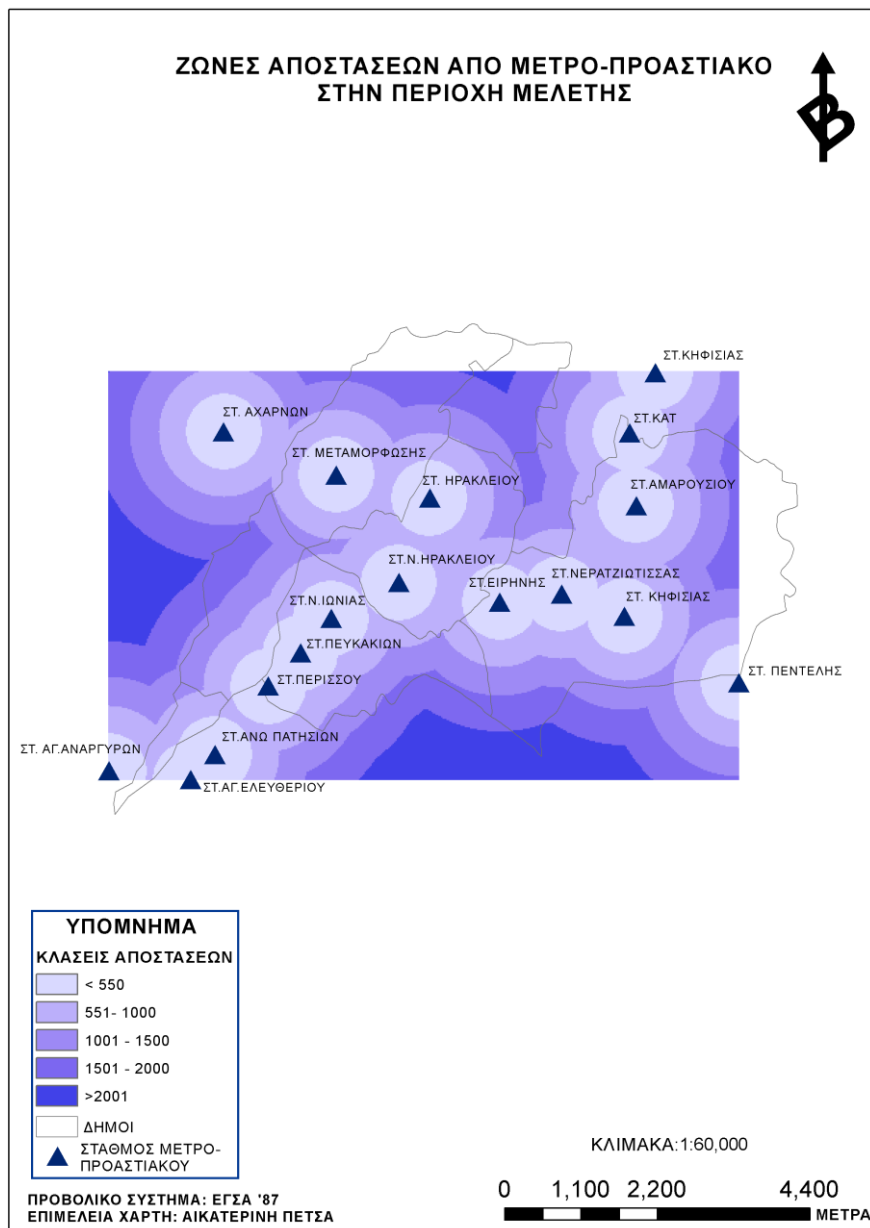
Επιπλέον ψηφιοποιήθηκαν τρεις βασικοί οδικοί άξονες της περιοχής μελέτης, όπως ήταν η Αττική οδός, η Εθνική οδός Αθηνών-Θεσσαλονίκης και η οδός Κηφισίας, οι οποίοι ήταν από τους κύριους οδικούς άξονες που διέρχονταν και σε αυτήν την περίπτωση εντός ή συνοριακά των δήμων της περιοχής μελέτης.

Στη συνέχεια υπολογίστηκαν οι ζώνες των αποστάσεων με τη χρήση της ευκλείδειας απόστασης για κάθε μία από τις τρεις κατηγορίες δεδομένων που αναφέρθηκαν παραπάνω (βλέπε Χάρτες 12,13 και 14). Έπειτα, ενοποιώντας το αρχείο των αποστάσεων με αυτό των κατοικιών, προέκυψαν τρεις νέες στήλες δεδομένων με τις αποστάσεις κάθε κατοικίας από το μετρό-προαστιακό σιδηρόδρομο, από τους χώρους πρασίνου και από τους οδικούς άξονες αντίστοιχα.

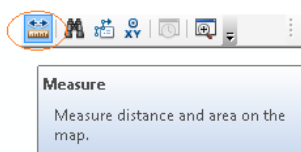
---

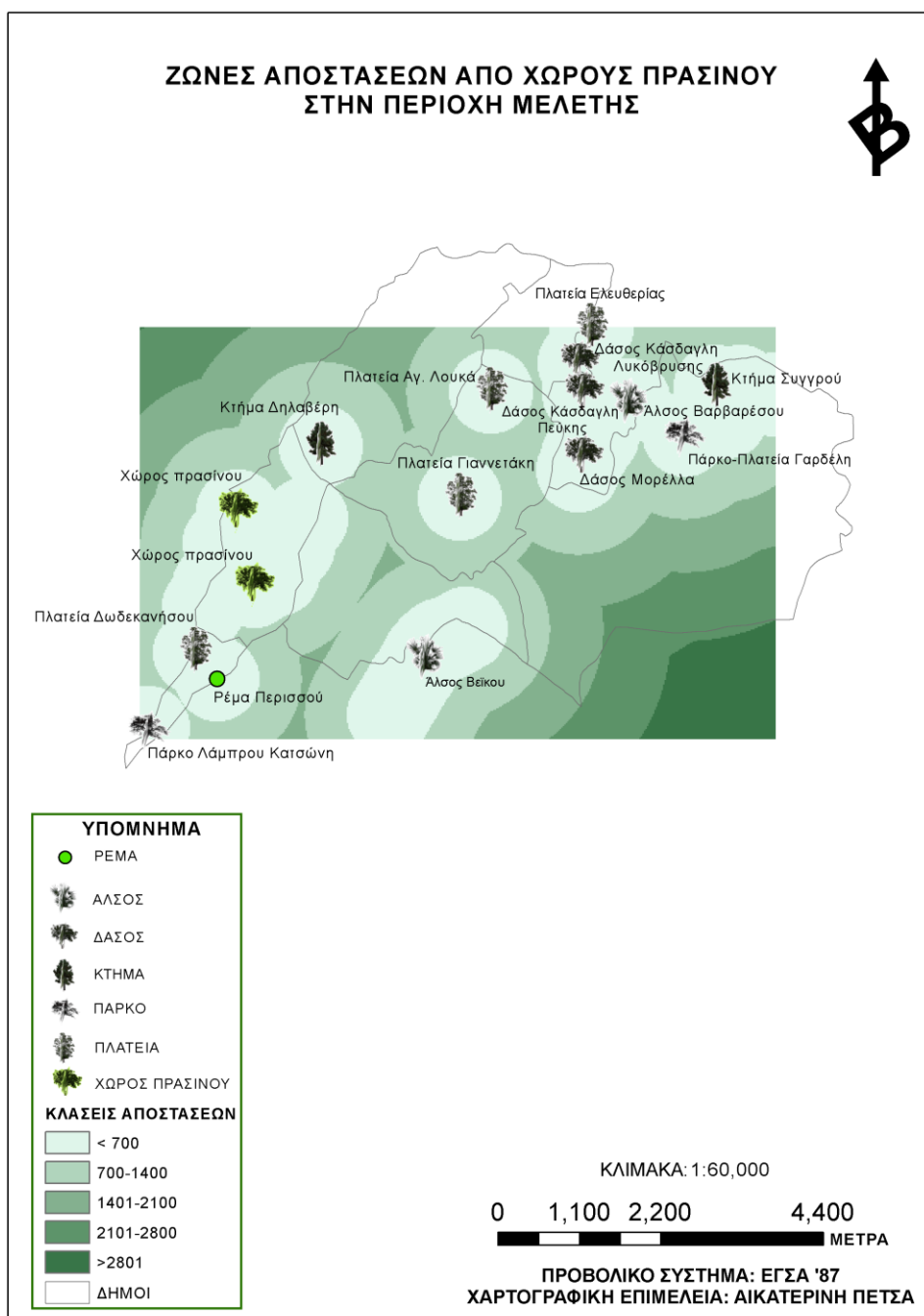
<sup>13</sup> <http://www.xo.gr/maps/>

Πριν τη διαδικασία της ενοποίησης, εντοπίστηκε πρόβλημα στον υπολογισμό των αποστάσεων κάποιων κατοικιών, επειδή αυτές βρίσκονταν οριακά στην περιοχή μελέτης. Σε αυτήν την περίπτωση ο υπολογισμός των αποστάσεων έγινε με τη χρήση ενός εργαλείου μέτρησης αποστάσεων που είναι ενσωματωμένο στο λογισμικό “ArcMap”<sup>14</sup>.



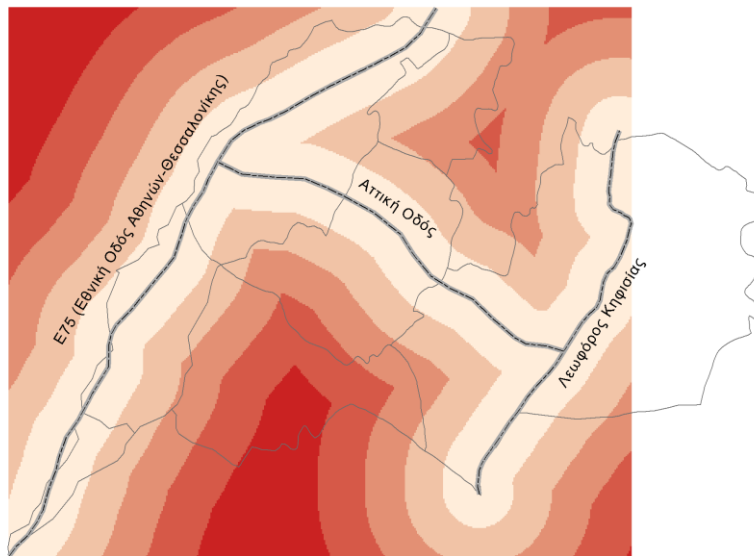
**Χάρτης 12:** Απεικόνιση ζωνών αποστάσεων των σταθμών του μετρό και προαστιακού σιδηρόδρομου στην περιοχή μελέτης





**Χάρτης 13:** Απεικόνιση ζωνών αποστάσεων από χώρους πρασίνου στην περιοχή μελέτης

**ΖΩΝΕΣ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΝ ΑΠΟ ΟΔΙΚΟΥΣ ΑΞΟΝΕΣ  
ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ**



ΥΠΟΜΝΗΜΑ	
<b>ΚΛΑΣΕΙΣ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΝ</b>	
	<500
	501 - 1000
	1001 - 1500
	1500 - 2000
	>2001
	ΔΗΜΟΙ
	ΟΔΙΚΟΣ ΑΞΟΝΑΣ

ΚΛΙΜΑΚΑ: 1:60,000

ΠΡΟΒΟΛΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ: ΕΓΣΑ '87  
ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ: ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ ΠΕΤΣΑ

0 1,100 2,200 4,400

ΜΕΤΡΑ

**Χάρτης 14:** Απεικόνιση ζωνών αποστάσεων από τους οδικούς άξονες στην περιοχή μελέτης



Πριν εφαρμοστεί η μέθοδος της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης υπολογίστηκαν τα μέτρα κεντρικής τάσης και διασποράς για κάθε μεταβλητή, χρησιμοποιώντας τα στατιστικά πακέτα “SPSS 19.0” και “STATGRAPHICS Centurion XV.II”. Συγκεκριμένα υπολογίστηκαν ο μέσος όρος, η διάμεσος, η τυπική απόκλιση, η διακύμανση, το εύρος, η ελάχιστη και μέγιστη τιμή για κάθε μία μεταβλητή.

Στη συνέχεια έγινε ανάλυση συσχέτισης των ποσοτικών δεδομένων μέσω υπολογισμού του συντελεστή γραμμικής συσχέτισης  $r$  του Pearson.

Επίσης έγινε ανάλυση χωρικής αυτοσυσχέτισης για τη μεταβλητή πραγματική αξία (σε €/m<sup>2</sup>). Χρησιμοποιήθηκε τόσο ο καθολικός (Global) δείκτης “Moran’s I”, όσο και οι τοπικοί δείκτες χωρικής αυτοσυσχέτισης “Local Indications of Spatial Autocorrelation” (LISA) και “Getis-ord G”.

Στη συνέχεια, έγινε ανάλυση Απλής Γραμμικής Παλινδρόμησης για τη σχέση πραγματικής-αντικειμενικής αξίας συνολικά για την περιοχή μελέτης και ανά δήμο. Στην ανάλυση ανά δήμο έγινε και σύγκριση των ευθειών της Γραμμικής Παλινδρόμησης για να εντοπίσουμε αν υπάρχει μεταβλητότητα στις παραμέτρους μεταξύ των δήμων και αν αυτή είναι στατιστικά σημαντική. Τέλος, εφαρμόσαμε τη Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση και ελέγξαμε αν τα αποτελέσματα που δίνει είναι στατιστικά σημαντικά (έγινε κατάλληλος στατιστικός έλεγχος όπως “Monte Carlo Significant Test”, κ.ά.). Οι στατιστικοί έλεγχοι έγιναν με την έκδοση “GWR 3”, γιατί δεν ήταν ενσωματωμένοι στο λογισμικό “ArcMap”.

Τα παραπάνω βήματα εφαρμόστηκαν και για τη σχέση πραγματικής αξίας (σε €/m<sup>2</sup>) με τις επεξηγηματικές μεταβλητές όροφος, θέση στάθμευσης, παλαιότητα και αποστάσεις από μετρό-προαστιακό σιδηρόδρομο, χώρους πρασίνου και οδικούς άξονες. Επίσης εφαρμόστηκε η Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση για την παραπάνω σχέση εξαιρώντας τις αποστάσεις, για τους λόγους που αναφέρονται αναλυτικά παρακάτω.

Τέλος διατυπώθηκαν τα συμπεράσματα, βάση των αποτελεσμάτων, απαντώντας στο βασικό ερώτημα της εργασίας που ήταν η στασιμότητα ή μη της σχέσης πραγματικής-αντικειμενικής αξίας.

# 4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

## 4.1.Περιγραφική Στατιστική

### 4.1.1.Μέτρα κεντρικής τάσης και διασποράς

Υπολογίστηκαν τα περιγραφικά στατιστικά με τα κυριότερα μέτρα κεντρικής τάσης (μέσος όρος, διάμεσος και επικρατούσα τιμή) και διασποράς (εύρος, διακύμανση και τυπική απόκλιση) όλων των ποσοτικών μεταβλητών.

**Πίνακας 4:** Περιγραφικά στατιστικά για τις μεταβλητές που θα χρησιμοποιηθούν στην Απλή/Πολλαπλή Γραμμική και Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση

		ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΑΞΙΑ	ΑΝΤΙΚΕΙ- ΜΕΝΙΚΗ ΑΞΙΑ	ΠΡΑΓΜΑΤΙ- ΚΗ ΑΞΙΑ / Μ <sup>2</sup>	ΑΝΤΙΚΕΙ- ΜΕΝΙΚΗ ΑΞΙΑ / Μ <sup>2</sup>	ΟΡΟΦΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΘΕΣΗ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ	ΠΑΛΑΙΟΤΗΤΑ	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΔΡΟΜΟΥΣ	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΧΩΡΟΥΣ ΠΡΑΣΙΝΟΥ	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΜΕΤΡΟ ΠΡΟΣΤΙΑΚ
N	Valid	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547	547
	Missing	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mean	162486,236	91735,9959	2202,3400	1231,1548	2,14	75,2313	0,51	0,7770	1013,8190	615,5927	753,7836
	Median	160691,680	88103,4000	2129,0079	1149,1390	2,00	74,5000	1,00	0,7500	950,7891	573,0620	707,1068
	Std. Deviation	57163,6257	38448,8110	697,52156	457,47607	1,401	19,85765	0,504	0,17684	673,43608	302,71150	353,83684
	Variance	3267680105,26	1478311067,43	486536,331	209284,352	1,964	394,326	0,254	0,031	453516,157	91634,250	125200,513
	Range	283110,0	208070,52	3601,02	2935,84	7	137,65	2	0,40	2444,55	2618,47	1648,57
	Minimum	47763,6	20037,78	1017,20	529,20	-1	24,35	0	0,60	20,00	72,11	60,00
	Maximum	330873,6	228108,30	4618,22	3465,04	6	162,00	2	1,00	2464,55	2690,58	1708,57

Παρατηρούμε ότι σε όλη την περιοχή μελέτης (βλέπε Πίνακα 4) η μέση τιμή της πραγματικής αξίας των 547 κατοικιών (σε €/m<sup>2</sup>) είναι 2.202 € και της αντικειμενικής αξίας 1.231 €, με τυπική απόκλιση 698 € και 457 € αντίστοιχα.

Επίσης, η μέση τιμή της επιφάνειας των 547 κατοικιών είναι 75 m<sup>2</sup> με τυπική απόκλιση 20 m<sup>2</sup>.

## 4.2.Ανάλυση συσχέτισης

Στη συνέχεια έγινε ανάλυση συσχέτισης των ποσοτικών δεδομένων μέσω υπολογισμού του *συντελεστή γραμμικής συσχέτισης r* του *Pearson*, που δίνει ένα μέτρο του μεγέθους της γραμμικής συσχέτισης μεταξύ των μεταβλητών.

Ο συντελεστής *r*, παίρνει τιμές στο κλειστό διάστημα [-1,1]. Διευκρινίζουμε ότι η γραμμική συσχέτιση μπορεί να είναι *τέλεια* ( $r = \pm 1$ ), *να μην υπάρχει* ( $-0,3 \leq r < 0,3$ )<sup>15</sup>, *να είναι ασθενής* ( $-0,5 < r \leq 0,3$  ή  $-0,3 \leq r < 0,5$ ), *μέση* ( $-0,7 < r \leq -0,5$  ή  $0,5 \leq r < 0,7$ ), *ισχυρή* ( $-0,8 < r \leq -0,7$  ή  $0,7 \leq r < 0,8$ ) ή *πολύ ισχυρή* ( $-1 < r \leq -0,8$  ή  $0,8 \leq r < 1$ )<sup>16</sup>.

Πίνακας 6: Συσχέτιση μεταβλητών πραγματικής-αντικειμενικής αξίας

		ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΑΞΙΑ	ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗ ΑΞΙΑ
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΑΞΙΑ	Pearson Correlation	1	0,922
	Sig. (2-tailed)		0,000
	N	547	547
ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗ ΑΞΙΑ	Pearson Correlation	0,922	1
	Sig. (2-tailed)	0,000	
	N	547	547

Η μεταβλητή συνολική πραγματική αξία ακινήτων σε σχέση με την συνολική αντικειμενική αξία ακινήτων (βλέπε Πίνακα 6) παρουσιάζουν πολύ ισχυρή θετική γραμμική συσχέτιση (0,922) που είναι στατιστικά σημαντική ( $p\text{-value} < 0,0001$ ).

Στον Πίνακα 7, με πιο έντονο μαύρο απεικονίζονται οι περιπτώσεις των μεταβλητών που παρουσιάζουν ισχυρή ή πολύ ισχυρή γραμμική συσχέτιση.

Η πραγματική αξία (σε €/m<sup>2</sup>) παρουσιάζει πολύ ισχυρή γραμμική θετική συσχέτιση με τις μεταβλητές αντικειμενική αξία (σε €/m<sup>2</sup>) (0,9) και παλαιότητα (0,888), ενώ με τη μεταβλητή θέση στάθμευσης (0,78) παρουσιάζει ισχυρή γραμμική θετική συσχέτιση. Οι αντίστοιχες *p-value* είναι 0,00 και για τις τρεις μεταβλητές.

Η μεταβλητή όροφος σε σχέση με τη μεταβλητή πραγματική αξία (σε €/m<sup>2</sup>), παρουσιάζει ασθενή θετική γραμμική συσχέτιση (0,377), με *p-value* 0,00.

<sup>15</sup> Αυτό δε σημαίνει ότι δεν υπάρχει άλλου είδους συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών.

<sup>16</sup> <http://www.aua.gr/gpapadopoulos/files/sisxetisi12.pdf>

**Πίνακας 7:** Συσχέτιση μεταβλητής πραγματικής αξίας (σε €/m<sup>2</sup>) με μεταβλητές όπως, ο όροφος, η θέση στάθμευσης, κλπ.

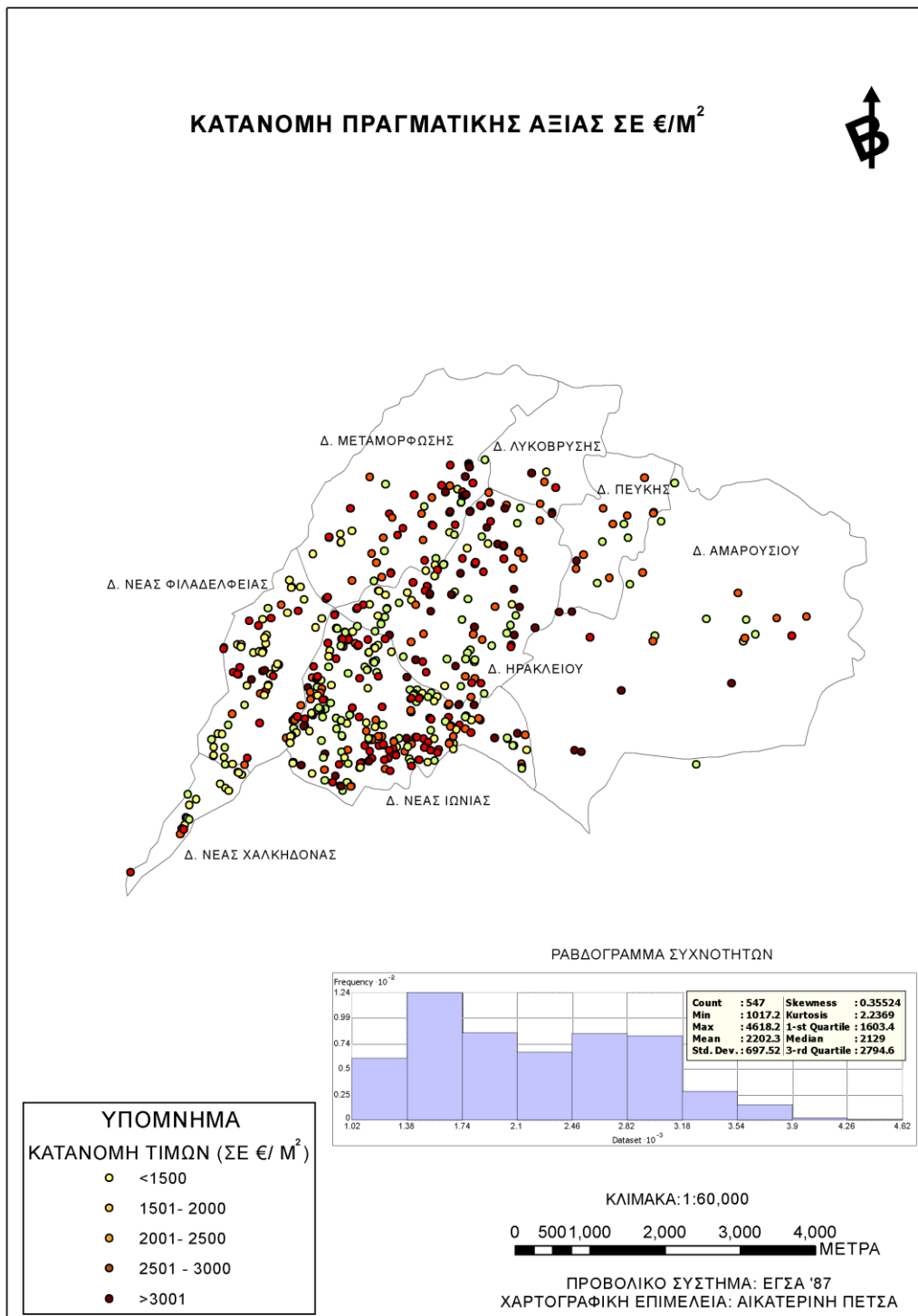
		ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΑΞΙΑ (ΣΕ €/m <sup>2</sup> )	ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙ -ΚΗ ΑΞΙΑ (ΣΕ €/m <sup>2</sup> )	ΟΡΟΦΟΣ	ΘΕΣΗ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ	ΠΑΛΑΙΟΤΗΤΑ	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΔΡΟΜΟΥΣ	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΧΩΡΟΥΣ ΠΡΑΣΙΝΟΥ	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΜΕΤΡΟ/ ΠΡΟΣΤΙΑΚΟ
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΑΞΙΑ (ΣΕ €/m <sup>2</sup> )	Pearson								
	Correlation	<b>1</b>	<b>0,900**</b>	0,377**	<b>0,780**</b>	<b>0,888**</b>	0,039	0,024	0,016
	Sig. (2-tailed)		0,000	0,000	0,000	0,000	0,363	0,569	0,711
	N	547	547	547	547	547	547	547	547
ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗ ΑΞΙΑ (ΣΕ €/m <sup>2</sup> )	Pearson								
	Correlation	<b>0,900**</b>	1	0,426**	<b>0,724**</b>	<b>0,812**</b>	0,156**	0,016	0,064
	Sig. (2-tailed)	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,714	0,134
	N	547	547	547	547	547	547	547	547
ΟΡΟΦΟΣ	Pearson								
	Correlation	0,377**	0,426**	1	0,363**	0,253**	0,168**	0,102*	-0,075
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,017	0,080
	N	547	547	547	547	547	547	547	547
ΘΕΣΗ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ	Pearson								
	Correlation	<b>0,780**</b>	<b>0,724**</b>	0,363**	1	<b>0,819**</b>	-0,016	0,045	0,007
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,000		0,000	0,716	0,299	0,877
	N	547	547	547	547	547	547	547	547
ΠΑΛΑΙΟΤΗΤΑ	Pearson								
	Correlation	<b>0,888**</b>	<b>0,812**</b>	0,253**	<b>0,819**</b>	1	-0,011	-0,019	0,036
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,000	0,000		0,799	0,664	0,395
	N	547	547	547	547	547	547	547	547
ΕΤΟΣ	Pearson								
	Correlation	-0,003	-0,015	0,014	0,007	0,004	0,024	0,030	-0,104*
	Sig. (2-tailed)	0,941	0,734	0,745	0,877	0,930	0,575	0,479	0,015
	N	547	547	547	547	547	547	547	547
ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΔΡΟΜΟΥΣ	Pearson								
	Correlation	0,039	0,156**	0,168**	-0,016	-0,011	1	0,240**	0,003
	Sig. (2-tailed)	0,363	0,000	0,000	0,716	0,799		0,000	0,939
	N	547	547	547	547	547	547	547	547
ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΧΩΡΟΥΣ ΠΡΑΣΙΝΟΥ	Pearson								
	Correlation	0,024	0,016	0,102*	0,045	-0,019	0,240**	1	-0,241**
	Sig. (2-tailed)	0,569	0,714	0,017	0,299	0,664	0,000		0,000
	N	547	547	547	547	547	547	547	547
ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΜΕΤΡΟ/ΠΡΟΣΤΙΑΚΟ	Pearson								
	Correlation	0,016	0,064	-0,075	0,007	0,036	0,003	-0,241**	1
	Sig. (2-tailed)	0,711	0,134	0,080	0,877	0,395	0,939	0,000	
	N	547	547	547	547	547	547	547	547

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

### 4.3.Ανάλυση Χωρικής Αυτοσυσχέτισης

Για τη μεταβλητή πραγματική αξία (σε €/m<sup>2</sup>) έγινε ανάλυση χωρικής αυτοσυσχέτισης. Χρησιμοποιήθηκε τόσο ο καθολικός (Global) δείκτης “Moran’s I”, όσο και οι τοπικοί δείκτες χωρικής αυτοσυσχέτισης “Local Indications of Spatial Autocorrelation” (LISA) και “Getis-ord G”.



**Χάρτης 15 :** Κατανομή των τιμών της μεταβλητής πραγματική αξία (σε €/m<sup>2</sup>) για τους οκτώ δήμους

**Πίνακας 8:** Τιμές του δείκτη “Moran’s I”. Χρησιμοποιήθηκαν “Inverse Distance”<sup>17</sup> και “Inverse Distance Squared”<sup>18</sup> βάρη με Ευκλείδεια απόσταση.

BAPH	Δείκτης Moran’s I	z-score	p-value
Inverse Distance	0,147573	9,383604	0,00
Inverse Distance Squared	0,482476	6,513722	0,00

Χωρίζοντας τις τιμές των κατοικιών για τους οκτώ δήμους, σε πέντε κλάσεις (βλέπε Χάρτη 15), παρατηρήσαμε ότι υπάρχουν περιοχές, όπου ομάδες κατοικιών που γειτνιάζουν, ανήκουν στην ίδια κατηγορία (κλάση) τιμών. Αυτή είναι μία ένδειξη ύπαρξης χωρικής αυτοσυσχέτισης μεταξύ των κατοικιών.

Όμως από τον παραπάνω χάρτη παρατηρούμε ομάδες κατοικιών της πρώτης κατηγορίας (κλάσης) τιμών (<1500 σε €/m<sup>2</sup>) να γειτνιάζουν με ομάδες κατοικιών της τελευταίας κλάσης τιμών (>3001 σε €/m<sup>2</sup>).

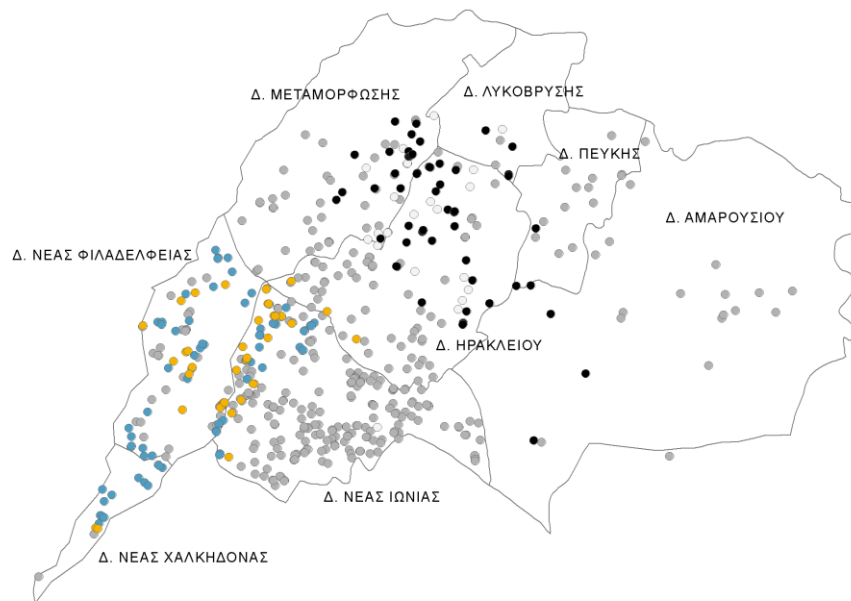
Επίσης, χρησιμοποιώντας για τον υπολογισμό των βαρών την Ευκλείδεια απόσταση και τα βάρη “Inverse Distance” και “Inverse Distance Squared” (βλέπε Πίνακα 7), παρατηρήσαμε ότι η p-value ήταν 0,00, το οποίο δηλώνει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική χωρική αυτοσυσχέτιση, δηλαδή η κατανομή των σημείων στο χώρο δεν είναι τυχαία.

---

<sup>17</sup> Inverse Distance: Αποδίδονται βάρη βάση της αντίστροφης απόστασης.

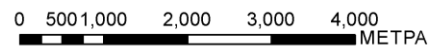
<sup>18</sup> Inverse Distance Squared: Αποδίδονται βάρη βάση της αντίστροφης απόστασης στο τετράγωνο.

**ΤΟΠΙΚΗ ΧΩΡΙΚΗ ΑΥΤΟΣΥΣΧΕΤΙΣΗ  
(ΤΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗΣ ΑΞΙΑΣ ΣΕ €/Μ<sup>2</sup>)**



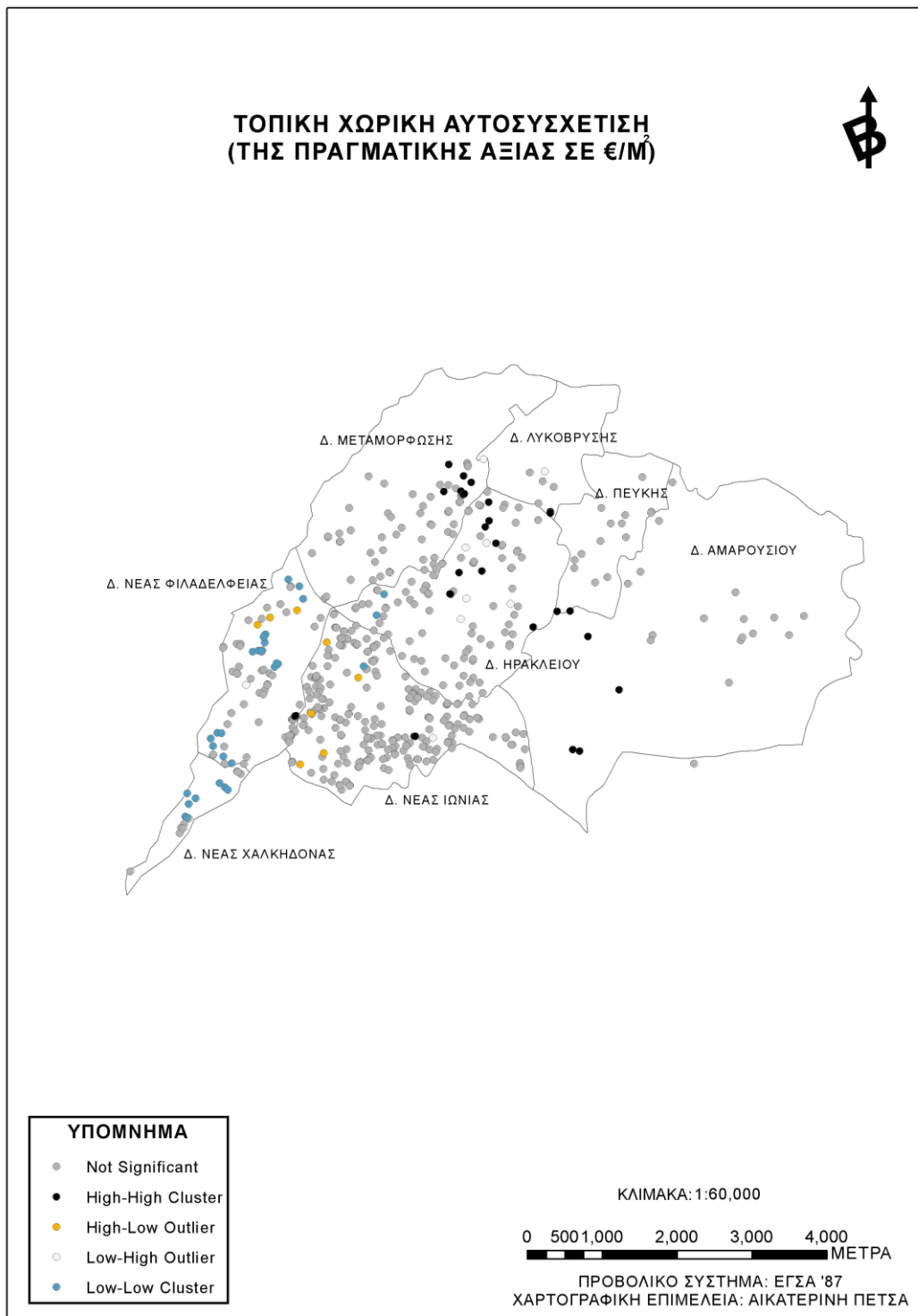
ΥΠΟΜΝΗΜΑ	
●	Not Significant
●	High-High Cluster
●	High-Low Outlier
○	Low-High Outlier
●	Low-Low Cluster

ΚΛΙΜΑΚΑ: 1:60,000



ΠΡΟΒΟΛΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ: ΕΓΣΑ '87  
ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ: ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ ΠΕΤΣΑ

**Χάρτης 16:** Τοπική χωρική αυτοσυσχέτιση του δείκτη “LISA” με “Inverse Distance” βάρη



**Χάρτης 17:** Τοπική χωρική αυτοσυσχέτιση του δείκτη “LISA” με “Inverse Distance Squared” βάρη



Για την αναζήτηση τοπικών χωρικών σχέσεων (clusters-outliers), κατασκευάστηκαν χάρτες διαφορετικών βαρών με τη χρήση του δείκτη “*LISA*”. Αρχικά χρησιμοποιώντας τα βάρη “*Inverse Distance*” (βλέπε Χάρτη 16) παρατηρούμε ότι ομάδες κατοικιών με υψηλές τιμές (δηλαδή *H-H*), εντοπίζονται στους δήμους Μεταμόρφωσης, Νέου Ηρακλείου, Λυκόβρυσης και στα σύνορα των δήμων Νέου Ηρακλείου, Πεύκης και Αμαρουσίου.

Σε ορισμένους από αυτούς τους δήμους όπως της Μεταμόρφωσης, της Λυκόβρυσης και του Νέου Ηρακλείου, παρατηρούμε ότι δίπλα από ομάδες κατοικιών με υψηλές τιμές (δηλαδή *H-H*), υπάρχουν και ομάδες κατοικιών (*L-H*).

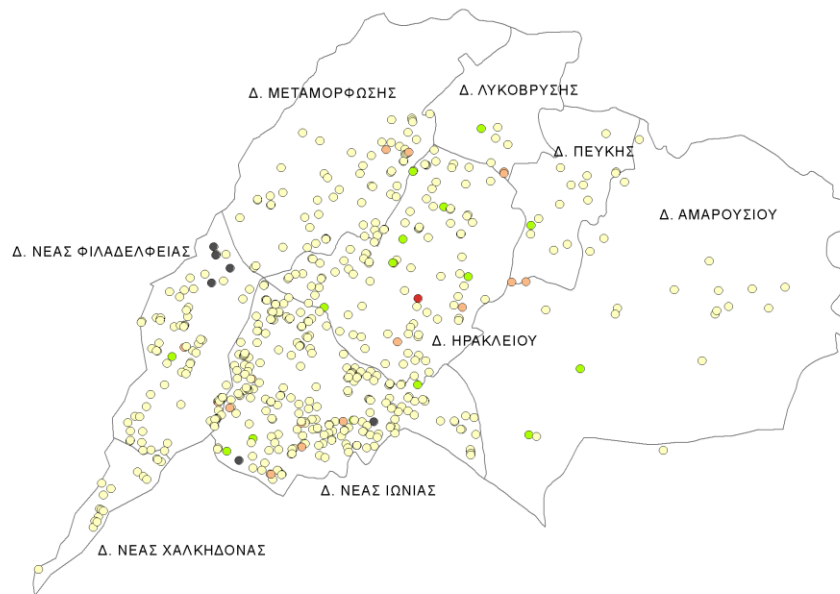
Περιοχές κατοικιών με χαμηλές τιμές (δηλαδή *L-L*), εντοπίζονται στους δήμους Νέας Φιλαδέλφειας, Νέας Ιωνίας και Νέας Χαλκηδόνας. Επίσης στους δήμους της Νέας Φιλαδέλφειας και της Νέας Ιωνίας παρατηρούμε ότι περιοχές όπου υπάρχουν ομάδες κατοικιών με χαμηλές τιμές (δηλαδή *L-L*), υπάρχουν και ομάδες κατοικιών (*H-L*).

Χρησιμοποιώντας βάρη “*Inverse Distance Squared*” (βλέπε Χάρτη 17), τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ομάδες κατοικιών με υψηλές τιμές (δηλαδή *H-H*), είναι οι ίδιες με τον προηγούμενο υπολογισμό βαρών. Επίσης, στο δήμο του Νέου Ηρακλείου παρατηρούμε ότι αν και η πλειοψηφία των ομάδων κατοικιών έχουν υψηλές τιμές (δηλαδή *H-H*), υπάρχουν και ομάδες κατοικιών (*L-H*).

Ομάδες κατοικιών με χαμηλές τιμές (δηλαδή *L-L*), εντοπίζονται στους δήμους της Νέας Χαλκηδόνας, της Νέας Φιλαδέλφειας, του Νέου Ηρακλείου και της Νέας Ιωνίας με λιγότερες ομάδες. Ακόμα, στους δήμους της Νέας Ιωνίας και της Νέας Φιλαδέλφειας τα αποτελέσματα έδειξαν ότι περιοχές όπου υπάρχουν ομάδες κατοικιών με χαμηλές τιμές (δηλαδή *L-L*), υπάρχουν και ομάδες κατοικιών (*H-L*).

Συνοψίζοντας και για τα δύο βάρη, οι διαφορές δεν είναι τόσο μεγάλες για κάθε ομάδα κατοικιών ανά δήμο. Συγκεκριμένα ομάδες κατοικιών (*H-H*), παρουσιάζουν οι δήμοι Μεταμόρφωσης, Νέου Ηρακλείου, Λυκόβρυσης και συνοριακά των δήμων Νέου Ηρακλείου, Πεύκης και Αμαρουσίου. Ομάδες κατοικιών (*L-H*), εμφανίζουν κυρίως ο δήμος Νέου Ηρακλείου. Ομάδες κατοικιών (*L-L*), παρουσιάζουν οι δήμοι Νέας Φιλαδέλφειας, Νέας Ιωνίας και Νέας Χαλκηδόνας. Ομάδες κατοικιών (*H-L*), εμφανίζουν οι δήμοι Νέας Φιλαδέλφειας και Νέας Ιωνίας.

# HOT & COLD SPOTS ΤΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗΣ ΑΞΙΑΣ ΣΕ €/Μ<sup>2</sup>



## ΥΠΟΜΝΗΜΑ

### ΕΠΙΠΕΔΑ ΕΜΠΙΣΤΟΣΥΝΗΣ

- Cold Spot - 99% Confidence
- Cold Spot - 95% Confidence
- Cold Spot - 90% Confidence
- Not Significant
- Hot Spot - 90% Confidence
- Hot Spot - 95% Confidence
- Hot Spot - 99% Confidence

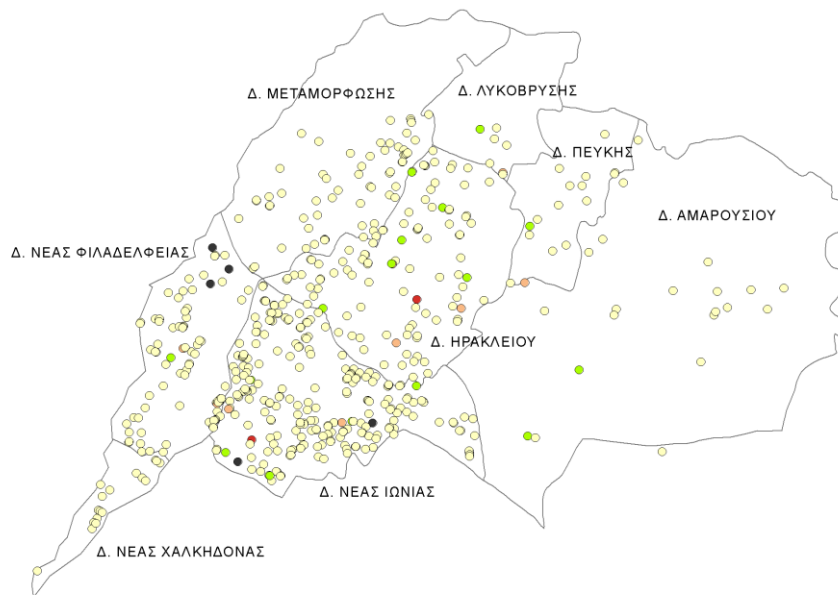
ΚΛΙΜΑΚΑ: 1:60,000

0 500 1,000 2,000 3,000 4,000 ΜΕΤΡΑ

ΠΡΟΒΟΛΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ: ΕΓΣΑ '87  
ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ: ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ ΠΕΤΣΑ

**Χάρτης 18:** Hot & cold spots του δείκτη “Getis-ord G” με “Inverse Distance” βάρη

# HOT & COLD SPOTS ΤΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗΣ ΑΞΙΑΣ ΣΕ €/Μ<sup>2</sup>



## ΥΠΟΜΝΗΜΑ

### ΕΠΙΠΕΔΑ ΕΜΠΙΣΤΟΣΥΝΗΣ

- Cold Spot - 99% Confidence
- Cold Spot - 95% Confidence
- Cold Spot - 90% Confidence
- Not Significant
- Hot Spot - 90% Confidence
- Hot Spot - 95% Confidence
- Hot Spot - 99% Confidence

ΚΛΙΜΑΚΑ: 1:60,000

0 500 1,000 2,000 3,000 4,000  
ΜΕΤΡΑ

ΠΡΟΒΟΛΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ: ΕΓΣΑ '87  
ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ: ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ ΠΕΤΣΑ

Χάρτης 19: Hot & cold spots του δείκτη “Getis-ord G” με “Inverse Distance Squared” βάρη

Για τη διερεύνηση τοπικών χωρικών αυτοσυσχετίσεων χρησιμοποιήσαμε και το δείκτη “*Getis-ord G*” και πήραμε τα ακόλουθα αποτελέσματα.

Σύμφωνα με βάρη “*Inverse Distance*” (βλέπε Χάρτη 18), τοπικές σχέσεις *cold spots* σε επίπεδο εμπιστοσύνης 90% και 95%, παρουσιάζουν ομάδες κατοικιών των δήμων Νέας Φιλαδέλφειας και Νέας Ιωνίας. *Hot spots* με τα συγκεκριμένα βάρη στο 90% επίπεδο εμπιστοσύνης παρουσιάζουν κυρίως οι δήμοι του Νέου Ηρακλείου, της Μεταμόρφωσης και της Πεύκη στα σύνορα με το Νέο Ηράκλειο και το Αμαρούσιο. Σε επίπεδο εμπιστοσύνης στο 95%, συναντάμε ομάδες κατοικιών κυρίως στο Νέο Ηράκλειο και στη Νέα Ιωνία.

Από τα αποτελέσματα με βάρη “*Inverse Distance Squared*” (βλέπε Χάρτη 19), *cold spots* εμφανίζονται μόνο σε επίπεδο εμπιστοσύνης 90% κυρίως στο δήμο της Νέας Φιλαδέλφειας. *Hot spots* σε επίπεδο εμπιστοσύνης 90% εμφανίζονται κυρίως στους δήμους της Νέας Ιωνίας και του Νέου Ηρακλείου. Σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%, συναντάμε ομάδες κατοικιών κυρίως στο Νέο Ηράκλειο.

Σε αυτήν την περίπτωση επιλέγοντας διαφορετικά βάρη τα αποτελέσματα δεν έδειξαν μεγάλες διαφορές ως προς τις τοπικές χωρικές σχέσεις ανά δήμο. Διευκρινίζουμε ότι αυτός ο δείκτης εμφανίζει ομάδες μόνο (H-H) Hot και (L-L) Cold spots και όχι ομάδες (H-L) και (L-H).

#### 4.4. Μοντέλο Παλινδρόμησης για τη σχέση Πραγματικής-Αντικειμενικής Αξίας

Πριν την εφαρμογή της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης, έγινε ανάλυση της Απλής Γραμμικής Παλινδρόμησης με τη συνήθη μέθοδο των Ελαχίστων Τετραγώνων (OLS), με εξαρτημένη μεταβλητή τη συνολική πραγματική αξία ακινήτων και επεξηγηματική (ανεξάρτητη) τη συνολική αντικειμενική αξία ακινήτων.

Η συγκεκριμένη ανάλυση έγινε συνολικά για την περιοχή μελέτης αλλά και ανά δήμο (global & regional regression), ώστε να δούμε αν υπάρχει μεταβλητότητα στους συντελεστές του μοντέλου από δήμο σε δήμο. Ακόμα για να ελέγξουμε κατά πόσο τα αποτελέσματα είναι στατιστικά σημαντικά συγκρίναμε τις ευθείες παλινδρόμησης για τους οκτώ δήμους.

Στη συνέχεια δίνουμε τους Πίνακες της Ανάλυσης Παλινδρόμησης και το αντίστοιχο Διάγραμμα διασποράς.

##### 4.4.1. Σχέση μεταξύ Πραγματικής-Αντικειμενικής Αξίας συνολικά για την περιοχή

**Πίνακας 9:** Συντελεστής συσχέτισης  $r$  και προσδιορισμού  $R^2$  για τη σχέση πραγματικής-αντικειμενικής αξίας συνολικά για την περιοχή

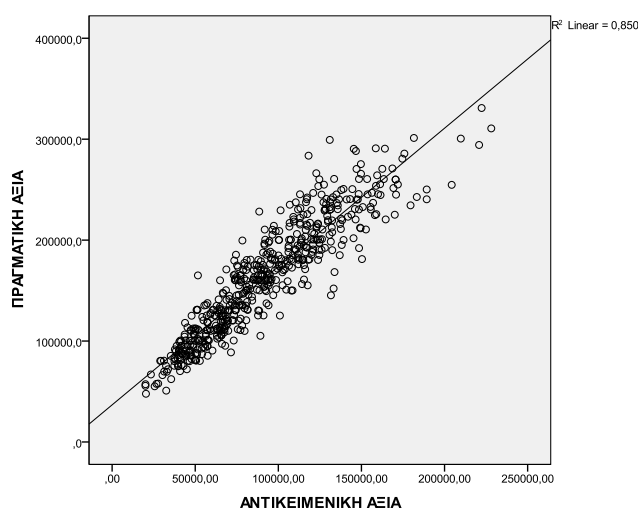
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	0,922 <sup>a</sup>	0,850	0,849	22176,8103	0,850	3082,722	1	545	0,000

a. Predictors: (Constant), ANTIKEIMENIKH AΞIA

**Πίνακας 10:** Σημαντικότητα παραμέτρων στη σχέση πραγματικής-αντικειμενικής αξίας συνολικά για την περιοχή

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	36759,739	2454,947		14,974	0,000
	ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗ ΑΞΙΑ	1,371	0,025	0,922	55,522	0,000

$$\text{Πραγματική Αξία} = 36759,739 + 1,371 * \text{Αντικειμενική Αξία}$$

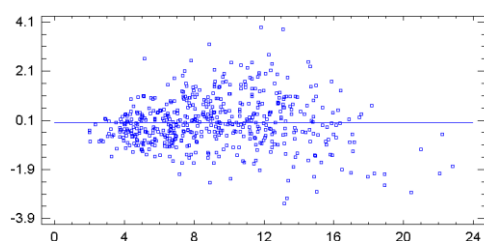


**Διάγραμμα 32:** Διάγραμμα διασποράς για τη σχέση πραγματικής-αντικειμενικής αξίας συνολικά για την περιοχή

Από τα αποτελέσματα της Απλής Γραμμικής Παλινδρόμησης για το σύνολο της περιοχής φαίνεται ότι υπάρχει πολύ ισχυρή θετική συσχέτιση των τιμών της πραγματικής με την αντικειμενική αξία των ακινήτων, με το συντελεστή συσχέτισης  $r$  (0,922) και το συντελεστή προσδιορισμού  $R^2$  (0,850) να παίρνουν μεγάλες τιμές. Το ίδιο παρατηρείται και στο Διάγραμμα διασποράς, με τις τιμές να βρίσκονται γύρω από την ευθεία παλινδρόμησης. Ιδιαίτερα αυτή η τάση διαφαίνεται στις μικρότερες τιμές των ακινήτων και στις δύο μεταβλητές (πραγματική και αντικειμενική αξία).

Όμως ο έλεγχος Durbin-Watson έδειξε ότι τα σφάλματα δεν είναι ασυσχέτιστα ( $p$ -value=0,0001) (βλέπε και Διάγραμμα 33), γεγονός το οποίο επιβεβαιώνεται και από τον υπολογισμό και στατιστικό έλεγχο του συντελεστή Moran's I των υπολοίπων που βρέθηκε ίσος με 0,1967 και  $p$ -value<0,0001. Η προσαρμογή επομένως του γραμμικού μοντέλου δεν είναι ικανοποιητική αλλά και δε δίνει πληροφορίες για τη χωρική μεταβλητότητα της σχέσης πραγματικής-αντικειμενικής αξίας.

Για την αντιμετώπιση του προβλήματος της συσχέτισης των σφαλμάτων αλλά και για τη διερεύνηση της χωρικής μεταβλητότητας της σχέσης πραγματικής-αντικειμενικής αξίας εκτιμήσαμε το μοντέλο παλινδρόμησης ανά δήμο και επίσης εφαρμόσαμε τη Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση.



**Διάγραμμα 33:** Διάγραμμα Υπολοίπων

#### 4.4.2. Σχέση μεταξύ Πραγματικής - Αντικειμενικής Αξίας ανά δήμο

##### ➤ ΔΗΜΟΣ ΠΕΥΚΗΣ

**Πίνακας 11:** Συντελεστής συσχέτισης r και προσδιορισμού R<sup>2</sup> για τη σχέση πραγματικής -αντικειμενικής αξίας για το δήμο Πεύκης

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
	ΔΗΜΟΣ = 1				R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	0,957 <sup>a</sup>	0,916	0,910	23302,4294	0,916	141,708	1	13	0,000

a. Predictors: (Constant), ANTIKEIMENIKH AΞIA

**Πίνακας 12 :** Παράμετροι του μοντέλου για τη σχέση πραγματικής – αντικειμενικής αξίας, για το δήμο Πεύκης

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	37663,424	14967,802		2,516	0,026
	ANTIKEIMENIKH AΞIA	1,335	0,112	0,957	11,904	0,000

a. Dependent Variable: ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΑΞΙΑ

b. Selecting only cases for which ΔΗΜΟΣ = 1

$$\text{Πραγματική Αξία} = 37663,424 + 1,335 * \text{Αντικειμενική Αξία}$$

##### ➤ ΔΗΜΟΣ ΑΜΑΡΟΥΣΙΟΥ

**Πίνακας 13:** Συντελεστής συσχέτισης r και προσδιορισμού R<sup>2</sup> για τη σχέση πραγματικής - αντικειμενικής αξίας για το δήμο Αμαρουσίου

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
	ΔΗΜΟΣ = 2				R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	0,919 <sup>a</sup>	0,844	0,837	24232,2874	0,844	108,531	1	20	0,000

a. Predictors: (Constant), ANTIKEIMENIKH AΞIA

**Πίνακας 14:** Παράμετροι του μοντέλου για τη σχέση πραγματικής – αντικειμενικής αξίας για το δήμο Αμαρουσίου

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	43894,761	16239,124		2,703	0,014
	ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗ ΑΞΙΑ	1,241	0,119	0,919	10,418	0,000

a. Dependent Variable: ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΑΞΙΑ

b. Selecting only cases for which ΔΗΜΟΣ = 2

$$\text{Πραγματική Αξία} = 43894,761 + 1,241 * \text{Αντικειμενική Αξία}$$

➤ ΔΗΜΟΣ ΛΥΚΟΒΡΥΣΗΣ

**Πίνακας 15:** Συντελεστής συσχέτισης r και προσδιορισμού R<sup>2</sup> για τη σχέση πραγματικής- αντικειμενικής αξίας για το δήμο Λυκόβρυσης

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
	ΔΗΜΟΣ = 3				R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	0,909 <sup>a</sup>	0,826	0,791	24834,4958	0,826	23,750	1	5	0,005

a. Predictors: (Constant), ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗ ΑΞΙΑ

**Πίνακας 16 :** Παράμετροι του μοντέλου για τη σχέση πραγματικής – αντικειμενικής αξίας για το δήμο Λυκόβρυσης

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	18242,880	35213,619		,518	<b>0,627</b>
	ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗ ΑΞΙΑ	1,709	0,351	0,909	4,873	0,005

a. Dependent Variable: ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΑΞΙΑ

b. Selecting only cases for which ΔΗΜΟΣ = 3

Επειδή ο σταθερός όρος δεν είναι στατιστικά σημαντικός ( $p\text{-value} > 0,05$ ), η σχέση της πραγματικής- αντικειμενικής αξίας διαμορφώνεται ως εξής:

$$\text{Πραγματική Αξία} = 1,88419 * \text{Αντικειμενική Αξία}$$

➤ ΔΗΜΟΣ ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΣΗΣ

**Πίνακας 17:** Συντελεστής συσχέτισης r και προσδιορισμού R<sup>2</sup> για τη σχέση πραγματικής - αντικειμενικής αξίας για το δήμο Μεταμόρφωσης

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
	ΔΗΜΟΣ = 4				R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	0,948 <sup>a</sup>	0,898	0,897	17225,1079	0,898	566,072	1	64	0,000

a. Predictors: (Constant), ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗ ΑΞΙΑ

**Πίνακας 18 :** Παράμετροι του μοντέλου για τη σχέση πραγματικής – αντικειμενικής αξίας για το δήμο Μεταμόρφωσης

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	29092,134	6307,717		4,612	0,000
	ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗ ΑΞΙΑ	1,680	0,071	0,948	23,792	0,000

a. Dependent Variable: ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΑΞΙΑ

b. Selecting only cases for which ΔΗΜΟΣ = 4

$$\text{Πραγματική Αξία} = 29092,134 + 1,680 * \text{Αντικειμενική Αξία}$$

➤ ΔΗΜΟΣ ΝΕΑΣ ΙΩΝΙΑΣ

**Πίνακας 19:** Συντελεστής συσχέτισης r και προσδιορισμού R<sup>2</sup> για τη σχέση πραγματικής- αντικειμενικής αξίας για το δήμο Νέας Ιωνίας

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
	ΔΗΜΟΣ = 5				R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	0,928 <sup>a</sup>	0,862	0,861	18982,3120	0,862	1533,680	1	246	0,000

a. Predictors: (Constant), ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗ ΑΞΙΑ



**Πίνακας 20:** Παράμετροι του μοντέλου για τη σχέση πραγματικής – αντικειμενικής αξίας για το δήμο Νέας Ιωνίας

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	34006,411	3433,090		9,905	0,000
	ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗ ΑΞΙΑ	1,334	0,034	0,928	39,162	0,000

a. Dependent Variable: ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΑΞΙΑ

b. Selecting only cases for which ΔΗΜΟΣ = 5

$$\text{Πραγματική Αξία} = 34006,411 + 1,334 * \text{Αντικειμενική Αξία}$$

➤ ΔΗΜΟΣ ΝΕΟΥ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ

**Πίνακας 21:** Συντελεστής συσχέτισης r και προσδιορισμού R<sup>2</sup> για τη σχέση πραγματικής - αντικειμενικής αξίας για το δήμο Νέου Ηρακλείου

Model	R	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
	ΔΗΜΟΣ = 6			R Square	R Square Change	F Change	df1	df2
1	0,906 <sup>a</sup>	0,822	26078,7678	0,822	442,144	1	96	0,000

a. Predictors: (Constant), ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗ ΑΞΙΑ

**Πίνακας 22 :** Παράμετροι του μοντέλου για τη σχέση πραγματικής – αντικειμενικής αξίας για το δήμο Νέου Ηρακλείου

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	38684,282	7207,912		5,367	0,000
	ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗ ΑΞΙΑ	1,408	0,067	0,906	21,027	0,000

a. Dependent Variable: ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΑΞΙΑ

b. Selecting only cases for which ΔΗΜΟΣ = 6

$$\text{Πραγματική Αξία} = 38684,282 + 1,408 * \text{Αντικειμενική Αξία}$$

➤ ΔΗΜΟΣ ΝΕΑΣ ΧΑΛΚΗΔΟΝΑΣ

**Πίνακας 23 :** Συντελεστής συσχέτισης r και προσδιορισμού R<sup>2</sup> για τη σχέση πραγματικής - αντικειμενικής αξίας για το δήμο Νέας Χαλκηδόνας

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
	ΔΗΜΟΣ = 7				R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	0,919 <sup>a</sup>	0,844	0,835	18825,3124	0,844	102,560	1	19	0,000

a. Predictors: (Constant), ANTIKEIMENIKH AΞIA

**Πίνακας 24:** Παράμετροι του μοντέλου για τη σχέση πραγματικής – αντικειμενικής αξίας για το δήμο Νέας Χαλκηδόνας

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	6005,197	12264,895		0,490	<b>0,630</b>
	ANTIKEIMENIKH AΞIA	1,911	0,189	0,919	10,127	0,000

a. Dependent Variable: ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΑΞΙΑ

b. Selecting only cases for which ΔΗΜΟΣ = 7

Επειδή ο σταθερός όρος δεν είναι στατιστικά σημαντικός (p-value>0,05), η σχέση πραγματικής-αντικειμενικής αξίας διαμορφώνεται ως εξής:

$$\text{Πραγματική Αξία} = 1,99808 * \text{Αντικειμενική Αξία}$$

➤ ΔΗΜΟΣ ΝΕΑΣ ΦΙΛΑΔΕΛΦΕΙΑΣ

**Πίνακας 25:** Συντελεστής συσχέτισης r και προσδιορισμού R<sup>2</sup> για τη σχέση πραγματικής - αντικειμενικής αξίας για το δήμο Νέας Φιλαδέλφειας

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
	ΔΗΜΟΣ = 8				R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	0,944 <sup>a</sup>	0,892	0,890	15788,2822	0,892	560,924	1	68	0,000

a. Predictors: (Constant), ANTIKEIMENIKH AΞIA

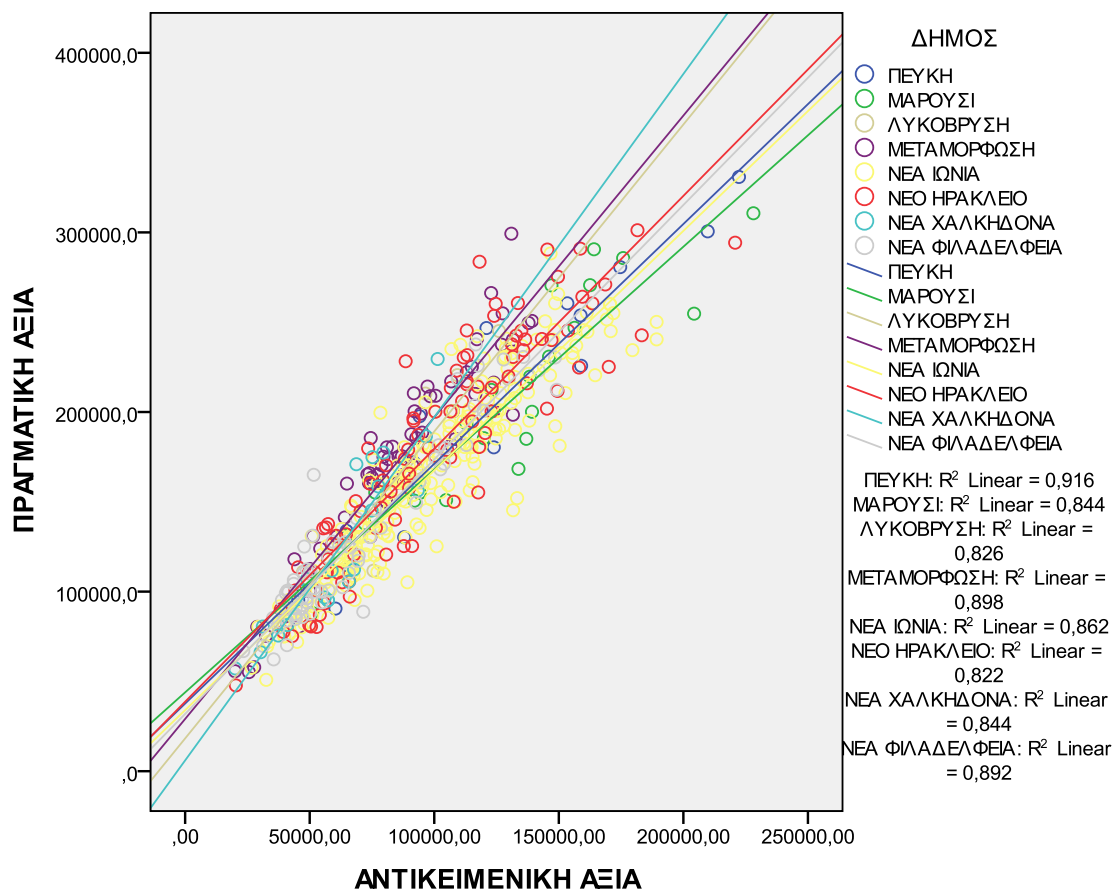
**Πίνακας 26:** Παράμετροι του μοντέλου για τη σχέση πραγματικής – αντικειμενικής αξίας για τη Νέα Φιλαδέλφεια

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized	t	Sig.
		B	Std. Error	Coefficients		
1	(Constant)	31900,697	4488,694		7,107	0,000
	ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗ ΑΞΙΑ	1,417	0,060	0,944	23,684	0,000

a. Dependent Variable: ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΑΞΙΑ

b. Selecting only cases for which ΔΗΜΟΣ = 8

$$\text{Πραγματική Αξία} = 31900,697 + 1,417 * \text{Αντικειμενική Αξία}$$



**Διάγραμμα 34:** Διάγραμμα διασποράς για τη σχέση πραγματικής - αντικειμενικής αξίας για τους οκτώ δήμους

#### 4.4.3. Σύγκριση των ευθειών της Γραμμικής Παλινδρόμησης ανά δήμο

Πίνακας 27: Στατιστικός έλεγχος σημαντικότητας των παραμέτρων των ευθειών για τους οκτώ δήμους

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Αντικειμενική αξία	1.51612E12	1	1.51612E12	3684.64	0.0000
Intercepts	3.92284E10	7	5.60406E9	13.62	0.0000
Slopes	1.03183E10	7	1.47404E9	3.58	0.0009
Model	1.56566E12	15			

Συγκεντρωτικά και με βάση τα παραπάνω προκύπτει το μοντέλο της Απλής Γραμμικής Παλινδρόμησης για κάθε δήμο όπως φαίνεται παρακάτω.

Για το δήμο Πεύκης το μοντέλο έχει ως εξής:

$$\text{Πραγματική Αξία} = 37663,424 + 1,335 * \text{Αντικειμενική Αξία}$$

Για το δήμο Αμαρουσίου το μοντέλο έχει ως εξής:

$$\text{Πραγματική Αξία} = 43894,761 + 1,241 * \text{Αντικειμενική Αξία}$$

Για το δήμο Λυκόβρυσης το μοντέλο έχει ως εξής:

$$\text{Πραγματική Αξία} = 1,88419 * \text{Αντικειμενική Αξία}$$

Για το δήμο Μεταμόρφωσης το μοντέλο έχει ως εξής:

$$\text{Πραγματική Αξία} = 29092,134 + 1,680 * \text{Αντικειμενική Αξία}$$

Για το δήμο Νέας Ιωνίας το μοντέλο έχει ως εξής:

$$\text{Πραγματική Αξία} = 34006,411 + 1,334 * \text{Αντικειμενική Αξία}$$

Για το δήμο Νέου Ηρακλείου το μοντέλο έχει ως εξής:

$$\text{Πραγματική Αξία} = 38684,282 + 1,408 * \text{Αντικειμενική Αξία}$$

Για το δήμο Νέας Χαλκηδόνας το μοντέλο έχει ως εξής:

$$\text{Πραγματική Αξία} = 1,99808 * \text{Αντικειμενική Αξία}$$

Για το δήμο Νέας Φιλαδέλφειας το μοντέλο έχει ως εξής:

$$\text{Πραγματική Αξία} = 31900,697 + 1,417 * \text{Αντικειμενική Αξία}$$

Από τα αποτελέσματα που έδωσε η Απλή Γραμμική Παλινδρόμηση ανά δήμο, παρατηρείται ότι τόσο η κλίση όσο και ο σταθερός όρος μεταβάλλονται από δήμο σε δήμο.

Ακόμα, κάνοντας τη σύγκριση των παραμέτρων των ευθειών για τους οκτώ δήμους (βλέπε Πίνακα 27), παρατηρήθηκε ότι αυτή η διαφοροποίηση είναι στατιστικά σημαντική και για τις δύο παραμέτρους με  $p\text{-value} < 0,001$ .

Συμπληρωματικά, από τους αρχικούς Πίνακες και το Διάγραμμα 34, είδαμε ότι οι περιοχές που οι κλίσεις είναι παρόμοιες είναι ο δήμος της Πεύκης με το δήμο της Νέας Ιωνίας, παρότι δεν συνορεύουν.

Άλλο χαρακτηριστικό είναι ότι οι κλίσεις στους δήμους Νέου Ηρακλείου και Νέας Φιλαδέλφειας είναι επίσης παρόμοιες. Αυτοί οι δήμοι βέβαια συνορεύουν.

Επίσης για το σταθερό όρο παρατηρήθηκε ότι στους δήμους της Νέας Φιλαδέλφειας, της Νέας Ιωνίας, και της Μεταμόρφωσης είναι παρόμοιους.

Για πληρέστερη και λεπτομερέστερη (και όχι μόνο ανά δήμο) διερεύνηση της χωρικής μεταβλητότητας της σχέσης πραγματικής-αντικειμενικής αξίας αλλά και επειδή το πρόβλημα της συσχέτισης των σφαλμάτων δεν αντιμετωπίστηκε πλήρως με την εκτίμηση μοντέλων ανά δήμο (π.χ. στο δήμο Αμαρουσίου τα σφάλματα δεν είναι ασυσχέτιστα), εφαρμόσαμε τη Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση σε όλα τα σημεία της περιοχής μελέτης για τα οποία είχαμε διαθέσιμα δεδομένα.

#### 4.5.Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση για τη σχέση Πραγματικής-Αντικειμενικής Αξίας

Χρησιμοποιώντας την έκδοση GWR 3 η Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση έδωσε τα παρακάτω αποτελέσματα:

**Πίνακας 28:** Εκτιμήσεις της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης

```

*****
*           GWR ESTIMATION           *
*****
Fitting Gaussian GWR Model...
Number of regression points..... 547
Number of design matrix columns..... 2: (Intercept is in column 1)
Number of nearest neighbours..... 50
Number of regression points..... 547

Diagnostic information...
Residual sum of squares. . . . . 169576774600.709410
Effective number of parameters.. 77.241859
Sigma... . . . . . 18999.668652
Akaike Information Criterion ... 12380.221310
Coefficient of Determination ... 0.904954
Adjusted r-square... . . . . . 0.889292

Tr(S) (model ENP) .. . . . . 58.140275
Tr(S'S) (residual ENP).. . . . . 39.038692
DF of the model. . . . . 488.859725
DF of the residual . . . . . 469.758142
*** Results written to .csv file

```

Για το καθολικό μοντέλο (OLS Method) έχουμε τα παρακάτω αποτελέσματα:

**Πίνακας 29:** Εκτιμήσεις του Καθολικού Μοντέλου Παλινδρόμησης (OLS)

```
*****
*          GLOBAL REGRESSION PARAMETERS          *
*****
Diagnostic information...
Residual sum of squares. . . . . 268036947545.773530
Number of parameters . . . . .      2.000000
Degrees of freedom.. . . . .      545.000000
Sigma... . . . . .      22176.810251
Akaike Information Criterion . . . . . 12503.801157
Coefficient of Determination . . . . .      0.849768
Adjusted r-square... . . . . .      0.849216

Parameter          Estimate (B)          Std Err          T          p (B=0)
-----
Intercept          36759.738897703333          2454.947294081037          14.973738534563          0.0000
antik_ak          1.370525233094          0.024684244795          55.522267116142          0.0000
```

Για τη Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση (βλέπε Πίνακα 28) παρατηρούμε ότι ο δείκτης AIC (Akaike Information Criterion) είναι 12.380 και το  $R^2$  Adjusted είναι 0,89. Για τη Συνήθη Γραμμική Παλινδρόμηση (OLS) (βλέπε Πίνακα 29) ο AIC (Akaike Information Criterion) είναι 12.504 και το  $R^2$  Adjusted είναι 0,85. Δηλαδή με βάση αυτά τα δύο κριτήρια φαίνεται ότι η Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση υπερέρχει ελαφρώς της Συνήθους Απλής Γραμμικής Παλινδρόμησης στην προσαρμογή των συγκεκριμένων δεδομένων.

#### 4.5.1. Αναζήτηση στατιστικά σημαντικής σχέσης

Στον Πίνακα 30, παρουσιάζονται συνοπτικά μέσω 5-αριθμών (ελάχιστη τιμή, μέγιστη τιμή, διάμεσος, 1<sup>ο</sup> και 3<sup>ο</sup> τεταρτημόριο), οι 547 κλίσεις και οι 547 σταθεροί όροι που υπολογίστηκαν αντίστοιχα για κάθε ένα από τα 547 σημεία όπου εφαρμόστηκε η Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση.

**Πίνακας 30:** Πίνακας των 5-αριθμών της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης

```
*****
*          PARAMETER 5-NUMBER SUMMARIES          *
*****
Label          Minimum          Lwr Quartile          Median          Upr Quartile          Maximum
-----
Intrcept          1156.638156          24897.683890          31121.126317          37056.875366          69320.999515
antik_ak          1.048529          1.309714          1.417654          1.551549          1.974916
```

Με βάση το ενδοτεταρτημοριακό εύρος από τον Πίνακα των 5-αριθμών της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης (βλέπε Πίνακα 30) έχουμε ότι:

$$IR = Q_3 - Q_1 = 1,55 - 1,05 = 0,5$$

Επίσης το Καθολικό Μοντέλο έδωσε ότι  $b_1 = 1,371$  με SE (Standart Error) = 0,025, επομένως αναμένεται το 68% περίπου των παρατηρήσεων να βρίσκεται σε ένα διάστημα εύρους  $2 * 0,025 = 0,05$ . Άρα φαίνεται να υπάρχει μεγαλύτερη μεταβλητότητα στα  $b_1$  (κλίσεις) της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης.

Ομοίως για το σταθερό όρο με βάση το ενδοτεταρτημοριακό εύρος από τον Πίνακα των 5-αριθμών της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης (βλέπε Πίνακα 30) έχουμε ότι:

$$IR = Q_3 - Q_1 = 37.057 - 24.898 = 12.159$$

Επίσης το Καθολικό Μοντέλο έδωσε ότι  $b_0 = 36.760$  με SE (Standard Error) = 2.455, επομένως αναμένεται το 68% περίπου των παρατηρήσεων να βρίσκεται σε ένα διάστημα εύρους  $2 * 2.455 = 4.910$ . Άρα φαίνεται να υπάρχει μεγαλύτερη μεταβλητότητα στα  $b_0$  (σταθερούς όρους) της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης.

Από τα παραπάνω έχουμε μία ένδειξη ότι η μεταβλητότητα των παραμέτρων δεν είναι η αναμενόμενη με βάση το αντίστοιχο τυπικό σφάλμα της εκτίμησης με τη Συνήθη Παλινδρόμηση και για να τεκμηριώσουμε αυτά τα ευρήματα κάναμε στατιστικό έλεγχο (Monte Carlo Significant test, ανάλυση διακύμανσης (Analysis Of Variance-ANOVA)) και έλεγχο της χωρικής αυτοσυσχέτισης των Υπολοίπων (Residuals).

### -Monte Carlo Significant test

**Πίνακας 31:** Monte Carlo Significant test για την χωρική μεταβλητότητα των παραμέτρων

```

*****
*
*   Test for spatial variability of parameters
*
*****

Tests based on the Monte Carlo significance test
procedure due to Hope [1968, JRSE, 30(3), 582-598]

Parameter          P-value
-----
Intercept          0.24000   n/s
antik_ak          0.00000   ***

*** = significant at .1% level
**  = significant at 1% level
*   = significant at 5% level

```

Από το Monte Carlo Significant test φαίνεται ότι η παρατηρούμενη μεταβλητότητα των κλίσεων είναι στατιστικά σημαντική με  $p\text{-value} < 0.001$ , ενώ η μεταβλητότητα των σταθερών όρων δεν είναι.

### -Ανάλυση διακύμανσης (Analysis Of Variance-ANOVA)

**Πίνακας 32:** Ανάλυση διακύμανσης για τη σημαντικότητα της βελτίωσης της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης (GWR) ως προς το Καθολικό Μοντέλο (OLS)

```

*****
*
*   ANOVA
*
*****

Source          SS          DF          MS          F
OLS Residuals   268036947545.8   2.00          134018473772.9   3.6250
GWR Improvement   98460172288.0   75.24         1308582420.9495
GWR Residuals   169576774600.7   469.76        360987408.8941

```

Από τον παραπάνω Πίνακα, φαίνεται η βελτίωση που επιτυγχάνεται με τη Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση έναντι του Καθολικού Μοντέλου η οποία μάλιστα σύμφωνα με το F-test είναι στατιστικά σημαντική. Τον έλεγχο αυτό πρότειναν οι Fotheringham A. S., Brunson C., Charlton M. (2002).

### -Χωρική αυτοσυσχέτιση των Υπολοίπων (Residuals)

**Πίνακας 33:** Τιμές του δείκτη “Moran’s I” για τα Υπόλοιπα (Residuals) της Συνήθους Παλινδρόμησης με “Inverse Distance” και “Inverse Distance Squared” βάρη

<b>Βάρη</b>	<b>Δείκτης Moran’s I</b>	<b>z-score</b>	<b>p-value</b>
<b>Inverse Distance</b>	0,196761	12,49	0,00
<b>Inverse Distance Squared</b>	0,439852	5,949518	0,00

**Πίνακας 34:** Τιμές του δείκτη “Moran’s I” για τα Υπόλοιπα (Residuals) της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης με “Inverse Distance” και “Inverse Distance Squared” βάρη

<b>Βάρη</b>	<b>Δείκτης Moran’s I</b>	<b>z-score</b>	<b>p-value</b>
<b>Inverse Distance</b>	0,038357	2,5828555	0,011453
<b>Inverse Distance Squared</b>	0,180478	2,456351	0,014036

Από τα παραπάνω αποτελέσματα (βλέπε Πίνακες 33,34), παρατηρούμε ότι τα Υπόλοιπα (Residuals) στη Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση για  $\alpha=1\%$ , δείχνουν απουσία χωρικής αυτοσυσχέτισης. Αντίθετα στη Συνήθη Παλινδρόμηση υπάρχει στατιστικά σημαντική χωρική αυτοσυσχέτιση με  $p\text{-value} < 0,001$ .



## 4.6. Μοντέλο Παλινδρόμησης μεταξύ Πραγματικής Αξίας (σε €/m<sup>2</sup>) και έξι επεξηγηματικών μεταβλητών

### 4.6.1. Σχέση μεταξύ Πραγματικής Αξίας (σε €/m<sup>2</sup>) και έξι επεξηγηματικών μεταβλητών συνολικά για την περιοχή

Πίνακας 35: Συντελεστής συσχέτισης  $r$  και προσδιορισμού  $R^2$  για τις μεταβλητές που θα χρησιμοποιηθούν στο μοντέλο της πραγματικής αξίας (σε €/m<sup>2</sup>) συνολικά για την περιοχή

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	0,904 <sup>a</sup>	0,817	0,815	300,10273	0,817	401,606	6	540	0,000

a. Predictors: (Constant), ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΜΕΤΡΟ/ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟ, ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΔΡΟΜΟΥΣ, ΘΕΣΗ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ, ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΧΩΡΟΥΣ ΠΡΑΣΙΝΟΥ, ΟΡΟΦΟΣ, ΠΑΛΑΙΟΤΗΤΑ

b. Dependent Variable: ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΑΞΙΑ / M<sup>2</sup>

Πίνακας 36: Παράμετροι του μοντέλου για τη σχέση των έξι επεξηγηματικών μεταβλητών με την πραγματική αξία (σε €/m<sup>2</sup>) συνολικά για την περιοχή μελέτης

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-447,217	96,851		-4,618	0,000
	ΟΡΟΦΟΣ	70,777	10,084	0,142	7,019	0,000
	ΘΕΣΗ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ	123,583	46,628	0,089	2,650	0,008
	ΠΑΛΑΙΟΤΗΤΑ	3075,090	127,805	0,780	24,061	0,000
	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΔΡΟΜΟΥΣ	0,022	0,020	0,021	1,101	<b>0,271</b>
	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΧΩΡΟΥΣ ΠΡΑΣΙΝΟΥ	0,036	0,045	0,016	0,791	<b>0,429</b>
	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΜΕΤΡΟ/ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟ	0,002	0,038	0,001	0,062	<b>0,950</b>

a. Dependent Variable: ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΑΞΙΑ / M<sup>2</sup>

Από τα αποτελέσματα της Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης (βλέπε Πίνακα 36) για το σύνολο της περιοχής παρατηρούμε ότι οι μεταβλητές όροφος, θέση στάθμευσης και παλαιότητα είναι στατιστικά σημαντικές, ενώ αυτές των αποστάσεων δεν είναι.

Στους Πίνακες 37-39, φαίνονται τα αποτελέσματα εφαρμογής της μεθόδου της προς τα πίσω αφαίρεσης των μεταβλητών αλλιώς μεθόδου “backward”, ώστε να επιλεγούν οι στατιστικά σημαντικές μεταβλητές που έχουν αξία στην εφαρμογή των μοντέλων παλινδρόμησης.

**Πίνακας 37:** Καταγραφή μεταβλητών που εισήχθησαν ή αφαιρέθηκαν κάθε φορά από το Καθολικό μοντέλο

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΜΕΤΡΟ/ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟ, ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΔΡΟΜΟΥΣ, ΘΕΣΗ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ, ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΧΩΡΟΥΣ ΠΡΑΣΙΝΟΥ, ΟΡΟΦΟΣ, ΠΑΛΑΙΟΤΗΤΑ	.	Enter
2	.	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΜΕΤΡΟ/ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟ	Backward (criterion: Probability of F-to-remove >= 0.100).
3	.	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΧΩΡΟΥΣ ΠΡΑΣΙΝΟΥ	Backward (criterion: Probability of F-to-remove >= 0.100).
4	.	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΔΡΟΜΟΥΣ	Backward (criterion: Probability of F-to-remove >= 0.100).

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΑΞΙΑ / Μ<sup>2</sup>

**Πίνακας 38:** Συντελεστής συσχέτισης r και προσδιορισμού R<sup>2</sup> για κάθε νέο μοντέλο που προκύπτει έπειτα από την προς τα πίσω αφαίρεση των μεταβλητών

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std.Error of the Estamate
1	0,904	0,817	0,815	300,10273
2	0,904	0,817	0,815	299,82632
3	0,904	0,817	0,815	299,72709
4	0,903	0,816	0,815	299,94100

**Πίνακας 39:** Σημαντικότητα των μεταβλητών για κάθε νέο μοντέλο που προκύπτει έπειτα από την προς τα πίσω αφαίρεση για κάποιες από αυτές

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized	t	Sig.	
		B	Std. Error	Coefficients			
				Beta			
1	(Constant)	-447,217	96,851		-4,618	0,000	
	ΟΡΟΦΟΣ	70,777	10,084	0,142	7,019	0,000	
	ΘΕΣΗ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ	123,583	46,628	0,089	2,650	0,008	
	ΠΑΛΑΙΟΤΗΤΑ	3075,090	127,805	0,780	24,061	0,000	
	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΔΡΟΜΟΥΣ	0,022	0,020	0,021	1,101	0,271	
	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΧΩΡΟΥΣ ΠΡΑΣΙΝΟΥ	0,036	0,045	0,016	0,791	0,429	
	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΜΕΤΡΟ/ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟ	0,002	0,038	0,001	0,062	0,950	
2	(Constant)	-445,187	91,115		-4,886	0,000	
	ΟΡΟΦΟΣ	70,731	10,048	0,142	7,039	0,000	
	ΘΕΣΗ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ	123,604	46,583	0,089	2,653	0,008	
	ΠΑΛΑΙΟΤΗΤΑ	3075,283	127,650	0,780	24,092	0,000	
	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΔΡΟΜΟΥΣ	0,022	0,020	0,021	1,110	0,267	
	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΧΩΡΟΥΣ ΠΡΑΣΙΝΟΥ	0,035	0,044	0,015	0,801	0,424	
3	(Constant)	-422,115	86,412		-4,885	0,000	
	ΟΡΟΦΟΣ	71,067	10,036	0,143	7,081	0,000	
	ΘΕΣΗ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ	127,108	46,362	0,092	2,742	0,006	
	ΠΑΛΑΙΟΤΗΤΑ	3065,459	127,017	0,777	24,134	0,000	
	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΔΡΟΜΟΥΣ	0,026	0,019	0,025	1,332	0,183	
4	(Constant)	-401,787	85,115		-4,721	0,000	
	ΟΡΟΦΟΣ	73,567	9,866	0,148	7,457	0,000	
	ΘΕΣΗ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ	123,107	46,298	0,089	2,659	0,008	
	ΠΑΛΑΙΟΤΗΤΑ	3068,729	127,084	0,778	24,147	0,000	

a. Dependent Variable: ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΑΞΙΑ / Μ<sup>2</sup>

Το μοντέλο που προκύπτει μετά την αφαίρεση των μεταβλητών που δεν είναι στατιστικά σημαντικές είναι το εξής:

$$\text{Πραγματική Αξία} = -401,787 + 73,567 * \text{Όροφος} + 123,107 * \text{Θέση Στάθμευσης} + 3068,729 * \text{Παλαιότητα}$$

#### 4.6.2. Σχέση μεταξύ Πραγματικής Αξίας (σε €/m<sup>2</sup>) και έξι επεξηγηματικών μεταβλητών ανά δήμο

Για τους δήμους Πεύκης, Λυκόβρυσης, Αμαρουσίου, Νέας Χαλκηδόνας και Νέας Φιλαδέλφειας δεν εφαρμόστηκε το μοντέλο παλινδρόμησης, επειδή τα δεδομένα ήταν λίγα σε αυτούς τους δήμους.

##### ➤ ΔΗΜΟΣ ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΣΗΣ

**Πίνακας 40:** Συντελεστής συσχέτισης  $r$  και προσδιορισμού  $R^2$  για τις μεταβλητές που θα χρησιμοποιηθούν στο μοντέλο της πραγματικής αξίας (σε €/m<sup>2</sup>) για το δήμο Μεταμόρφωσης

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				Sig. F Change
	ΔΗΜΟΣ = 4				R Square Change	F Change	df1	df2	
1	0,916	0,838	0,822	249,05654	0,838	50,948	6	59	0,000

**Πίνακας 41:** Παράμετροι του μοντέλου για τη σχέση των έξι επεξηγηματικών μεταβλητών με την πραγματική αξία (σε €/m<sup>2</sup>) για το δήμο Μεταμόρφωσης

Model		Unstandardised Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-570,339	247,590		-2,304	0,025
	ΟΡΟΦΟΣ	79,570	31,180	0,151	2,552	0,013
	ΘΕΣΗ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ	-25,201	105,165	-0,021	-0,240	0,811
	ΠΑΛΑΙΟΤΗΤΑ	3242,716	296,157	0,886	10,949	0,000
	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΔΡΟΜΟΥΣ	0,376	0,175	0,140	2,149	0,036
	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΧΩΡΟΥΣ ΠΡΑΣΙΝΟΥ	0,087	0,139	0,035	0,624	0,535
	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΜΕΤΡΟ/ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟ	-0,299	0,152	-0,132	-1,968	0,054

a. Dependent Variable: ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΑΞΙΑ / Μ<sup>2</sup>

b. Selecting only cases for which ΔΗΜΟΣ = 4

Στο δήμο Μεταμόρφωσης οι μεταβλητές παλαιότητα, αποστάσεις από χώρους πρασίνου και αποστάσεις από μετρό/προαστιακό δεν είναι στατιστικά σημαντικές για  $\alpha=5\%$ . Επομένως εφαρμόζεται η προς τα πίσω μέθοδος αφαίρεσης μεταβλητών, αλλιώς μέθοδος “backward”, δίνοντας τα παρακάτω αποτελέσματα.

**Πίνακας 42:** Σημαντικότητα των μεταβλητών για κάθε νέο μοντέλο που προκύπτει έπειτα από την προς αφαίρεση κάποιων από αυτές για το δήμο Μεταμόρφωσης

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-570,339	247,590		-2,304	0,025
	ΟΡΟΦΟΣ	79,570	31,180	0,151	2,552	0,013
	ΘΕΣΗ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ	-25,201	105,165	-0,021	-0,240	0,811
	ΠΑΛΑΙΟΤΗΤΑ	3242,716	296,157	0,886	10,949	0,000
	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΔΡΟΜΟΥΣ	0,376	0,175	0,140	2,149	0,036
	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΧΩΡΟΥΣ ΠΡΑΣΙΝΟΥ	0,087	0,139	0,035	0,624	0,535
	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΜΕΤΡΟ/ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟ	-0,299	0,152	-0,132	-1,968	0,054
2	(Constant)	-534,734	196,488		-2,721	0,008
	ΟΡΟΦΟΣ	77,376	29,570	0,147	2,617	0,011
	ΠΑΛΑΙΟΤΗΤΑ	3193,982	213,591	0,872	14,954	0,000
	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΔΡΟΜΟΥΣ	0,376	0,173	0,140	2,169	0,034
	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΧΩΡΟΥΣ ΠΡΑΣΙΝΟΥ	0,079	0,135	0,032	0,590	0,557
	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΜΕΤΡΟ/ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟ	-0,303	0,150	-0,133	-2,021	0,048
	3	(Constant)	-473,493	165,977		-2,853
ΟΡΟΦΟΣ		77,642	29,409	0,147	2,640	0,011
ΠΑΛΑΙΟΤΗΤΑ		3204,938	211,644	0,875	15,143	0,000
ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΔΡΟΜΟΥΣ		0,348	0,166	0,130	2,098	0,040
ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΜΕΤΡΟ/ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟ		-0,302	0,149	-0,133	-2,029	0,047

a. Dependent Variable: ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΑΞΙΑ / Μ<sup>2</sup>

b. Selecting only cases for which ΔΗΜΟΣ = 4

Επομένως το μοντέλο για το δήμο Μεταμόρφωσης διαμορφώνεται ως εξής:

$$\text{Πραγματική Αξία} = -473,493 + 77,642 * \text{Όροφος} + 3204,938 * \text{Παλαιότητα} + 0,348 * \text{Αποστάσεις από δρόμους} - 0,302 * \text{Αποστάσεις από Μετρό/Προαστιακό}$$

➤ ΔΗΜΟΣ ΝΕΑΣ ΙΩΝΙΑΣ

Πίνακας 43: Συντελεστής συσχέτισης  $r$  και προσδιορισμού  $R^2$  για τις μεταβλητές που θα χρησιμοποιηθούν στο μοντέλο της πραγματικής αξίας (σε €/m<sup>2</sup>) για το δήμο Νέας Ιωνίας

Model	R		R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
	ΔΗΜΟΣ = 5	ΔΗΜΟΣ ~ = 5				R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	0,930 <sup>a</sup>	0,896	0,864	0,861	249,07723	0,864	256,023	6	241	0,000

a. Predictors: (Constant), ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΜΕΤΡΟ/ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟ, ΟΡΟΦΟΣ, ΠΑΛΛΙΟΤΗΤΑ, ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΧΩΡΟΥΣ ΠΡΑΣΙΝΟΥ, ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΔΡΟΜΟΥΣ, ΘΕΣΗ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ

b. Unless noted otherwise, statistics are based only on cases for which ΔΗΜΟΣ = 5

c. Dependent Variable: ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΑΞΙΑ / M<sup>2</sup>

**Πίνακας 44:** Παράμετροι του μοντέλου για τη σχέση των έξι επεξηγηματικών μεταβλητών με την πραγματική αξία (σε €/m<sup>2</sup>) για το δήμο Νέας Ιωνίας

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-581,503	120,442		-4,828	0,000
	ΟΡΟΦΟΣ	88,733	11,608	0,197	7,644	0,000
	ΘΕΣΗ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ	99,706	53,974	0,075	1,847	0,066
	ΠΑΛΛΙΟΤΗΤΑ	3033,234	147,083	0,808	20,623	0,000
	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΔΡΟΜΟΥΣ	0,067	0,044	0,049	1,511	0,132
	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΧΩΡΟΥΣ ΠΡΑΣΙΝΟΥ	0,033	0,075	0,013	0,439	0,661
	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΜΕΤΡΟ/ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟ	0,009	0,064	0,005	0,145	0,885

a. Dependent Variable: ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΑΞΙΑ / M<sup>2</sup>

b. Selecting only cases for which ΔΗΜΟΣ = 5

Στο δήμο Νέας Ιωνίας οι μεταβλητές θέση στάθμευσης και οι τρεις μεταβλητές που εκφράζουν αποστάσεις δεν είναι στατιστικά σημαντικές για  $\alpha=5\%$ . Επομένως εφαρμόζεται η προς τα πίσω μέθοδος αφαίρεσης μεταβλητών, αλλιώς μέθοδος “backward”, δίνοντας τα παρακάτω αποτελέσματα.

**Πίνακας 45:** Επίπεδο σημαντικότητας των μεταβλητών για κάθε νέο μοντέλο που προκύπτει έπειτα από την αφαίρεση κάποιων από αυτές για το δήμο Νέας Ιωνίας

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-581,503	120,442		-4,828	0,000
	ΟΡΟΦΟΣ	88,733	11,608	0,197	7,644	0,000
	ΘΕΣΗ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ	99,706	53,974	0,075	1,847	0,066
	ΠΑΛΑΙΟΤΗΤΑ	3033,234	147,083	0,808	20,623	0,000
	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΔΡΟΜΟΥΣ	0,067	0,044	0,049	1,511	0,132
	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΧΩΡΟΥΣ ΠΡΑΣΙΝΟΥ	0,033	0,075	0,013	0,439	0,661
	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΜΕΤΡΟ/ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟ	0,009	0,064	0,005	0,145	0,885
2	(Constant)	-578,296	118,146		-4,895	0,000
	ΟΡΟΦΟΣ	88,513	11,485	0,196	7,707	0,000
	ΘΕΣΗ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ	99,840	53,857	0,075	1,854	0,065
	ΠΑΛΑΙΟΤΗΤΑ	3034,723	146,425	0,808	20,725	0,000
	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΔΡΟΜΟΥΣ	0,071	0,034	0,052	2,066	0,040
	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΧΩΡΟΥΣ ΠΡΑΣΙΝΟΥ	0,027	0,064	0,011	0,428	0,669
	3	(Constant)	-560,922	110,783		-5,063
ΟΡΟΦΟΣ		88,585	11,464	0,196	7,727	0,000
ΘΕΣΗ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ		100,309	53,755	0,075	1,866	0,063
ΠΑΛΑΙΟΤΗΤΑ		3025,655	144,644	0,806	20,918	0,000
ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΔΡΟΜΟΥΣ		0,076	0,033	0,055	2,320	0,021

a. Dependent Variable: ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΑΞΙΑ / m<sup>2</sup>

b. Selecting only cases for which ΔΗΜΟΣ = 5

Επομένως το μοντέλο για το δήμο Νέας Ιωνίας διαμορφώνεται ως εξής:

$$\text{Πραγματική Αξία} = -560,922 + 88,585 * \text{Όροφος} + 100,309 * \text{Θέση Στάθμευσης} + 3025,655 * \text{Παλαιότητα} + 0,076 * \text{Αποστάσεις από δρόμους}$$

➤ ΔΗΜΟΣ ΝΕΟΥ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ

**Πίνακας 46:** Συντελεστής συσχέτισης  $r$  και προσδιορισμού  $R^2$  για τις μεταβλητές που θα χρησιμοποιηθούν στο μοντέλο της πραγματικής αξίας (σε €/m<sup>2</sup>) για το δήμο Νέου Ηρακλείου

Model	R		R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
	ΔΗΜΟΣ = 5	ΔΗΜΟΣ ~ = 5				R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	0,912 <sup>a</sup>	0,892	0,832	0,821	314,17165	0,832	74,950	6	91	0,000

a. Predictors: (Constant), ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΜΕΤΡΟ/ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟ, ΟΡΟΦΟΣ, ΠΑΛΛΙΟΤΗΤΑ, ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΧΩΡΟΥΣ ΠΡΑΣΙΝΟΥ, ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΔΡΟΜΟΥΣ, ΘΕΣΗ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ

b. Unless noted otherwise, statistics are based only on cases for which ΔΗΜΟΣ = 6

c. Dependent Variable: ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΑΞΙΑ / M<sup>2</sup>

**Πίνακας 47:** Παράμετροι του μοντέλου για τη σχέση των έξι επεξηγηματικών μεταβλητών με την πραγματική αξία (σε €/m<sup>2</sup>) για το δήμο Νέου Ηρακλείου

Model		Unstandardised Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-256,896	291,833		-0,911	0,365
	ΟΡΟΦΟΣ	99,646	25,745	0,187	3,871	0,000
	ΘΕΣΗ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ	149,888	133,604	0,101	1,122	0,265
	ΠΑΛΛΙΟΤΗΤΑ	3189,474	379,842	0,744	8,397	0,000
	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΔΡΟΜΟΥΣ	0,168	0,082	0,102	2,061	0,042
	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΧΩΡΟΥΣ ΠΡΑΣΙΝΟΥ	-0,298	0,145	-0,096	-2,050	0,043
	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΜΕΤΡΟ/ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟ	-0,138	0,149	-0,041	-0,927	0,356

Στο δήμο Νέου Ηρακλείου οι μεταβλητές θέση στάθμευσης, αποστάσεις από μετρό/προαστιακό, καθώς και ο σταθερός όρος, δεν είναι στατιστικά σημαντικές για  $\alpha=5\%$ . Επομένως εφαρμόζεται η προς τα πίσω μέθοδος αφαίρεσης μεταβλητών, αλλιώς μέθοδος “backward”, δίνοντας τα παρακάτω αποτελέσματα.



**Πίνακας 48:** Σημαντικότητα των μεταβλητών για κάθε νέο μοντέλο που προκύπτει έπειτα από την αφαίρεση κάποιων από αυτές για το δήμο Νέου Ηρακλείου

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-265,896	291,833		-0,911	0,365
	ΟΡΟΦΟΣ	99,646	25,745	0,187	3,871	0,000
	ΘΕΣΗ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ	149,888	133,604	0,101	1,122	0,265
	ΠΑΛΑΙΟΤΗΤΑ	3189,474	379,842	0,744	8,397	0,000
	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΔΡΟΜΟΥΣ	0,168	0,082	0,102	2,061	0,042
	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΧΩΡΟΥΣ ΠΡΑΣΙΝΟΥ	-0,298	0,145	-0,096	-2,050	0,043
	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΜΕΤΡΟ/ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟ	-0,138	0,149	-0,041	-0,927	0,356
2	(Constant)	-367,841	270,122		-1,362	0,177
	ΟΡΟΦΟΣ	100,037	25,722	0,188	3,889	0,000
	ΘΕΣΗ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ	148,326	133,492	0,100	1,111	0,269
	ΠΑΛΑΙΟΤΗΤΑ	3222,015	377,929	0,751	8,525	0,000
	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΔΡΟΜΟΥΣ	0,162	0,081	0,099	1,992	0,049
	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΧΩΡΟΥΣ ΠΡΑΣΙΝΟΥ	-0,304	0,145	-0,098	-2,093	0,039
	3	(Constant)	-580,557	190,806		-3,043
ΟΡΟΦΟΣ		108,422	24,621	0,203	4,404	0,000
ΠΑΛΑΙΟΤΗΤΑ		3574,408	205,795	0,834	17,369	0,000
ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΔΡΟΜΟΥΣ		0,166	0,081	0,101	2,045	0,044
ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΧΩΡΟΥΣ ΠΡΑΣΙΝΟΥ		-0,307	0,145	-0,099	-2,113	0,037

a. Dependent Variable: ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΑΞΙΑ / Μ<sup>2</sup>

b. Selecting only cases for which ΔΗΜΟΣ = 6

Επομένως το μοντέλο για το δήμο Νέου Ηρακλείου διαμορφώνεται ως εξής:

$$\text{Πραγματική Αξία} = -580,557 + 108,422 * \text{Όροφος} + 3574,408 * \text{Παλαιότητα} + 0,166 * \text{Αποστάσεις από δρόμους} - 0,307 * \text{Αποστάσεις από Χώρους Πρασίνου}$$

Από τα παραπάνω αποτελέσματα ανά δήμο, παρατηρούμε ότι κάποιες από τις μεταβλητές που εκφράζουν αποστάσεις είναι στατιστικά σημαντικές για  $\alpha=5\%$ , ενώ συνολικά για την περιοχή μελέτης δεν είναι στατιστικά σημαντικές (βλέπε Πίνακα 36).

#### 4.6.3. Σύγκριση των ευθειών της Γραμμικής Παλινδρόμησης για τη σχέση Πραγματικής Αξίας (σε €/m<sup>2</sup>) και έξι επεξηγηματικών μεταβλητών ανά δήμο

Πίνακας 49: Στατιστικός έλεγχος σημαντικότητας των παραμέτρων των ευθειών για τους οκτώ δήμους

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
ΟΡΟΦΟΣ	3.76749E7	1	3.76749E7	418.32	0.0000
ΘΕΣΗ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ	1.26666E8	1	1.26666E8	1406.43	0.0000
ΠΑΛΑΙΟΤΗΤΑ	5.24576E7	1	5.24576E7	582.46	0.0000
ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΔΡΟΜΟΥΣ	159490.	1	159490.	1.77	0.1838
ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΧΩΡΟΥΣ ΠΡΑΣΙΝΟΥ	57649.3	1	57649.3	0.64	0.4240
ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΜΕΤΡΟ/ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟ	349.155	1	349.155	0.00	0.9504
Model	2.17016E8	6			

Από τους παραπάνω Πίνακες της Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης ανά δήμο παρατηρούμε ότι οι παράμετροι μεταβάλλονται από δήμο σε δήμο.

Επίσης, κάνοντας τη σύγκριση των παραμέτρων των ευθειών για τους οκτώ δήμους (βλέπε Πίνακα 49), παρατηρούμε ότι αυτή η μεταβλητότητα είναι στατιστικά σημαντική για τις παραμέτρους όροφος, θέση στάθμευσης και παλαιότητα με  $p\text{-value} < 0,001$ , αντίθετα στις παραμέτρους των αποστάσεων δεν είναι στατιστικά σημαντική.

Στο επόμενο βήμα εφαρμόζουμε τη Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση, με σκοπό να διερευνήσουμε τη μεταβλητότητα των παραμέτρων στο χώρο, υπολογίζοντας για κάθε σημείο δεδομένων ένα μοντέλο παλινδρόμησης.

#### 4.7. Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση για τη σχέση μεταξύ Πραγματικής Αξίας (σε €/m<sup>2</sup>) και τριών επεξηγηματικών μεταβλητών

Αφαιρώντας τις τρεις μεταβλητές που εκφράζουν αποστάσεις και δεν ήταν στατιστικά σημαντικές, η Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση έδωσε τα παρακάτω αποτελέσματα:

Πίνακας 50: Εκτιμήσεις της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης

```

*****
*           GWR ESTIMATION           *
*****
Fitting Gaussian GWR Model...
Number of regression points..... 547
Number of design matrix columns..... 4: (Intercept is in column 1)
Number of nearest neighbours..... 141
Number of regression points..... 547

Diagnostic information...
Residual sum of squares. ... 33910311.715088
Effective number of parameters.. 54.745899
Sigma... 262.464892
Akaike Information Criterion ... 7678.633271
Coefficient of Determination ... 0.872349
Adjusted r-square... 0.858124

Tr(S) (model ENP) ... 40.626644
Tr(S'S) (residual ENP)... 26.507387
DF of the model. ... 506.373356
DF of the residual ... 492.254100
*** Results written to .csv file

```

Για το καθολικό μοντέλο (OLS Method) έχουμε τα παρακάτω αποτελέσματα:

**Πίνακας 51:** Εκτιμήσεις του Καθολικού Μοντέλου Παλινδρόμησης (OLS)

```
*****
*          GLOBAL REGRESSION PARAMETERS          *
*****
Diagnostic information...
Residual sum of squares. . . . . 48753431.763425
Number of parameters . . . . . 4.000000
Degrees of freedom. . . . . 543.000000
Sigma. . . . . 299.641996
Akaike Information Criterion . . . 7797.046689
Coefficient of Determination . . . 0.816474
Adjusted r-square. . . . . 0.815120

Parameter          Estimate (B)          Std Err          T          p (B=0)
-----
Intercept          -391.795997705662          84.628883596455          -4.629577764182          0.0000
thesi_st           129.994684678789          45.970062122823          2.827811812207          0.0049
PALAIOT_           3057.374356744838          126.831985390388          24.105704466695          0.0000
orof_new           72.506299999632          9.620696442185          7.536491815884          0.0000
```

Από τη Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση (βλέπε Πίνακα 50) παρατηρούμε ότι ο δείκτης AIC (Akaike Information Criterion) είναι 7.679 και το R<sup>2</sup> Adjusted είναι 0,86. Για τη Συνήθη Γραμμική Παλινδρόμηση (OLS) (βλέπε Πίνακα 51) ο AIC (Akaike Information Criterion) είναι 7.797 και το R<sup>2</sup> Adjusted είναι 0,82. Δηλαδή με βάση αυτά τα δύο κριτήρια φαίνεται ότι η Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση υπερέρχει ελαφρώς της Συνήθους Γραμμικής Παλινδρόμησης στην προσαρμογή των συγκεκριμένων δεδομένων.

#### 4.7.1. Αναζήτηση στατιστικά σημαντικής σχέσης

Στον Πίνακα 53, παρουσιάζονται συνοπτικά μέσω 5-αριθμών (ελάχιστη τιμή, μέγιστη τιμή, διάμεσος, 1<sup>ο</sup> και 3<sup>ο</sup> τεταρτημόριο), οι 547 τιμές κάθε μίας παραμέτρου που υπολογίστηκαν για κάθε ένα από τα 547 σημεία δεδομένων όπου εφαρμόστηκε η Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση.

**Πίνακας 53:** Πίνακας των 5-αριθμών της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης

```
*****
*          PARAMETER 5-NUMBER SUMMARIES          *
*****
Label          Minimum  Lwr Quartile  Median  Upr Quartile  Maximum
-----
Intercept      -1088.161785  -684.863278   -455.331046  -255.512769   9.444923
thesi_st       -157.511603   -2.966718     71.350158    147.137782    350.618072
PALAIOT_       2387.744581   2814.052371   3228.789924   3460.043856   4097.135959
orof_new       -5.164457     58.909039     82.544158    101.412409    153.087914
```

Από τον Πίνακα των 5-αριθμών παρατηρούμε τα ακόλουθα:

**-Για το σταθερό όρο (b<sub>0</sub>):**

$$IR = Q3 - Q1 = -256 + 685 = 429$$

Επίσης το Καθολικό Μοντέλο έδωσε ότι b<sub>0</sub> = -391,8 με SE (Standart Error) = 84,6, επομένως αναμένεται το 68% περίπου των παρατηρήσεων να βρίσκεται σε ένα διάστημα εύρους 2\*84,6 = 169,2. Άρα φαίνεται να υπάρχει μεγαλύτερη μεταβλητότητα στα b<sub>0</sub> της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης.

**-Για την παράμετρο της θέσης στάθμευσης (b<sub>1</sub>):**

$$IR = Q3 - Q1 = 147,14 + 2,97 = 150,11$$

Επίσης το Καθολικό Μοντέλο έδωσε ότι  $b_1 = 130$  με SE (Standart Error) = 45,97, επομένως αναμένεται το 68% περίπου των παρατηρήσεων να βρίσκεται σε ένα διάστημα εύρους  $2 * 45,97 = 91,94$ . Άρα φαίνεται να υπάρχει μεγαλύτερη μεταβλητότητα στα  $b_1$  της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης.

**- Για την παράμετρο της παλαιότητας (b<sub>2</sub>):**

$$IR = Q3 - Q1 = 3460,04 - 2814,05 = 645,99$$

Επίσης το Καθολικό Μοντέλο έδωσε ότι  $b_2 = 3057,37$  με SE (Standart Error) = 126,83 επομένως αναμένεται το 68% περίπου των παρατηρήσεων να βρίσκεται σε ένα διάστημα εύρους  $2 * 126,83 = 253,66$ . Άρα φαίνεται να υπάρχει μεγαλύτερη μεταβλητότητα στα  $b_2$  της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης.

**- Για την παράμετρο του ορόφου (b<sub>3</sub>):**

$$IR = Q3 - Q1 = 101,41 - 58,91 = 42,5$$

Επίσης το Καθολικό Μοντέλο έδωσε ότι  $b_3 = 72,51$  με SE (Standart Error) = 9,62, επομένως αναμένεται το 68% των παρατηρήσεων να βρίσκεται στο διάστημα εύρους  $2 * 9,62 = 19,24$ . Άρα φαίνεται να υπάρχει μεγαλύτερη μεταβλητότητα στα  $b_3$  της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης.

Από τα παραπάνω πήραμε μία ένδειξη ότι η μεταβλητότητα των παραμέτρων δεν είναι η αναμενόμενη με βάση το αντίστοιχο τυπικό σφάλμα της εκτίμησης με τη Συνήθη Παλινδρόμηση και για να τεκμηριώσουμε αυτά τα ευρήματα κάνουμε στατιστικό έλεγχο (Monte Carlo Significant test, ανάλυση διακύμανσης (Analysis Of Variance-ANOVA)) και έλεγχο της χωρικής αυτοσυσχέτισης των Υπολοίπων (Residuals).

**-Monte Carlo Significant test**

**Πίνακας 54:** Monte Carlo Significant test για την χωρική μεταβλητότητα των παραμέτρων

```
*****
*
*   Test for spatial variability of parameters   *
*
*****

Tests based on the Monte Carlo significance test
procedure due to Hope [1968, JRSB, 30(3), 582-598]

Parameter          P-value
-----
Intercept          0.11000   n/s
thesi_st           0.41000   n/s
PALAIOT_           0.13000   n/s
orof_new           0.08000   n/s

*** = significant at .1% level
**  = significant at 1% level
*   = significant at 5% level
```

Από το Monte Carlo Significant test φαίνεται ότι η παρατηρούμενη μεταβλητότητα των κλίσεων και των σταθερών όρων δεν είναι στατιστικά σημαντική.

### -Ανάλυση διακύμανσης (Analysis Of Variance-ANOVA)

**Πίνακας 55:** Ανάλυση διακύμανσης για τη σημαντικότητα της βελτίωσης της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης (GWR) ως προς το Καθολικό Μοντέλο (OLS)

```

*****
*                               ANOVA                               *
*****
Source                SS                DF                MS                F
OLS Residuals         48753431.8           4.00                12188357.95         4.2460
GWR Improvement       14843120.0           50.75               292498.9004
GWR Residuals         33910311.7           492.25              68887.8198

```

Από τον παραπάνω Πίνακα, φαίνεται η βελτίωση που επιτυγχάνεται με τη Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση έναντι του Καθολικού Μοντέλου η οποία μάλιστα σύμφωνα με το F-test είναι στατιστικά σημαντική. Τον έλεγχο αυτό πρότειναν οι Fotheringham A. S., Brunsdon C., Charlton M. (2002).

### -Χωρική αυτοσυσχέτιση των Υπολοίπων (Residuals)

**Πίνακας 56:** Τιμές του δείκτη “Moran’s I” για τα Υπόλοιπα (Residuals) της Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης με “Inverse Distance” και “Inverse Distance Squared” βάρη

Βάρη	Δείκτης Moran’s I	z-score	p-value
Inverse Distance	0,122132	7,806168	0,00
Inverse Distance Squared	0,289638	3,930535	0,00

**Πίνακας 57:** Τιμές του δείκτη “Moran’s I” για τα Υπόλοιπα (Residuals) της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης με “Inverse Distance” και “Inverse Distance Squared” βάρη

Βάρη	Δείκτης Moran’s I	z-score	p-value
Inverse Distance	0,077883	5,019154	0,000001
Inverse Distance Squared	0,23718	3,222753	0,00127

Από τους παραπάνω πίνακες, παρατηρούμε ότι τα Υπόλοιπα (Residuals) στη Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση και τη Συνήθη Παλινδρόμηση παρουσιάζουν χωρική αυτοσυσχέτιση.

## 5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

---

Σκοπός της εργασίας αυτής ήταν η μελέτη της σχέσης μεταξύ της συνολικής πραγματικής (εξαρτημένη μεταβλητή) και της συνολικής αντικειμενικής αξίας (ανεξάρτητη μεταβλητή) των ακινήτων σε οκτώ δήμους του Λεκανοπεδίου Αττικής (Λυκόβρυση, Πεύκη, Αμαρούσιο, Μεταμόρφωση, Νέο Ηράκλειο, Νέα Φιλαδέλφεια, Νέα Ιωνία και Νέα Χαλκηδόνα) και η διερεύνηση των πλεονεκτημάτων της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης έναντι της Συνήθους Απλής Γραμμικής Παλινδρόμησης.

Από το Απλό Γραμμικό μοντέλο Παλινδρόμησης που εφαρμόστηκε συνολικά για την περιοχή μελέτης, προέκυψε ότι οι δύο μεταβλητές συσχετίζονται θετικά ( $r=0,922$ ). Όμως ο έλεγχος Durbin-Watson έδειξε ότι τα σφάλματα δεν είναι ασυσχέτιστα ( $p\text{-value}=0,0001$ ), γεγονός το οποίο επιβεβαιώθηκε και από τον υπολογισμό και στατιστικό έλεγχο του συντελεστή Moran's I των υπολοίπων που βρέθηκε ίσος με 0,1967 και  $p\text{-value}<0,0001$ . Για την αντιμετώπιση του προβλήματος της συσχέτισης των σφαλμάτων αλλά και για τη διερεύνηση της χωρικής μεταβλητότητας της σχέσης πραγματικής-αντικειμενικής αξίας εκτιμήσαμε το μοντέλο παλινδρόμησης ανά δήμο και επίσης εφαρμόσαμε τη Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση.

Από την εφαρμογή της Απλής Γραμμικής Παλινδρόμησης ανά δήμο, παρατηρήσαμε ότι τόσο η κλίση όσο και ο σταθερός όρος μεταβάλλονται από δήμο σε δήμο και αυτή η μεταβλητότητα είναι στατιστικά σημαντική και για τις δύο παραμέτρους, με  $p\text{-value}<0,001$ . Για πληρέστερη και λεπτομερέστερη (και όχι μόνο ανά δήμο) διερεύνηση της χωρικής μεταβλητότητας της σχέσης πραγματικής-αντικειμενικής αξίας αλλά και επειδή το πρόβλημα της συσχέτισης των σφαλμάτων δεν αντιμετωπίστηκε πλήρως με την εκτίμηση μοντέλων ανά δήμο (π.χ. στο δήμο Αμαρουσίου τα σφάλματα βρέθηκαν να μην είναι ασυσχέτιστα), εφαρμόσαμε τη Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση σε όλα τα σημεία της περιοχής μελέτης για τα οποία είχαμε διαθέσιμα δεδομένα.

Από τα αποτελέσματα της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης προέκυψε στατιστικά σημαντική χωρική μεταβλητότητα για τα  $b_1$  (κλίσεις) ( $p\text{-value}<0,001$ ), ενώ η μεταβλητότητα των σταθερών όρων ( $b_0$ ) δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική. Επίσης με τη Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση αντιμετωπίστηκε το πρόβλημα της χωρικής αυτοσυσχέτισης των σφαλμάτων.

Σε ότι αφορά τη σχέση πραγματικής αξίας των ακινήτων με τις έξι επεξηγηματικές μεταβλητές (όροφος, θέση στάθμευσης, παλαιότητα, αποστάσεις από μετρό-προαστιακό σιδηρόδρομο, χώρους πρασίνου και κεντρικούς οδικούς άξονες) από την ανάλυση που έγινε, διαπιστώθηκε ότι για την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων απαιτείται πληρέστερη μελέτη. Αυτό συμβαίνει διότι ο προσδιορισμός ενός μοντέλου πρόβλεψης για την πραγματική αξία των ακινήτων, όπως προκύπτει και από τη σχετική βιβλιογραφία, αποτελεί πολυσύνθετο πρόβλημα που ξεφεύγει από το σκοπό της παρούσας εργασίας (απαιτούνται επιπλέον ανεξάρτητες μεταβλητές, περισσότερα δεδομένα, άλλοι τρόποι συλλογής τους, κ.ά.).

Το γενικό συμπέρασμα που προκύπτει από την παρούσα εργασία είναι ότι η σχέση πραγματικής-αντικειμενικής αξίας των ακινήτων στην περιοχή μελέτης μεταβάλλεται χωρικά (δεν είναι στάσιμη) και ότι η Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση αποτελεί ένα ιδιαίτερα χρήσιμο εργαλείο, αφενός για την άρση προβλημάτων (όπως η συσχέτιση των σφαλμάτων) που εμφανίζονται στην εφαρμογή ενός καθολικού (για όλη την περιοχή μελέτης) γραμμικού μοντέλου και αφετέρου για τη διαπίστωση και τη διερεύνηση της χωρικής μεταβλητότητας ενός μοντέλου παλινδρόμησης.

# 6 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

---

## Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

-Anselin L. (1988). *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 284.

-Anselin L. (1990). What is special about spatial data? Alternative perspectives on spatial data analysis. In: Griffith D. (Ed.), *Spatial Statistics: Past, Present and Future*. Institute of Mathematical Geography, Ann Arbor, MI, pp.63-77.

-Fotheringham A.S. (1997). Trends in quantitative methods. I. Stressing the local. *Prog. Hum. Geogr.* 21, pp. 88-96.

-Fotheringham A. S., Brunson C., Charlton M. (2002). *Geographically Weighted Regression. The analysis of spatially varying relationships*. WILEY, University of Newcastle, UK.

-Garcia o. (1994). The state-space approach in growth modeling. *Can.J.For.Res.* 24, pp. 1894-1903.

-Gatzlaff D.H. & Smith M.T. (1993). The Impact of Metrorail on the Value of Residence Near Station Locations. *Land Economics*, Vol. 69, pp54-66.

-Magnussen S. (1994). A method to adjust simultaneously for spatial micro-site and competition effects. *Can.J.For.Res.* 24, pp. 985-995.

-Reed D. D. & Burkhart H. E. (1985). Spatial autocorrelation of individual tree characteristics in loblolly pine stands. *For.Sci.* 31, pp. 575-587.

-Zhang L., Bi H., Cheng P., Davis J.C. (2003). Modeling spatial variation in tree diameter-height relationships. *Elsevier. Forest Ecology and Management* 189 (2004), pp. 317-329.

## Ελληνική Βιβλιογραφία

- Δημητριάδης Ε. (2002). Περιγραφική στατιστική. Εκδόσεις Κριτική ΑΕ, Αθήνα.
  
- Ζεντέλης Π. (2001). Real Estate. Αξία. Εκτιμήσεις. Ανάπτυξη. Επενδύσεις. Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα.
  
- Καλογήρου Σ. & Χατζηχρήστος Θ. (2004). Εκτίμηση μέσου εισοδήματος σε περιοχές του Δήμου Αθηναίων. Πρακτικά 3<sup>ου</sup> Συνεδρίου «Η κοινωνία της Γεωπληροφορίας» της HellasGI. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.
  
- Κούνια Σ., Καλύβα–Μαχαίρα Φ., Μπαγιάτη Κ., Μπόρα-Σέντα Ε. (2006). Εισαγωγή στη στατιστική. Εκδόσεις Χριστοδουλίδη, Θεσσαλονίκη.
  
- Κουτσόπουλος Κ. (2009). Πραγματεία Ανάλυσης του χώρου. Θεωρία και Μέθοδοι. Τόμος 2<sup>ος</sup>. Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα.
  
- Παπαευθυμίου Ι. (2013). Εκτίμηση αξίας ακινήτων. Αξιοποίηση τοπικών μοντέλων παλινδρόμησης. Πρακτικά 1<sup>ου</sup> Συνεδρίου χωρικής ανάλυσης. Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα.
  
- Συμεωνάκης Η. (2009). Σημειώσεις μαθήματος «Σχεδιασμός Χωρικής Ανάλυσης». Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Σχολή Κοινωνικών Επιστημών, Τμήμα Γεωγραφίας, Μυτιλήνη.



## **Ιστοσελίδες Διαδικτύου**

<http://ebooks.edu.gr/modules/ebook/show.php/DSGL-C100/493/3203,13013/>

<http://www.aua.gr/gpapadopoulos/files/regression12a.pdf>

<http://geodata.gov.gr/geodata/>

<https://www.cityofathens.gr/khe>

<http://www.xo.gr/maps/>