



**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ & ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ, ΑΓΡΟΤΙΚΩΝ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ & ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΚΟΙΝΩΝΙΟΛΟΓΙΑΣ**

**Διδακτορική Διατριβή**

Πολιτική γης και Αγροτικά Συστήματα. Προσέγγιση με την τεχνολογία  
των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών

**Σοφία Ε. Λένη**

Επιβλέπων Καθηγητής:

Γεώργιος Βλάχος, Αναπληρωτής Καθηγητής Γ.Π.Α

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή:

Γεώργιος Βλάχος, Αναπληρωτής Καθηγητής Γ.Π.Α

Βασίλειος Παππάς, Καθηγητής Πανεπιστήμιο Πατρών

Μιχαήλ Σκούρτος, Καθηγητής Γ.Π.Α



**Αθήνα  
2024**

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ & ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ, ΑΓΡΟΤΙΚΩΝ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ & ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΚΟΙΝΩΝΙΟΛΟΓΙΑΣ**

**Διδακτορική Διατριβή**

Πολιτική γης και Αγροτικά Συστήματα. Προσέγγιση με την τεχνολογία  
των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών

Land policy and Agricultural Systems. A GIS approach

**Σοφία Ε. Λένη**

Επταμελής Εξεταστική Επιτροπή:

Γεώργιος Βλάχος, Αναπληρωτής Καθηγητής Γ.Π.Α (επιβλέπων)

Βασίλειος Παππάς, Καθηγητής Πανεπιστήμιο Πατρών

Μιχαήλ Σκούρτος, Καθηγητής Γ.Π.Α

Ανδρέας Τσάτσαρης, Καθηγητής Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής

Ειρήνη Κλαμπατσέα, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Ε.Μ.Π

Κωνσταντίνος Σούλης, Επίκουρος Καθηγητής Γ.Π.Α

Θωμάς Χατζηχρήστος, Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π

## **Πολιτική γης και Αγροτικά Συστήματα. Προσέγγιση με την τεχνολογία των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών**

*Τμήμα Αγροτικής Οικονομίας & Ανάπτυξης*

*Εργαστήριο Γεωργικών Εφαρμογών, Αγροτικών Συστημάτων & Αγροτικής Κοινωνιολογίας*

### **Περίληψη**

Η αστική διάχυση, η οποία χαρακτηρίζεται από χαμηλή πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας, υψηλή εξάρτηση από το αυτοκίνητο και εκτεταμένη κατανάλωση γης, αποτελεί παγκόσμιο φαινόμενο. Η ανεξέλεγκτη εξάπλωση των αστικών περιοχών σε αγροτικές και φυσικές εκτάσεις οδηγεί σε περιβαλλοντική υποβάθμιση, αυξημένα κόστη υποδομών και κοινωνικές ανισότητες, επηρεάζοντας τις χρήσεις/κάλυψη γης και την αειφορία των αστικών κέντρων.

Σκοπός της διατριβής και κύριο ερευνητικό ερώτημα αποτελεί η διεξοδική διερεύνηση της ύπαρξης αστικής διάχυσης στα μεσαία ελληνικά αστικά κέντρα και ειδικότερα, στο Πολεοδομικό Συγκρότημα Πατρών και στην ευρύτερη περιοχή του. Ως περίοδος διερεύνησης επιλέχθηκε το διάστημα από το 1981 έως και το 2015, μια περίοδος έντονων μετασχηματισμών στην διάρκεια της οποίας η πόλη βίωσε ραγδαίες αλλαγές αναφορικά με την εμφάνιση, τη δομή και τη λειτουργία της. Στους επιμέρους στόχους συμπεριλαμβάνονται η μέτρηση της αστικής διάχυσης στην περιοχή μελέτης με διαφορετικές μεθοδολογίες ώστε να εξεταστεί η αποτελεσματικότητα αλλά και η συμβολή της κάθε μεθόδου, ο καθορισμός του χωρικού μοτίβου και ο προσδιορισμός των κυρίων τάσεων της αστικής διάχυσης, η ανάλυση των αλλαγών στις χρήσεις/κάλυψη γης και ιδιαίτερα στην αγροτική γη, ο προσδιορισμός των κινητήριων δυνάμεων της αστικής διάχυσης μέσω ημι-δομημένων συνεντεύξεων με προνομιακούς συνομιλητές δίνοντας έμφαση στις χωρικές και χρονικές διαστάσεις της αστικής διάχυσης και τέλος, η διερεύνηση της αλληλεπίδρασης των κινητήριων δυνάμεων και η ποσοτική αξιολόγηση της συμβολής της κάθε κινητήριας δύναμης στο διάστημα των τριαντατεσσάρων ετών, μέσω της ανάλυσης παλινδρόμησης.

Η ανάλυση πραγματοποιείται με τη χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) τα οποία αποτελούν το κατάλληλο περιβάλλον για τη δημιουργία, την αποθήκευση, την ανάλυση και την οπτικοποίηση των γεωχωρικών πληροφοριών που χρησιμοποιούνται στη διατριβή, διαθέτουν τα κατάλληλα εργαλεία για την ανίχνευση και παρακολούθηση των χωρικών αλλαγών και διευκολύνουν την διερεύνηση των χωρικών σχέσεων, των προτύπων και των τάσεων επιτρέποντας την παρακολούθηση και την αξιολόγηση της αστικής διάχυσης και των αλλαγών στις χρήσεις/κάλυψη γης.

**Επιστημονική περιοχή:** Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS)

**Λέξεις κλειδιά:** αστική διάχυση, μοτίβο αστικής διάχυσης, αλλαγές στις χρήσεις/κάλυψη γης, κινητήριες δυνάμεις, ημι-δομημένη συνέντευξη, προνομιακοί συνομιλητές, ανάλυση παλινδρόμησης, γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών (GIS), πολεοδομικό συγκρότημα Πατρών, αστικός σχεδιασμός, αγροτικά συστήματα, Πάτρα, μεσαία ελληνικά αστικά κέντρα, Ελλάδα.

## **Land policy and Agricultural Systems. A GIS approach**

*Department of Agricultural Economics & Rural Development  
Laboratory of Agricultural Extension, Rural Systems & Rural Sociology*

### **Abstract**

Urban sprawl, defined by its low density of built-up areas, high reliance on automobile transportation, and significant consumption of land, represents a worldwide phenomenon. This unchecked sprawl of urban territories into rural and natural landscapes results in environmental degradation, increased infrastructure costs, and social disparities. These effects in turn, impact land use/land cover as well as the sustainability of urban centers.

The objective of this dissertation and the principal research question center on a comprehensive exploration of urban sprawl within medium-sized urban centers in Greece, specifically focusing on the Urban Complex of Patras and its surrounding region. The timeframe selected for this research spans from 1981 to 2015, a period marked by significant transformations, during which the city underwent rapid alterations in terms of its appearance, structural layout, and functional dynamics. The research questions guiding this study aim to explore various dimensions of urban sprawl within the designated area. These questions are formulated to: quantify urban sprawl using different methodologies and evaluate their efficacy and contributions; define the spatial patterns and identify the principal trends of urban sprawl; analyze land use and land cover changes, with a specific focus on agricultural lands; identify the driving forces behind urban sprawl by conducting semi-structured interviews with elite interviewees focusing on the spatial and temporal dimensions of sprawl and finally, investigate the interactions among these driving forces and quantitatively assess their contributions over a thirty-four-year span using regression analysis.

The analysis employs Geographic Information Systems (GIS), which serve as an ideal platform for creating, storing, analyzing, and visualizing the geospatial data used in the dissertation. GIS provides essential tools for the detection and ongoing monitoring of spatial changes facilitating the analysis of spatial relationships, patterns, and trends and enables the effective monitoring and evaluation of urban sprawl and land use/land cover changes.

**Scientific area:** Geographic Information Systems

**Keywords:** urban sprawl, urban sprawl patterns, land use/land cover changes (lulcc), driving forces, semi-structured interview, elite interviewees, regression analysis, Geographic Information Systems (GIS), Patras Urban Complex, urban planning, agricultural systems, medium-sized urban centers, Patras, Greece

## Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους βοήθησαν στην επιτυχή ολοκλήρωση του έργου αυτού και ιδιαίτερα:

Τον Αναπληρωτή Καθηγητή του Τμήματος Αγροτικής Οικονομίας και Ανάπτυξης του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών κ. Γεώργιο Βλάχο, επιβλέποντα της παρούσας διατριβής, για την αμέριστη υποστήριξη, ενθάρρυνση και καθοδήγηση σε θέματα στρατηγικών επιλογών της έρευνας, καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης.

Τα μέλη της Συμβουλευτικής Επιτροπής, τον Καθηγητή του Τμήματος Αρχιτεκτόνων Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Πατρών κ. Βασίλη Παππά και τον Καθηγητή του Τμήματος Αγροτικής Οικονομίας και Ανάπτυξης του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών κ. Μιχάλη Σκούρτο για την αδιάλειπτη παρουσία, τις χρήσιμες παρατηρήσεις και τη βοήθεια που μου παρείχαν ώστε να ξεπαραστούν οι προκλήσεις στους διάφορους τομείς της έρευνας.

Επιπλέον, ευχαριστώ ιδιαίτερα τον Καθηγητή Εφαρμοσμένης Στατιστικής, Εφαρμοσμένων Πιθανοτήτων και Ανάλυσης Πειραμάτων στις Γεωπονικές Επιστήμες του Τμήματος Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών κ. Γεώργιο Παπαδόπουλο για την πολύτιμη βοήθειά του σε θέματα στατιστικής μεθοδολογίας, ιδιαίτερα στον τομέα της ανάλυσης παλινδρόμησης, καθώς και για την προθυμία του να μοιραστεί τις εκτενείς γνώσεις του.

Ευχαριστώ ξεχωριστά τους προνομιακούς συνομιλητές που συμμετείχαν στις συνεντεύξεις της διατριβής, των οποίων οι γνώσεις και οι εμπειρίες συνέβαλαν καθοριστικά στην εμβάθυνση των σύνθετων θεμάτων που εξετάζονται.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τον εκλιπόντα Καθηγητή του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών Λεωνίδα Λουλούδη, κάτω από την επίβλεψη και καθοδήγηση του οποίου σχεδιάστηκε η παρούσα διατριβή. Η βαθιά του γνώση, ο ενθουσιασμός για το θέμα και οι πρώτες συνεισφορές έθεσαν ισχυρά θεμέλια στο ακαδημαϊκό μου ταξίδι.

Τέλος, ευχαριστώ θερμά την οικογένειά μου, τους συναδέλφους και τους φίλους μου για την υποστήριξη, την κατανόηση και την ενθάρρυνσή τους.

Σοφία Λένη, Αθήνα 2024

---

Με την άδειά μου, η παρούσα εργασία ελέγχθηκε από την Εξεταστική Επιτροπή μέσα από λογισμικό ανίχνευσης λογοκλοπής που διαθέτει το ΓΠΑ και διασταυρώθηκε η εγκυρότητα και η πρωτοτυπία της

*Στην αδελφή μου, Μαρία*

# Περιεχόμενα

<b>Κεφάλαιο 1- Εισαγωγή</b> .....	1
1.1 Το πλαίσιο της έρευνας.....	1
1.2 Αντικείμενο και σκοπός της έρευνας.....	2
1.3 Τα ερευνητικά ερωτήματα και η συμβολή στην επιστημονική συζήτηση .....	4
1.4 Το μεθοδολογικό πλαίσιο .....	5
1.5 Η δομή της διατριβής.....	8
Βιβλιογραφία κεφαλαίου 1 .....	12
<b>Κεφάλαιο 2- Η Αστική διάχυση. Θεωρητικές προσεγγίσεις, η μέτρηση της αστικής διάχυσης</b> .....	15
2.1. Εισαγωγή .....	15
2.2. Αστική διάχυση - Έννοιες και Ορισμοί.....	16
2.3. Οι επιπτώσεις της αστικής διάχυσης .....	22
2.3.1 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις.....	22
2.3.2 Οικονομικές επιπτώσεις.....	23
2.3.3 Κοινωνικές επιπτώσεις- Επιπτώσεις στην ποιότητα ζωής.....	24
2.4. Η αστική διάχυση στην αγροτική γη .....	25
2.5. Η μέτρηση της αστικής διάχυσης .....	28
2.5.1 Η μέτρηση της αστικής διάχυσης - Πυκνότητα .....	30
2.5.2 Η μέτρηση της αστικής διάχυσης -Χωρικές μετρήσεις (Landscape Metrics) και Δείκτης επέκτασης τοπίου (Landscape Expansion Index).....	31
2.5.2.1 Χωρικές μετρήσεις .....	32
2.5.2.2 Δείκτης Επέκτασης Τοπίου (Landscape Expansion Index, LEI) .....	38
2.5.3 Η μέτρηση της αστικής διάχυσης με μεταβλητές .....	40
2.5.3.1 Η μέθοδος της εντροπίας Shannon.....	40
2.5.3.2 Η μέτρηση της αστικής διάχυσης με την μέθοδο της Σταθμισμένης Αστικής Εξάπλωσης Weighted urban proliferation (WUP).....	42
2.5.4 Η Ανάλυση Διαβάθμισης (Gradient Analysis) στην αστική διάχυση.....	46
Βιβλιογραφία κεφαλαίου 2 .....	49
<b>Κεφάλαιο 3 - Οι χρήσεις/ κάλυψη γης</b> .....	62
3.1 Εισαγωγή .....	62
3.2 Οι χρήσεις γης, η κάλυψη γης και ο σύνθετος ορισμός χρήσεις/ κάλυψη γης .....	62
3.3 Συστήματα ταξινόμησης για τις χρήσεις/ κάλυψη γης .....	66
3.4 Ο ρόλος των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) και της Τηλεπισκόπησης στις χρήσεις/ κάλυψη γης .....	68

3.5 Οι Αλλαγές στις χρήσεις/ κάλυψη γης και η αστική διάχυση .....	69
3.6 Η ανίχνευση των αλλαγών στις χρήσεις/ κάλυψη γης.....	70
3.7 Εκτίμηση της ακρίβειας της ταξινόμησης .....	72
3.8 Οι χωρικές μετρήσεις στις χρήσεις/ κάλυψη γης.....	73
Βιβλιογραφία κεφαλαίου 3 .....	79
<b>Κεφάλαιο 4 – Οι κινητήριες δυνάμεις.....</b>	<b>86</b>
4.1 Εισαγωγή .....	86
4.2 Κινητήριες δυνάμεις - Έννοιες και Ορισμοί.....	86
4.3 Προσεγγίσεις και θεωρητικά πλαίσια στη μελέτη των κινητηρίων δυνάμεων.....	87
4.3.1 Οι κινητήριες δυνάμεις ως ένα μείγμα ανθρωπογενών και βιοφυσικών παραγόντων .....	87
4.3.2 Οι κινητήριες δυνάμεις διαχωρισμένες σε άμεσες και έμμεσες.....	88
4.3.3 Οι κινητήριες δυνάμεις κατηγοριοποιημένες σε προσεγγίσεις βασισμένες στη διαδικασία, προσεγγίσεις βασισμένες στη δομή και προσεγγίσεις που ενσωματώνουν διαδικασίες και δομές .....	88
4.3.3.1 Προσεγγίσεις που βασίζονται στη διαδικασία (Process-based approaches) .....	89
4.3.3.2 Προσεγγίσεις που βασίζονται στη δομή (Structure-based approaches) ...	89
4.3.3.3 Προσεγγίσεις που ενσωματώνουν διαδικασίες και δομές (Approaches integrating processes and structures) .....	89
4.3.4 Το ολοκληρωμένο πλαίσιο των κινητηρίων δυνάμεων .....	91
4.4 Το ζήτημα της κλίμακας στη μελέτη των κινητηρίων δυνάμεων.....	93
4.5 Τυπική διαδικασία για τη μελέτη των κινητηρίων δυνάμεων της αλλαγής χρήσεων γης.....	94
4.6 Οι κινητήριες δυνάμεις στην μελέτη της αστικής διάχυσης.....	95
4.6.1 Πολιτιστικές κινητήριες δυνάμεις.....	96
4.6.2 Οικονομικές κινητήριες δυνάμεις .....	97
4.6.3 Πολιτικές κινητήριες δυνάμεις.....	97
4.6.4 Τεχνολογικές κινητήριες δυνάμεις.....	98
4.6.5 Φυσικές κινητήριες δυνάμεις .....	98
Βιβλιογραφία κεφαλαίου 4 .....	100
<b>Κεφάλαιο 5 - Ζητήματα Χωρικής Ανάλυσης και ο ρόλος των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS).....</b>	<b>104</b>
5.1 Εισαγωγή .....	104
5.2 Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS) στην ανάλυση του χώρου .....	104
5.2.1 Οι Γεωχωρικές Βάσεις Δεδομένων .....	106



5.2.2 Χωρική Ανάλυση (spatial analysis) και Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών .....	108
5.3 Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών στην μελέτη της αστικής διάχυσης και των μεταβολών των χρήσεων/κάλυψη γης .....	109
5.3.1 Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών στην μελέτη της αστικής διάχυσης .....	109
5.3.2 Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, η Τηλεπισκόπηση και οι μεταβολές των χρήσεων/κάλυψη γης.....	110
Βιβλιογραφία κεφαλαίου 5 .....	113
<b>Κεφάλαιο 6 – Διερεύνηση των κινητηρίων δυνάμεων μέσω κοινωνικής έρευνας</b> .....	119
6.1 Συνέντευξη με προνομιακούς συνομιλητές (elite interview).....	119
6.2 Η επιλογή της ημι-δομημένης συνέντευξης.....	119
6.2.1 Οδηγός συνέντευξης και σύνταξη ημι-δομημένου ερωτηματολογίου.....	120
Βιβλιογραφία κεφαλαίου 6 .....	122
<b>Κεφάλαιο 7- Χωρική Στατιστική-Ανάλυση παλινδρόμησης</b> .....	124
7.1 Εισαγωγή .....	124
7.2 Γεωστατιστικοί Δείκτες Χωρικής Κατανομής.....	125
7.2.1 Χωρικός Μέσος (mean center).....	125
7.2.2 Έλλειψη τυπικής απόκλισης (standard deviational ellipse) .....	126
7.3 Ανάλυση σημειακών προτύπων .....	127
7.3.1 Ανάλυση Εκτίμησης Πυκνότητας Πυρήνα (kernel density estimation) .....	129
7.3.2 Ανάλυση Μέσου Πλησιέστερου Γείτονα (Average Nearest Neighbor Analysis).....	130
7.3.3 Συνάρτηση K (Ripley's K function) .....	132
7.4 Ανάλυση παλινδρόμησης.....	133
7.4.1 Μοντέλο πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης.....	133
7.4.1.1 Ανάλυση διασποράς στην πολλαπλή παλινδρόμηση .....	135
7.4.2 Χωρικό Αυτοπαλίνδρομο Μοντέλο (SAR).....	138
Βιβλιογραφία Κεφαλαίου 7 .....	140
<b>Κεφάλαιο 8 – Μελέτη περίπτωσης: Το πολεοδομικό συγκρότημα Πατρών και η ευρύτερη περιοχή του. Το πολεοδομικό και χωροταξικό καθεστώς</b> .....	143
8.1 Εισαγωγή .....	143
8.2 Η περιοχή μελέτης .....	144
8.3 Η περιοχή μελέτης και οι ευρύτερες διοικητικές διαιρέσεις .....	145
8.4 Η φυσιογνωμία της περιοχής μελέτης .....	146
8.4.1 Το φυσικό περιβάλλον .....	146

8.4.1.1 Ανάγλυφο. ....	146
8.4.1.2 Υδατικοί πόροι .....	146
8.4.1.3 Προστατευόμενες περιοχές/Υγροβιότοποι.....	147
8.4.1.4 Δασικές εκτάσεις. ....	147
8.4.1.5 Το θαλάσσιο μέτωπο .....	148
8.4.2 Το αστικό περιβάλλον.....	148
8.4.2.1 Ο κτισμένος χώρος. ....	148
8.4.2.2 Οι περιαστικοί οικισμοί της περιοχής μελέτης.....	150
8.5 Πολεοδομική οργάνωση της περιοχής μελέτης – Ιστορική εξέλιξη και ανάλυση .....	152
8.6 Το Χωροταξικό Πλαίσιο της περιοχής μελέτης .....	174
8.7 Ζητήματα ολοκλήρωσης του υπερκείμενου σχεδιασμού. Οι ρόλοι της πόλης ...	178
8.8 Ζητήματα αστικού σχεδιασμού στην περιοχή μελέτης. Οι χρήσεις γης και η αστική διάχυση. ....	180
Βιβλιογραφία κεφαλαίου 8 .....	184
<b>Κεφάλαιο 9 - Μελέτη περίπτωσης: Δημιουργία γεωχωρικών βάσεων δεδομένων</b> .....	188
9.1 Δημιουργία χαρτών βάσης– Δημιουργία χρονοσειράς.....	188
9.1.1 Αεροφωτογραφίες-Ορθοφωτοχάρτες.....	188
9.1.2 Αναλογικοί χάρτες της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής (ΕΛ.ΣΤΑΤ) .....	191
9.1.3 Χάρτες βάσης - Φωτομωσαϊκά .....	193
9.2 Δεδομένα απογραφών πληθυσμού της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής (ΕΛ.ΣΤΑΤ) .....	194
9.3 Δημιουργία ψηφιακών υποβάθρων – βάσεων δεδομένων.....	197
9.3.1. Όριο περιοχής μελέτης.....	197
9.3.2 Φυσικό ανάγλυφο - Κλίσεις.....	198
9.3.3 Κάναβος - Κάναβοι.....	199
9.3.4 Κτισμένη επιφάνεια.....	200
9.3.5 Γειτονιές σχεδίου πόλης – γειτονιές περιοχής μελέτης.....	206
9.3.6 Χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης.....	207
9.3.7 Οδικό δίκτυο .....	208
9.3.8 Απογραφές πληθυσμού ΕΛ.ΣΤΑΤ- Μόνιμος πληθυσμός.....	209
9.3.9 Αγροτική γη.....	211
9.3.10 Χρήσεις γης.....	212
9.3.11 Διοικητικά όρια .....	214
Βιβλιογραφία κεφαλαίου 9 .....	216

<b>Κεφάλαιο 10 - Μελέτη περίπτωσης: Ο πληθυσμός, η κτισμένη επιφάνεια και τα δίκτυα μεταφορικής υποδομής</b> .....	218
10.1. Ο πληθυσμός στην περιοχή μελέτης. Μοτίβο και τάσεις .....	218
10.1.1 Εισαγωγή.....	218
10.1.2 Χωρική ανάλυση πληθυσμού. Μετρήσεις, τάσεις και δυναμικές.....	219
10.1.2.1 Μετρήσεις και δείκτες .....	219
10.1.2.2 Δείκτες χωρικής κατανομής .....	220
10.1.3 Προβλέψεις πληθυσμού .....	222
10.2 Η κτισμένη επιφάνεια στην περιοχή μελέτης. Μοτίβο και τάσεις.....	224
10.2.1 Εισαγωγή.....	224
10.2.2 Χωρική ανάλυση κτισμένης επιφάνειας. Μετρήσεις, τάσεις και δυναμικές. .....	225
10.2.2.1 Μετρήσεις και δείκτες .....	225
10.2.2.2 Δείκτες χωρικής κατανομής .....	235
10.3 Το Δίκτυο μεταφορικής υποδομής στην περιοχή μελέτης. Μοτίβο και τάσεις.	237
10.3.1 Το οδικό δίκτυο και ο μετασχηματισμός του χώρου. ....	237
10.3.2 Τα δίκτυα μεταφορικής υποδομής στην ευρύτερη περιοχή μελέτης .....	238
10.3.2.1 Διαχρονική εξέλιξη των δικτύων μεταφορικής υποδομής στην περιοχή μελέτης. ....	239
10.3.3 Χωρική ανάλυση οδικού δικτύου. Μετρήσεις, τάσεις και δυναμικές. ....	241
10.3.3.1 Μετρήσεις και δείκτες .....	242
10.3.3.2 Δείκτες χωρικής κατανομής .....	243
10.4 Σχετικές Συγκρίσεις: εξερεύνηση των σχέσεων πληθυσμού, κτισμένης επιφάνειας και οδικού δικτύου, με την πάροδο του χρόνου .....	245
10.4.1 Η σχέση πληθυσμού – κτισμένης επιφάνειας στην περιοχή μελέτης .....	245
10.4.2 Η σχέση πληθυσμού – κτισμένης επιφάνειας – οδικού δικτύου στην περιοχή μελέτης .....	246
Βιβλιογραφία κεφαλαίου 10 .....	249
<b>Κεφάλαιο 11 - Μελέτη περίπτωσης: Η Μέτρηση της Αστικής Διάχυσης</b> .....	253
11.1 Εισαγωγή .....	253
11.2 Η Πυκνότητα.....	254
11.2.1 Πληθυσμιακή πυκνότητα .....	255
11.2.1.1 Πυκνότητα πυρήνα (Kernel density) πληθυσμού.....	259
11.2.1.2 Ανάλυση μέσης απόστασης από εγγύτερο γείτονα (Average Nearest Neighbor Analysis) πληθυσμού.....	262
11.2.1.3 Συνάρτηση K (Ripley's K function) πληθυσμού.....	263

11.2.2 Πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας .....	265
11.2.2.1 Πυκνότητα πυρήνα (Kernel density) κτισμένης επιφάνειας .....	269
11.2.2.2 Ανάλυση μέσης απόστασης από εγγύτερο γείτονα (Average Nearest Neighbor Analysis) κτισμένης επιφάνειας .....	273
11.2.2.3 Συνάρτηση K (Ripley's K function) κτισμένης επιφάνειας .....	275
11.2.3 Πυκνότητα οδικού δικτύου .....	278
11.2.3.1 Πυκνότητα πυρήνα (Kernel density) οδικού δικτύου .....	281
11.2.3.2 Ανάλυση μέσης απόστασης από εγγύτερο γείτονα (Average Nearest Neighbor Analysis) οδικού δικτύου .....	284
11.2.3.3 Συνάρτηση K (Ripley's K function) οδικού δικτύου .....	285
11.3 Χωρικές μετρήσεις.....	288
11.3.1 Ο Δείκτης Επέκτασης Τοπίου (Landscape Expansion Index, LEI) και ο Σταθμισμένος Μέσος Δείκτης Επέκτασης .....	293
11.4 Ανάλυση διαβάθμισης (Gradient Analysis).....	295
11.4.1 Ανάλυση διαβάθμισης: Πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας ανά απόσταση και κατεύθυνση .....	298
11.4.2 Ανάλυση διαβάθμισης του ρυθμού μεταβολής της κτισμένης επιφάνειας ανά απόσταση και κατεύθυνση .....	301
11.4.3 Ανάλυση διαβάθμισης του ρυθμού μεταβολής του πραγματοποιημένου οδικού δικτύου .....	303
11.4.4 Ο Δείκτης Επέκτασης Τοπίου (LEI) ανά απόσταση και κατεύθυνση .....	306
11.5 Μέτρηση της αστικής διάχυσης με την Εντροπία Shannon (Shannon Entropy) .....	316
11.5.1 Μέτρηση της Εντροπίας Shannon (Shannon Entropy) με Ανάλυση Διαβάθμισης.....	318
11.6 Μέτρηση της αστικής διάχυσης με την μέθοδο της Σταθμισμένης Αστικής Εξάπλωσης (Weighted urban proliferation- WUP) .....	319
11.6.1 Μέτρηση της Σταθμισμένης Αστικής Εξάπλωσης (WUP) με Ανάλυση Διαβάθμισης .....	321
Βιβλιογραφία κεφαλαίου 11 .....	330
<b>Κεφάλαιο 12 - Μελέτη περίπτωσης: Οι χρήσεις/κάλυψη γης .....</b>	<b>336</b>
12.1 Εισαγωγή .....	336
12.2 Η ταξινόμηση των χρήσεων/κάλυψης γης στην περιοχή μελέτης.....	336
12.3 Η δημιουργία των χαρτογραφικών υποβάθρων χρήσεις/κάλυψη γης. ....	337
12.3.1 Αξιολόγηση Ακρίβειας (Accuracy assessment).....	340
12.4 Ανάλυση των χρήσεων/κάλυψης γης στην περιοχή μελέτης.....	345
12.4.1 Οι χάρτες χρήσεων/κάλυψης γης .....	345

12.4.2 Χωρικές μετρήσεις στις χρήσεις/κάλυψη γης .....	348
12.5 Ανάλυση τάσεων στις χρήσεις/κάλυψη γης με τη βοήθεια γραμμικών συναρτήσεων.....	355
12.6 Οι χωροχρονικές αλλαγές στις χρήσεις/κάλυψη γης .....	357
12.7 Ανάλυση των χωρικών μοτίβων στην περιοχή μελέτης. ....	370
12.8 Ανάλυση διαβάθμισης στις χρήσεις/κάλυψη γης .....	377
12.8.1 Δείκτης μεταβολών στις χρήσεις/κάλυψη γης .....	380
12.9 Χωρική Ανάλυση και Ανάλυση Τάσεων στην Αγροτική γη.....	382
12.9.1 Δείκτες χωρικής κατανομής.....	382
12.9.2 Ανάλυση Τάσης. Η επίδραση του υψομέτρου .....	383
12.9.3 Ανάλυση Τάσης. Οι επεκτάσεις του σχεδίου πόλης.....	386
Βιβλιογραφία κεφαλαίου 12 .....	396
<b>Κεφάλαιο 13 - Μελέτη περίπτωσης: Οι συνεντεύξεις των προνομιακών συνομιλητών. Η ανάδειξη των κινητηρίων δυνάμεων της περιοχής μελέτης ...</b>	<b>398</b>
13.1 Εισαγωγή .....	398
13.2 Η Θεματική Ανάλυση .....	398
13.2.1 Η θεματική ανάλυση στην ανάδειξη των κινητηρίων δυνάμεων στην περιοχή μελέτης.....	399
13.3 Ποιοτική Ανάλυση των ημι-δομημένων συνεντεύξεων των προνομιακών συνομιλητών .....	399
13.3.1 Το προφίλ των προνομιακών συνομιλητών .....	399
13.3.2 Ομάδα ερωτήσεων Αστική Διάχυση:.....	401
13.3.3 Ομάδα ερωτήσεων κινητήριες δυνάμεις .....	403
13.3.4 Ομάδα ερωτήσεων καταληκτικές ερωτήσεις - ιεράρχηση κινητηρίων δυνάμεων.....	412
13.4 Η ανάδειξη των κινητηρίων δυνάμεων στην περιοχή μελέτης.....	416
Βιβλιογραφία κεφαλαίου 13 .....	423
<b>Κεφάλαιο 14 - Μελέτη περίπτωσης: Ανάλυση των δυνάμεων μετασχηματισμού της αστικής διάχυσης μέσω της ανάλυσης παλινδρόμησης.....</b>	<b>428</b>
14.1 Εισαγωγή .....	428
14.2 Μεθοδολογία Στρατηγικής Δειγματοληψίας .....	429
14.3 Οι μεταβλητές της αστικής διάχυσης.....	430
14.3.1 Εξαρτημένη μεταβλητή.....	430
14.3.2 Οι ανεξάρτητες μεταβλητές .....	431
14.3.3 Τα υπόβαθρα των μεταβλητών της αστικής διάχυσης.....	433
14.4 Στατιστική Ανάλυση Συνεχών και Κατηγορικών δεδομένων .....	439

14.4.1 Περιγραφική στατιστική των μεταβλητών.....	439
14.4.1 Στατιστική Ανάλυση κατηγορικών δεδομένων.....	448
14.4 Προκαταρκτικά στάδια της ανάλυσης παλινδρόμησης .....	450
14.4.1 Έλεγχος κανονικότητας και ομοιογένειας διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής.....	450
14.4.2 Μοντελοποίηση κατηγορικών δεδομένων σε εικονικές μεταβλητές (ψευδομεταβλητές).....	452
14.4.3 Έλεγχος πολυσυγγραμμικότητας ανεξάρτητων μεταβλητών .....	453
14.5 Διερεύνηση του κατάλληλου μοντέλου παλινδρόμησης.....	456
14.5.1 Το Μοντέλο Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης MLR .....	457
14.5.1.1 Το μοντέλο πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης για το 1981.....	459
14.5.1.2 Το μοντέλο πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης για το 1991.....	463
14.5.1.3 Το μοντέλο πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης για το 2001.....	465
14.5.1.4 Το μοντέλο πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης για το 2015.....	468
14.5.1.5 Γενικά συμπεράσματα για το Μοντέλο Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης για τα έτη 1981,1991,2001 και 2015 .....	471
14.5.2 Το Χωρικό Αυτοπαλίνδρομο Μοντέλο (SAR) .....	472
14.5.2.1 Το Χωρικό Αυτοπαλίνδρομο Μοντέλο (SAR) για το 1981 .....	474
14.5.2.2 Το Χωρικό Αυτοπαλίνδρομο Μοντέλο (SAR) για το 1991 .....	477
14.5.2.3 Το Χωρικό Αυτοπαλίνδρομο Μοντέλο (SAR) για το 2001 .....	480
14.5.2.4 Το Χωρικό Αυτοπαλίνδρομο Μοντέλο (SAR) για το 2015 .....	483
14.5.2.5 Γενικά συμπεράσματα για το Χωρικό Αυτοπαλίνδρομο Μοντέλο (Spatial Autoregressive Model) για τα έτη 1981, 1991, 2001 και 2015.....	487
14.6 Ανάλυση της αστικής διάχυσης στην περιοχή μελέτης με το Μοντέλο Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης.....	488
14.6.1 Ανάλυση της αστικής διάχυσης στην περιοχή μελέτης με το Μοντέλο Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης για το έτος 1981.....	488
14.6.1.1 Βελτιστοποίηση μοντέλου Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 1981 και διασφάλιση ακεραιότητας .....	488
14.6.1.2 Επικύρωση τελικού μοντέλου Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 1981 .....	496
14.6.1.3 Η αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης το 1981. Ανάλυση του τελικού μοντέλου πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης.....	498
14.6.2 Ανάλυση της αστικής διάχυσης στην περιοχή μελέτης με το Μοντέλο Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης για το έτος 1991.....	499
14.6.2.1 Βελτιστοποίηση μοντέλου Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 1991 και διασφάλιση ακεραιότητας .....	499

14.6.2.2	Επικύρωση τελικού μοντέλου Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 1991 .....	507
14.6.2.3	Η αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης το 1991. Ανάλυση του τελικού μοντέλου πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης.....	509
14.6.3	Ανάλυση της αστικής διάχυσης στην περιοχή μελέτης με το Μοντέλο Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης για το έτος 2001.....	511
14.6.3.1	Βελτιστοποίηση μοντέλου Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 2001 και διασφάλιση ακεραιότητας .....	511
14.6.3.2	Επικύρωση τελικού μοντέλου Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 2001 .....	519
14.6.3.3	Η αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης το 2001. Ανάλυση του τελικού μοντέλου πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης.....	521
14.6.4	Ανάλυση της αστικής διάχυσης στην περιοχή μελέτης με το Μοντέλο Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης για το έτος 2015.....	523
14.6.4.1	Βελτιστοποίηση μοντέλου Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 2015 και διασφάλιση ακεραιότητας .....	523
14.6.4.2	Επικύρωση τελικού μοντέλου Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 2015 .....	531
14.6.4.3	Η αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης το 2015. Ανάλυση του τελικού μοντέλου πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης.....	533
14.7	Η δυναμική των κινητηρίων δυνάμεων στην περιοχή μελέτης μέσα από την ανάλυση πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης. Συγκριτική ανάλυση.....	535
14.8	Δημιουργία προγνωστικών χαρτών αστικής διάχυσης της περιοχής μελέτης...541	
	Βιβλιογραφία κεφαλαίου 14 .....	545
	<b>Κεφάλαιο 15 - Συμπεράσματα</b> .....	549
15.1	Τα ερευνητικά ερωτήματα και τα ευρήματα της έρευνας .....	549
15.1.1	Η μέτρηση της αστικής διάχυσης με διαφορετικές προσεγγίσεις.....	549
15.1.2	Ο προσδιορισμός του χωρικού μοτίβου της διάχυσης.....	553
15.1.3	Ανάλυση των αλλαγών στις χρήσεις/κάλυψη γης με έμφαση στην αγροτική γη.....	555
15.1.3.1	Η Αγροτική γη στις περιοχές των επεκτάσεων και στις εκτός σχεδίου περιοχές .....	557
15.1.4	Οι επεκτάσεις του σχεδίου πόλης και η αστική διάχυση .....	558
15.1.5	Ανάδειξη και κατηγοριοποίηση των κινητηρίων δυνάμεων μέσω ημι-δομημένης συνέντευξης με προνομιακούς συνομιλητές.....	559
15.1.6	Διερεύνηση της αλληλεπίδρασης των κινητηρίων δυνάμεων της αστικής διάχυσης στην περιοχή μελέτης μέσω της ανάλυσης παλινδρόμησης.....	560

15.1.7 Δημιουργία προγνωστικών χαρτών αστικής διάχυσης της περιοχής μελέτης .....	566
15.2 Προτάσεις για τη διατήρηση της αγροτικής γης - πλαίσιο διερεύνησης.....	567
15.2.1 Προστασία της αγροτικής γης μέσω του χωροταξικού σχεδιασμού.....	569
15.2.2 Ένταξη της αγροτικής γης και της αστικής γεωργίας στον πολεοδομικό σχεδιασμό.....	569
15.2.3 Η πολιτική της συμπαγούς πόλης .....	570
15.2.4 Κίνητρα για τη διατήρηση της αγροτικής γης.....	570
15.2.5 Φορολογία για τη μετατροπή της αγροτικής γης σε άλλες χρήσεις – Φορολογικές απαλλαγές/ελαφρύνσεις διατήρησης αγροτικής γης.....	571
15.2.6 Περιορισμός της εκτός σχεδίου δόμησης.....	571
15.2.7 Προγράμματα εκπαίδευσης αγροτών .....	572
15.3 Άξονες μελλοντικής έρευνας .....	572
Βιβλιογραφία κεφαλαίου 15 .....	575
<b>Παράρτημα</b> .....	579
Corine Land Cover - Υπόμνημα .....	580
Οδηγός συνέντευξης .....	584



## Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 2.1: Χωρικές μετρήσεις στην αστική διάχυση .....	34
Πίνακας 3.1: Χωρικές μετρήσεις στις χρήσεις/κάλυψη γης .....	74
Πίνακας 7.1: Πίνακας ανάλυσης διασποράς πολλαπλής παλινδρόμησης .....	137
Πίνακας 8.1: Πολεοδομική και Χωροταξική εξέλιξη περιοχής μελέτης.....	155
Πίνακας 9.1: Σύνολα αεροφωτογραφιών και ψηφιακών ορθοφωτοχαρτών περιοχής μελέτης.....	189
Πίνακας 9.2: Αναλογικοί χάρτες ΕΛ.ΣΤΑΤ περιοχής μελέτης .....	191
Πίνακας 9.3: Πλήθος κτιρίων-κτισμένων επιφανειών (πολύγωνα) ανά έτος αναφοράς .....	202
Πίνακας 9.4: Ψηφιοποίηση οδικού δικτύου από φωτομωσαϊκά.....	208
Πίνακας 9.5: Πραγματοποιημένα χιλιόμετρα οδικού δικτύου ανά έτος αναφοράς...	209
Πίνακας 9.6: Εμβαδά Γεωργικής και Δασικής γης ανά έτος αναφοράς.....	212
Πίνακας 10.1: Μόνιμος πληθυσμός ανά Γεωγραφικό Διαμέρισμα 1971-2021.....	218
Πίνακας 10.2: Μόνιμος πληθυσμός ανά έτος αναφοράς στην περιοχή μελέτης.....	219
Πίνακας 10.3: Μέση πληθυσμιακή πυκνότητα στην περιοχή μελέτης.....	219
Πίνακας 10.4: Ρυθμός μεταβολής μόνιμου πληθυσμού .....	220
Πίνακας 10.5: Κινήσεις του Χωρικού Μέσου του πληθυσμού ανά έτος αναφοράς .	221
Πίνακας 10.6: Πρόβλεψη πληθυσμού και ρυθμός μεταβολής.....	223
Πίνακας 10.7: Πλήθος κτιρίων/κτισμένων επιφανειών (πολύγωνα) ανά έτος αναφοράς .....	225
Πίνακας 10.8: Εμβαδόν κτισμένης και μη κτισμένης επιφάνειας ανά έτος αναφοράς από το 1981 έως το 2015 .....	226
Πίνακας 10.9: Αλλαγές κτισμένης επιφάνειας ανά έτος αναφοράς από το 1981 έως το 2015.....	227
Πίνακας 10.10: Κάτοικοι ανά κτισμένη επιφάνεια.....	228
Πίνακας 10.11: Κινήσεις του Χωρικού Μέσου της κτισμένης επιφάνειας ανά έτος αναφοράς.....	235
Πίνακας 10.12: Πραγματοποιημένα χιλιόμετρα οδικού δικτύου ανά έτος αναφοράς .....	242
Πίνακας 10.13: Ρυθμός μεταβολής πραγματοποιημένου οδικού δικτύου.....	242
Πίνακας 10.14: Κατά κεφαλήν πραγματοποιημένο οδικό δίκτυο .....	243
Πίνακας 10.15: Κινήσεις του Χωρικού Μέσου του οδικού δικτύου ανά έτος αναφοράς.....	244
Πίνακας 10.16: Δείκτες Κτισμένη επιφάνεια, Κάτοικοι και Οδικό δίκτυο στα έτη αναφοράς.....	246
Πίνακας 10.17: Σχετική αλλαγή με έτος αναφοράς το 1981 .....	247
Πίνακας 11.1: Συνάρτηση K για τον πληθυσμό στα έτη αναφοράς.....	263
Πίνακας 11.2: Συνάρτηση K για την κτισμένη επιφάνεια στα έτη αναφοράς.....	275
Πίνακας 11.3: Συνάρτηση K για το οδικό δίκτυο στα έτη αναφοράς .....	285
Πίνακας 11.4: Χωρικές μετρήσεις αστικής διάχυσης.....	288
Πίνακας 11.5: Χωρικές μετρήσεις στην περιοχή μελέτης.....	290
Πίνακας 11.6: Εντροπία Shannon και Σχετική Εντροπία Shannon .....	317
Πίνακας 11.7: Μόνιμος πληθυσμός και πρόβλεψη πληθυσμού στα έτη αναφοράς..	320
Πίνακας 11.8: Σταθμισμένη Αστική Εξάπλωση (WUP).....	320

Πίνακας 11.9: WUP στο χώρο.....	324
Πίνακας 12.1: Κατηγορίες χρήσεις/κάλυψη γης ανά επίπεδο ταξινόμησης.....	337
Πίνακας 12.2: Κατηγορίες και Περιεχόμενο Χρήσεις/Κάλυψη γης.....	338
Πίνακας 12.3: Πίνακας σφαλμάτων 1981 .....	341
Πίνακας 12.4: Πίνακας σφαλμάτων 1996 .....	342
Πίνακας 12.5: Πίνακας σφαλμάτων 2008 .....	343
Πίνακας 12.6: Πίνακας σφαλμάτων 2015 .....	344
Πίνακας 12.7: Εμβαδόν Χρήσεις/Κάλυψη γης ανά κατηγορία και το ποσοστό του στην περιοχή μελέτης .....	346
Πίνακας 12.8: Χωρικές μετρήσεις στις χρήσεις/κάλυψη γης.....	348
Πίνακας 12.9: Χωρικές μετρήσεις στο επίπεδο της συνολικής επιφάνειας της περιοχής μελέτης.....	349
Πίνακας 12.10: Χωρικές μετρήσεις στο επίπεδο των κατηγοριών χρήσεις/κάλυψης γης.....	351
Πίνακας 12.11: Μεταβολές Χρήσεις/Κάλυψη γης 1981 - 1996.....	359
Πίνακας 12.12: Μεταβολές Χρήσεις/Κάλυψη γης 1996 - 2008.....	361
Πίνακας 12.13: Μεταβολές Χρήσεις/Κάλυψη γης 2008 - 2015.....	363
Πίνακας 12.14: Μεταβολές Χρήσεις/Κάλυψη γης 1981 - 2015.....	365
Πίνακας 12.15: Χωροχρονικές Αλλαγές για τα έτη 1981,1996,2008, 2015 στην περιοχή μελέτης.....	367
Πίνακας 12.16: Μόνιμες καλλιέργειες-Επεκτάσεις.....	388
Πίνακας 12.17: Ελαιοκαλλιέργειες-Επεκτάσεις .....	389
Πίνακας 12.18: Σχετικές τιμές κτισμένης επιφάνειας, μόνιμης καλλιέργειας και ελαιοκαλλιέργειας ανά δεκαετία επεκτάσεων .....	393
Πίνακας 13.1: Τα χαρακτηριστικά των προνομιακών συνομιλητών.....	400
Χρονολόγιο 1981 – 2015 της περιοχής μελέτης.....	417
Πίνακας 14.1: Νέες κατηγορίες Χρήσεις/Κάλυψη γης.....	437
Πίνακας 14.2: Νέες κατηγορίες χρονολογίας ένταξης στο σχέδιο πόλης .....	439
Πίνακας 14.3: Στατιστικοί δείκτες συνεχών μεταβλητών .....	440
Πίνακας 14.4: Πίνακας συχνοτήτων Χρήσεις/Κάλυψη γης .....	448
Πίνακας 14.5: Πίνακας συχνοτήτων. Χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης.....	449
Πίνακας 14.6: Έλεγχος κανονικότητας.....	451
Πίνακας 14.7: Έλεγχος πολυσυγγραμμικότητας ανεξάρτητων μεταβλητών .....	454
Πίνακας 14.8: Μοντέλο Πολλαπλής γραμμικής Παλινδρόμησης 1981 .....	460
Πίνακας 14.9: Μοντέλο Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 1981-Συντελεστές .....	461
Πίνακας 14.10: Κριτήρια AIC, BIC, Predicted R2 1981.....	462
Πίνακας 14.11: Μοντέλο Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 1991.....	463
Πίνακας 14.12: Μοντέλο Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 1991-Συντελεστές .....	464
Πίνακας 14.13: Κριτήρια AIC, BIC, Predicted R2 1991.....	465
Πίνακας 14.14: Μοντέλο Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 2001.....	466
Πίνακας 14.15: Μοντέλο Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 2001-Συντελεστές .....	467
Πίνακας 14.16: Κριτήρια AIC, BIC, Predicted R2 2001.....	467
Πίνακας 14.17: Μοντέλο Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 2015.....	468

Πίνακας 14.18: Μοντέλο Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 2015-Συντελεστές .....	470
Πίνακας 14.19: Κριτήρια AIC, BIC, Predicted R2 2015.....	470
Πίνακας 14.20: Μοντέλο SAR 1981 .....	474
Πίνακας 14.21: Μοντέλο SAR 1981-Συντελεστές.....	475
Πίνακας 14.22: Κριτήρια AIC και BIC στο Μοντέλο SAR 1981 .....	476
Πίνακας 14.23: Μοντέλο SAR 1991 .....	477
Πίνακας 14.24: Μοντέλο SAR 1991-Συντελεστές.....	478
Πίνακας 14.25: Κριτήρια AIC και BIC στο Μοντέλο SAR 1991 .....	479
Πίνακας 14.26: Μοντέλο SAR 2001 .....	480
Πίνακας 14.27: Μοντέλο SAR 2001-Συντελεστές.....	482
Πίνακας 14.28: Κριτήρια AIC και BIC στο Μοντέλο SAR 2001 .....	483
Πίνακας 14.29: Μοντέλο SAR 2015 .....	484
Πίνακας 14.30: Μοντέλο SAR 2015-Συντελεστές.....	485
Πίνακας 14.31: Κριτήρια AIC και BIC στο Μοντέλο SAR 2015 .....	486
Πίνακας 14.32: Μοντέλο Βηματικής Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 1981- Συντελεστές .....	492
Πίνακας 14.33: Τελικό Μοντέλο Βηματικής Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 1981-Συντελεστές.....	494
Πίνακας 14.34: Κριτήρια AIC, BIC και VIF στο Τελικό Μοντέλο Βηματικής Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 1981 .....	494
Πίνακας 14.35: Μοντέλο Βηματικής Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 1991- Συντελεστές .....	503
Πίνακας 14.36: Τελικό Μοντέλο Βηματικής Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 1991-Συντελεστές.....	505
Πίνακας 14.37: Κριτήρια AIC, BIC και VIF στο Τελικό Μοντέλο Βηματικής Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 1991 .....	506
Πίνακας 14.38: Μοντέλο Βηματικής Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 2001- Συντελεστές .....	515
Πίνακας 14.39: Τελικό Μοντέλο Βηματικής Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 2001-Συντελεστές.....	517
Πίνακας 14.40: Κριτήρια AIC, BIC και VIF στο Τελικό Μοντέλο Βηματικής Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 2001 .....	518
Πίνακας 14.41: Μοντέλο Βηματικής Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 2015- Συντελεστές .....	527
Πίνακας 14.42: Τελικό Μοντέλο Βηματικής Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 2015-Συντελεστές.....	529
Πίνακας 14.43: Κριτήρια AIC, BIC και VIF στο Τελικό Μοντέλο Βηματικής Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 2015.....	530
Πίνακας 15.1: Ισχυρές μεταβλητές - κινητήριες δυνάμεις .....	563

## Κατάλογος Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1.1: Μεθοδολογικό πλαίσιο διδακτορικής διατριβής .....	8
Διάγραμμα 8.1: Επεκτάσεις 1971-1995 και Μόνιμος πληθυσμός 1971-2011 .....	173
Σειρά Διαγραμμάτων 10.1: Πληθυσμός και Ρυθμός μεταβολής πληθυσμού .....	223
Σειρά Διαγραμμάτων 10.2: Κτισμένη επιφάνεια και ρυθμός μεταβολής της κτισμένης επιφάνειας στα έτη αναφοράς.....	227
Σειρά Διαγραμμάτων 10.3: Θηκογράμματα ρυθμού μεταβολής κτισμένης επιφάνειας .....	233
Διάγραμμα 10.4: Πληθυσμός-Κτισμένη επιφάνεια στα έτη αναφοράς.....	246
Σειρά Διαγραμμάτων 10.5: Κτισμένη Επιφάνεια, Πληθυσμός και Οδικό δίκτυο 1981-2015.....	247
Διάγραμμα 10.6: Σχετική αλλαγή με έτος αναφοράς το 1981.....	248
Σειρά Διαγραμμάτων 11.1: Χωρικό Πρότυπο Κατανομής πληθυσμού στα έτη αναφοράς.....	262
Σειρά Διαγραμμάτων 11.2: K Function πληθυσμού στα έτη αναφοράς.....	264
Σειρά Διαγραμμάτων 11.3: Χωρικό Πρότυπο Κατανομής κτισμένης επιφάνειας στα έτη αναφοράς .....	273
Σειρά Διαγραμμάτων 11.4: Συνάρτηση K κτισμένης επιφάνειας στα έτη αναφοράς.....	276
Σειρά Διαγραμμάτων 11.5: Χωρικό Πρότυπο Κατανομής οδικού δικτύου στα έτη αναφοράς.....	284
Σειρά Διαγραμμάτων 11.6: Συνάρτηση K οδικού δικτύου στα έτη αναφοράς .....	286
Σειρά Διαγραμμάτων 11.7: Διαγράμματα χωρικών μετρήσεων.....	290
Σειρά Διαγραμμάτων 11.8: Διαγράμματα χωρικών δεικτών LEI - AWMEI .....	294
Σειρά Διαγραμμάτων 11.9: Πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας ανά απόσταση και κατεύθυνση .....	300
Σειρά Διαγραμμάτων 11.10: Ρυθμός μεταβολής της κτισμένης επιφάνειας ανά απόσταση και κατεύθυνση.....	303
Σειρά Διαγραμμάτων 11.11: Ρυθμός μεταβολής του πραγματοποιημένου οδικού δικτύου ανά απόσταση και κατεύθυνση .....	305
Σειρά Διαγραμμάτων 11.12: Δείκτης Επέκτασης Τοπίου (LEI) ανά απόσταση .....	306
Σειρά Διαγραμμάτων 11.13: Δείκτης Επέκτασης Τοπίου (LEI) ανά απόσταση-Συγκεντρωτικά ανά κατηγορία επέκτασης .....	309
Σειρά Διαγραμμάτων 11.14: Δείκτης Επέκτασης Τοπίου (LEI) ανά κατεύθυνση ....	310
Σειρά Διαγραμμάτων 11.15: Δείκτης Επέκτασης Τοπίου (LEI) ανά κατεύθυνση-Συγκεντρωτικά ανά κατηγορία επέκτασης .....	313
Σειρά Διαγραμμάτων 11.16: Εντροπία Shannon (Hn) και Σχετική εντροπία Shannon (H'n) ανά έτος αναφοράς.....	318
Σειρά Διαγραμμάτων 11.17: Εντροπία Shannon (Hn) ανά απόσταση και κατεύθυνση .....	318
Διάγραμμα 11.18: Σταθμισμένη Αστική Εξάπλωση ανά έτος αναφοράς .....	321
Σειρά Διαγραμμάτων 11.19: Σταθμισμένη Αστική Εξάπλωση ανά απόσταση και κατεύθυνση .....	323
Διαγράμματα 12.1: Διαγράμματα χρήσεων/κάλυψη γης 1981 - 2015 .....	347
Διαγράμματα 12.2: Διαγράμματα χωρικών μετρήσεων σε επίπεδο συνολικής περιοχής μελέτης.....	350

Διαγράμματα 12.3: Διαγράμματα χωρικών μετρήσεων στο επίπεδο των κατηγοριών χρήσεις/ κάλυψη γης.....	353
Διάγραμμα 12.4: Ανάλυση Τάσεων στις χρήσεις/ κάλυψη γης με γραμμικές συναρτήσεις .....	356
Σειρά Διαγραμμάτων 12.5: Χωροχρονικές Αλλαγές-Αυξήσεις και Μειώσεις στις Χρήσεις/Κάλυψη γης 1981 - 2015.....	368
Σειρά Διαγραμμάτων 12.6: Μεταβολή στις χρήσεις/ κάλυψη γης 1981 - 2015 εντός των χρήσεων/καλύψεων.....	372
Διάγραμμα 12.7: Ροή μεταβολών στις χρήσεις/ κάλυψη γης 1981 - 2015.....	374
Διάγραμμα 12.8: Μεταβολές στις χρήσεις/ κάλυψη γης >20 ha ανά απόσταση 1981 - 2015.....	377
Διάγραμμα 12.9:Μεταβολές στις χρήσεις/ κάλυψη γης >20 ha ανά κατεύθυνση 1981 - 2015.....	379
Σειρά Διαγραμμάτων 12.10: Αγροτική γη ανά ζώνη υψομέτρου.....	384
Σειρά Διαγραμμάτων 12.11: Αγροτική γη ανά χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης-επεκτάσεις.....	390
Σειρά Διαγραμμάτων 12.12: Σχετικά διαγράμματα μόνιμης καλλιέργειας και ελαιοκαλλιέργειας ανά χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης - επεκτάσεις.....	391
Σειρά Διαγραμμάτων 12.13: Σχετικά διαγράμματα κτισμένης επιφάνειας, μόνιμης καλλιέργειας και ελαιοκαλλιέργειας σε περιοχές επεκτάσεων του σχεδίου πόλης ανά δεκαετία .....	393
Σειρά Διαγραμμάτων 14.1: Χωροχρονικά μοτίβα των μεταβλητών της αστικής διάχυσης.....	445
Σειρά Διαγραμμάτων 14.2: Διαγράμματα συχνότητας κατηγορικών δεδομένων...	450
Σειρά Διαγραμμάτων 14.3: Έλεγχος κανονικότητας.....	451
Σειρά Διαγραμμάτων 14.4: Μοντέλο Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 1981.....	460
Διάγραμμα 14.5 : Διάγραμμα παρατηρούμενης-προβλεπόμενης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής στο Μοντέλο Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 1981.....	462
Σειρά Διαγραμμάτων 14.6: Μοντέλο Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 1991.....	463
Διάγραμμα 14.7: Διάγραμμα παρατηρούμενης-προβλεπόμενης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής στο Μοντέλο Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 1991.....	465
Σειρά Διαγραμμάτων 14.8: Μοντέλο Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 2001.....	466
Διάγραμμα 14.9: Διάγραμμα παρατηρούμενης-προβλεπόμενης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής στο Μοντέλο Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 2001.....	467
Σειρά Διαγραμμάτων 14.10: Μοντέλο Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 2015.....	468
Διάγραμμα 14.11: Διάγραμμα παρατηρούμενης-προβλεπόμενης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής στο Μοντέλο Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 2015.....	470
Σειρά Διαγραμμάτων 14.12: Μοντέλο SAR 1981.....	474
Διάγραμμα 14.13: Διάγραμμα παρατηρούμενης-προβλεπόμενης τιμής στο μοντέλο SAR 1981.....	476
Σειρά Διαγραμμάτων 14.14: Μοντέλο SAR 1991.....	477

Διάγραμμα 14.15: Διάγραμμα παρατηρούμενης-προβλεπόμενης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής στο Μοντέλο SAR 1991.....	479
Σειρά Διαγραμμάτων 14.16: Μοντέλο SAR 2001.....	480
Διάγραμμα 14.17: Διάγραμμα παρατηρούμενης-προβλεπόμενης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής στο Μοντέλο SAR 2001.....	483
Σειρά Διαγραμμάτων 14.18: Μοντέλο SAR 2015.....	484
Διάγραμμα 14.19: Διάγραμμα παρατηρούμενης-προβλεπόμενης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής στο Μοντέλο SAR 2015.....	486
Διάγραμμα 14.20: Συντελεστές-Προσαρμοσμένος συντελεστής προσδιορισμού 1981.....	492
Σειρά Διαγραμμάτων 14.21: Μοντέλο Βηματικής Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 1981.....	493
Διαγράμματα 14.22 : Διαγράμματα Moran's I και παρατηρούμενης-προβλεπόμενης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής στο Τελικό Μοντέλο Βηματικής Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 1981.....	494
Διάγραμμα 14.23: Συντελεστές-Προσαρμοσμένος συντελεστής προσδιορισμού 1991 .....	504
Σειρά Διαγραμμάτων 14.24: Μοντέλο Βηματικής Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 1991.....	504
Διαγράμματα 14.25: Διαγράμματα Moran's I και παρατηρούμενης-προβλεπόμενης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής και στο Τελικό Μοντέλο Βηματικής Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 1991.....	506
Διάγραμμα 14.26: Συντελεστές-Προσαρμοσμένος συντελεστής προσδιορισμού 2001 .....	516
Σειρά Διαγραμμάτων 14.27: Μοντέλο Βηματικής Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 2001.....	516
Διαγράμματα 14.28 : Διαγράμματα Moran's I και παρατηρούμενης-προβλεπόμενης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής και στο Τελικό Μοντέλο Βηματικής Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 2001.....	518
Διάγραμμα 14.29: Συντελεστές-Προσαρμοσμένος συντελεστής προσδιορισμού 2015 .....	528
Σειρά Διαγραμμάτων 14.30: Μοντέλο Βηματικής Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 2015.....	529
Διαγράμματα 14.31: Διαγράμματα Moran's I και παρατηρούμενης-προβλεπόμενης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής και στο Τελικό Μοντέλο Βηματικής Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 2015.....	530

## Κατάλογος Χαρτών

Χάρτης 8.1: Περιοχή μελέτης.....	144
Χάρτης 8.2: Όρια σχεδίου πόλης Πατρών, Όρια σχεδίου οικισμών .....	144
Χάρτης 8.3:Πολεοδομικό Συγκρότημα Πατρών-Περιοχή μελέτης-Καποδιστριακός Δήμος Πατρών -Καλλικρατικός Δήμος Πατρών .....	146
Χάρτης 8.4 : Περιαστικοί οικισμοί-Λεπτομέρεια.....	150
Σειρά χαρτών 9.1: Παράδειγμα απεικόνισης του ιδίου αποσπάσματος αεροφωτογραφίας/ ορθοφωτοχάρτη στα έτη αναφοράς.....	190
Σειρά χαρτών 9.2: Παράδειγμα απεικόνισης του ιδίου αποσπάσματος αναλογικού ασπρόμαυρου χάρτη στα έτη αναφοράς .....	192
Σειρά χαρτών 9.3: Φωτομωσαϊκά χαρτών βάσης – Χρονοσειρών .....	193
Χάρτης 9.4: Όριο περιοχής μελέτης .....	198
Σειρά χαρτών 9.5: Ισουψείς-Φυσικό ανάγλυφο-Κλίσεις.....	198
Σειρά χαρτών 9.6: Κάναβοι 60Χ60μ. και 420Χ420μ. ....	199
Σειρά χαρτών 9.7: Κτισμένη επιφάνεια 1981, 1991, 1996, 2001, 2008 και 2015.....	200
Σειρά χαρτών 9.8: Παράδειγμα απεικόνισης του ιδίου αποσπάσματος φωτομωσαϊκού με τα ψηφιοποιημένα κτίρια-κτισμένες επιφάνειες στα έτη αναφοράς.....	202
Σειρά χαρτών 9.9: Γειτονιές .....	207
Χάρτης 9.10: Χρονολογία ένταξης στο Σχέδιο Πόλης.....	207
Σειρά χαρτών 9.11: Οδικό δίκτυο 1981, 1991, 2001 και 2015.....	209
Σειρά χαρτών 9.12: Απόδοση απογραφής πληθυσμού ΕΛ.ΣΤΑΤ έτους 1981 .....	210
Σειρά χαρτών 9.13: Απογραφή πληθυσμού ΕΛ.ΣΤΑΤ – Μόνιμος Πληθυσμός 1981, 1991, 2001 και 2011 .....	210
Σειρά χαρτών 9.14: Αγροτική γη 1981, 1996, 2008 και 2015.....	212
Σειρά χαρτών 9.15: Χρήσεις γης 1981, 1996, 2008 και 2015 .....	213
Σειρά χαρτών 9.16: Διοικητικά όρια – Εγκεκριμένο Σχέδιο Πόλης 1981-2000 .....	214
Χάρτης 10.1: Χωρικός Μέσος και Έλλειψη Τυπικής Απόκλισης του πληθυσμού ανά περίοδο αναφοράς 1981,1991, 2001 και 2011.....	221
Σειρά Χαρτών 10.2: Κτισμένη επιφάνεια ανά έτος αναφοράς .....	226
Σειρά χαρτών 10.3 : Κατά κεφαλήν Κτισμένη επιφάνεια ανά έτος αναφοράς.....	229
Σειρά Χαρτών 10.4: Ρυθμός μεταβολής κτισμένης επιφάνειας (κάναβος 60Χ60) ...	231
Σειρά Χαρτών 10.5: Ρυθμός μεταβολής κτισμένης επιφάνειας -γειτονιές.....	232
Χάρτης 10.6: Μέσο Κέντρο και Διακατευθυντική κατανομή της κτισμένης επιφάνειας ανά περίοδο αναφοράς 1981, 1991, 1996, 2001, 2008 και 2015.....	236
Χάρτης 10.7: Υπερτοπικά δίκτυα μεταφορικής υποδομής στην ευρύτερη περιοχή μελέτης.....	238
Σειρά Χαρτών 10.8: Κύριες αρτηρίες στην περιοχή μελέτης.....	239
Σειρά Χαρτών 10.9: Οδικό δίκτυο στα έτη αναφοράς.....	241
Χάρτες 10.10: Χωρικός Μέσος και Έλλειψη Τυπικής Απόκλισης του οδικού δικτύου ανά περίοδο αναφοράς 1981,1991, 2001 και 2015.....	244
Σειρά Χαρτών 11.1: Απογραφή πληθυσμού ΕΛ.ΣΤΑΤ – Μόνιμος Πληθυσμός .....	255
Σειρά Χαρτών 11.2: Πληθυσμιακή πυκνότητα στον κάναβο 60Χ60μ. ανά έτος αναφοράς.....	257
Σειρά Χαρτών 11.3: Πληθυσμιακή πυκνότητα στον κάναβο 420Χ420μ. ανά έτος αναφοράς.....	258

Σειρά Χαρτών 11.4: Πυκνότητα Πυρήνα πληθυσμού ανά έτος αναφοράς .....	259
Σειρά Χαρτών 11.5: Αλλαγές στην Πυκνότητα Πυρήνα του πληθυσμού 1981-2015 .....	261
Σειρά Χαρτών 11.6: Πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας στον κάναβο 60X60μ. ανά έτος αναφοράς.....	266
Σειρά Χαρτών 11.7: Πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας στον κάναβο 420X420μ. ανά έτος αναφοράς.....	267
Σειρά Χαρτών 11.8: Πυκνότητα Πυρήνα κτισμένης επιφάνειας ανά έτος αναφοράς .....	269
Σειρά Χαρτών 11.9: Αλλαγές στην Πυκνότητα Πυρήνα της κτισμένης επιφάνειας 1981-2015 .....	271
Σειρά Χαρτών 11.10: Πυκνότητα οδικού δικτύου στον κάναβο 60X60 ανά έτος αναφοράς.....	279
Σειρά Χαρτών 11.11: Πυκνότητα οδικού δικτύου στον κάναβο 420X420 ανά έτος αναφοράς.....	280
Σειρά Χαρτών 11.12: Πυκνότητα Πυρήνα οδικού δικτύου ανά έτος αναφοράς.....	281
Σειρά Χαρτών 11.13: Αλλαγές στην Πυκνότητα Πυρήνα του οδικού δικτύου.....	283
Σειρά Χαρτών 11.14: Ζώνες και κατευθύνσεις ανάλυσης διαβάθμισης .....	297
Σειρά Χαρτών 11.15: Πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας ανά απόσταση και κατεύθυνση .....	298
Σειρά Χαρτών 11.16: Ρυθμός μεταβολής της κτισμένης επιφάνειας ανά απόσταση και κατεύθυνση .....	301
Σειρά Χαρτών 11.17: Ρυθμός μεταβολής πραγματοποιημένου οδικού δικτύου ανά απόσταση και κατεύθυνση .....	304
Σειρά Χαρτών 11.18: Σταθμισμένη Αστική Εξάπλωση (WUP) ανά απόσταση και κατεύθυνση .....	322
Σειρά χαρτών 12.1: Χρήσεις/ κάλυψη γης ανά έτος αναφοράς.....	339
Σειρά χαρτών 12.2: Αλλαγές στις χρήσεις/ κάλυψη γης ανά περίοδο αναφοράς.....	375
Χάρτης 12.3: Σταθερές χρήσεις/ κάλυψη γης 1981-2015 .....	376
Χάρτης 12.4: Δείκτης μεταβολών χρήσεις/ κάλυψη γης ανά επιφάνεια 1981 - 2015	381
Σειρά Χαρτών 12.5: Μέσο Κέντρο και Διακατευθυντική κατανομή της αγροτικής γης ανά περίοδο αναφοράς 1981,1996,2008 και 2015.....	383
Σειρά χαρτών 12.6: Φυσικό ανάγλυφο .....	384
Σειρά χαρτών 12.7: Επεκτάσεις και όρια οικισμών.....	387
Χάρτης 14.1: Σημεία δειγματοληψίας .....	430
Σειρά χαρτών 14.2: Μεταβλητές απόστασης.....	434
Σειρά χαρτών 14.3: Προγνωστικοί χάρτες αστικής διάχυσης ανά έτος αναφοράς ...	542



## Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 2.1: Διαφορετικές δομές αστικής ανάπτυξης .....	17
Εικόνα 2.2: Παράδειγμα πλήρωσης (infilling), επέκτασης ακμών (edge – expansion) και απομάκρυνσης (outlying) της κτισμένης επιφάνειας .....	38
Εικόνα 2.3: Τύπος αστικής επέκτασης πλήρωσης (infilling), επέκτασης ακμών (edge – expansion) και απομάκρυνση ((outlying) με τιμές του δείκτη LEI.....	40
Εικόνα 2.4: Σχέσεις μεταξύ WUP και των συνιστωσών της DIS, PBA και LUP .....	44
Εικόνα 2.5: Σχέσεις μεταξύ WUP και των συνιστωσών της DIS, UP και UD .....	45
Εικόνα 4.1: Εννοιολογικό πλαίσιο για τις κατηγορίες των κινητηρίων δυνάμεων .....	90
Εικόνα 4.2: Νοητικός χάρτης των κινητηρίων δυνάμεων .....	91
Εικόνα 4.3: Εννοιολογικό πλαίσιο για τις πέντε κατηγορίες των κινητηρίων δυνάμεων .....	92
Εικόνα 4.4: Τυπική διαδικασία για τη μελέτη των κινητήριων δυνάμεων της αλλαγής χρήσεων γης.....	94
Εικόνα 7.1: Χωρικός Μέσος.....	126
Εικόνα 7.2: Ελλειψη Τυπικής Απόκλισης .....	127
Εικόνα 7.3: Κύριοι τύποι κατανομής σημειακών προτύπων .....	128
Εικόνα 7.4: Εκτίμηση Πυκνότητας Πυρήνα σημειακού προτύπου .....	130
Εικόνα 7.5: Ανάλυση Διασποράς .....	136
Εικόνες 8.1, 8.2, 8.3 Ελος Αγυιάς.....	147
Εικόνες 8.4, 8.5, 8.6 Δασικές εκτάσεις.....	148
Εικόνες 8.7, 8.8 Τα πρώτα σχέδια πόλης των Πατρών.....	152
Εικόνες 8.9, 8.10, 8.11 Βιομηχανικά κτίρια .....	172
Εικόνες 8.12, 8.13 Γενικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης.....	176
Εικόνα 8.14 Εθνικό Πρότυπο Χωροταξικής Οργάνωσης της Βιομηχανίας.....	177
Εικόνες 8.15, 8.16 Πρότυπο Χωρικής Ανάπτυξης .....	178
Εικόνα 11.1: Η μέθοδος της σταθμισμένης αστικής εξάπλωσης (WUP).....	319
Εικόνα 13.1, 13.2: Εφαρμογή του εννοιολογικού πλαισίου των κινητηρίων δυνάμεων στην περιοχή μελέτης .....	418

# Κεφάλαιο 1

## Εισαγωγή

### 1.1 Το πλαίσιο της έρευνας

Η αστική διάχυση αποτελεί παγκόσμιο φαινόμενο καθώς οι αστικές περιοχές αυξάνουν καταναλώνοντας ανοικτούς χώρους (Angel et al., 2011) μετατρέποντας αγροτικά τοπία σε αστικοποιημένες ζώνες. Η αυξανόμενη αστικοποίηση έχει ως αποτέλεσμα το 55% του παγκόσμιου πληθυσμού να κατοικεί σήμερα σε αστικές περιοχές σε σχέση με το 30% το 1950, ενώ η τιμή αυτή αναμένεται να αυξηθεί στο 68% το 2050 (UN, 2018). Η τάση αυτή έχει πυροδοτήσει μια επιστημονική συζήτηση για την φύση και την μορφή της αστικής διάχυσης, τις συνέπειές της, τις αλλαγές στις χρήσεις/κάλυψη γης καθώς και τις επιπτώσεις που προκαλεί στην αγροτική γη όπως μείωση της γεωργικής παραγωγικότητας και της βιοποικιλότητας καθώς και διάβρωση του εδάφους.

Στην Ευρώπη, παρά το χαμηλό ρυθμό αύξησης του πληθυσμού, το μέγεθος πολλών πόλεων αυξάνει γρηγορότερα από τον πληθυσμό καταναλώνοντας περιαστική γη. Από τα μέσα της δεκαετίας του 1950 η συνολική επιφάνεια των πόλεων στην Ευρωπαϊκή Ένωση αυξήθηκε κατά 78%, συμβάλλοντας έτσι σε μεγάλο βαθμό στη σφράγιση του εδάφους (EEA, 2023), ενώ σύμφωνα με έρευνα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (2016), οι οικιστικές εκτάσεις αυξήθηκαν 2,5 φορές από το 1975 έως το 2015 κυρίως σε βάρος των καλλιεργειών και των βοσκοτόπων. Η αστική διάχυση στην Ευρώπη αποτελεί σημαντικό ζήτημα και συνεχίζει να επηρεάζει τα αστικά και αγροτικά τοπία.

Ως αστική διάχυση θεωρείται η άναρχη και ανεξέλεγκτη εξάπλωση των αστικών περιοχών σε αγροτικές και φυσικές εκτάσεις (Soule, 2006). Η αστική διάχυση χαρακτηρίζεται από χαμηλή πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας, υψηλή εξάρτηση από το αυτοκίνητο και εκτεταμένη κατανάλωση γης (Ewing, 1997, Burchell et al., 1998) οδηγώντας σε περιβαλλοντική υποβάθμιση (Frenkel, 2004), αυξημένα κόστη υποδομών και κοινωνικές ανισότητες (Bruegmann, R., 2006), καθώς επηρεάζει τις χρήσεις/κάλυψη γης (Ewing et al., 2002) και την αειφορία των αστικών κέντρων (Hasse & Lathrop, 2003).

Το φαινόμενο της αστικής διάχυσης συνδέεται στενά με τις αλλαγές στις χρήσεις/κάλυψη γης οι οποίες αφορούν στον μετασχηματισμό της επιφάνειας της Γης λόγω ανθρωπογενών δραστηριοτήτων (Foley et al., 2005). Τα τελευταία χρόνια, σημαντική έρευνα σε παγκόσμια κλίμακα έχει επικεντρωθεί στη μελέτη των αλλαγών στις χρήσεις/κάλυψη γης εξαιτίας των εκτεταμένων επιπτώσεων που αυτές επιφέρουν στο περιβάλλον, την κοινωνία και τα οικοσυστήματα (Verburg and Veldkamp, 2005). Οι αλλαγές αυτές οδηγούν επίσης σε απώλεια ενδιαιτημάτων και μείωση της βιοποικιλότητας (Díaz et al., 2019), σε αλλαγές στα κλιματικά πρότυπα με αποτέλεσμα αλλαγές στη θερμοκρασία, τις βροχοπτώσεις και τις τοπικές καιρικές συνθήκες (Pielke et al. 2011), σε αλλαγές στους υδρολογικούς κύκλους με αυξημένο κίνδυνο πλημμύρας

και μειωμένη ποιότητα νερού (Devi et al., 2019) αλλά και σε κοινωνικές συνέπειες, συμπεριλαμβανομένης της μετατόπισης κοινοτήτων και των αλλαγών πολιτιστικών πρακτικών (Power, 2001, Wagistina, 2016).

Οι κινητήριες δυνάμεις που οδηγούν την αστική διάχυση και τις αλλαγές στις χρήσεις/ κάλυψη γης σχηματίζουν ένα σύνθετο σύστημα εξαρτήσεων, αλληλεπιδράσεων και ανατροφοδότησης επηρεάζοντας πολλά χρονικά και χωρικά επίπεδα (Bürgi et al., 2004). Για την καλύτερη κατανόησή τους έχουν αναπτυχθεί διαφορετικά θεωρητικά πλαίσια. Ένα από τα πλέον ολοκληρωμένα, είναι το πλαίσιο κατά Bürgi et al. (2004) και Hersperger & Bürgi (2009) το οποίο αποτελείται από πέντε βασικές κατηγορίες κινητηρίων δυνάμεων: πολιτικές, οικονομικές, πολιτιστικές, τεχνολογικές και φυσικές/ χωρικής διαμόρφωσης. Στις κατηγορίες αυτές περιλαμβάνονται, μεταξύ άλλων, οι πολιτικές γης (Ewing et al., 2002), οι μεταφορές (Leontidou et al., 2007), η οικονομική ανάπτυξη (Lu et al., 2019), η δημογραφία (Li & Li, 2019), ο τρόπος ζωής (Couch & Karecha, 2006), η προσβασιμότητα (Sohn et al., 2012) και το φυσικό περιβάλλον (Yang et al., 2023).

Η χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) έχει αποδειχθεί εξαιρετικά χρήσιμη στη μελέτη της αστικής διάχυσης και στην ανάλυση των αλλαγών στις χρήσεις/ κάλυψη γης. Τα GIS συνδυάζουν γεωχωρικά δεδομένα και δεδομένα τηλεπισκόπησης (αεροφωτογραφίες ή δορυφορικά δεδομένα) συνθέτοντας το κατάλληλο υπόβαθρο για τη δημιουργία, την αποθήκευση, την ανάλυση και την οπτικοποίηση των γεωχωρικών πληροφοριών. Επιπροσθέτως, διαθέτουν τα εργαλεία που επιτρέπουν την ακριβή χαρτογράφηση, την ανίχνευση και παρακολούθηση των αλλαγών στο χώρο, την ανάλυση χωρικών δεδομένων και την διερεύνηση χωρικών σχέσεων διευκολύνοντας την κατανόηση και την αξιολόγηση της αστικής διάχυσης και των αλλαγών στις χρήσεις/ κάλυψη γης (Michalak, 1993, Cheng & Masser, 2003).

## 1.2 Αντικείμενο και σκοπός της έρευνας

Πρωταρχικός σκοπός της διατριβής και κύριο ερευνητικό ερώτημα είναι να διερευνηθεί διεξοδικά η ύπαρξη της αστικής διάχυσης στα μεσαία ελληνικά αστικά κέντρα. Ως μεσαίο αστικό κέντρο θεωρείται αυτό με μέγεθος πληθυσμού από 50.000 έως 250.000 κατοίκους, το οποίο επίσης αποτελεί έδρα τοπικής και περιφερειακής διοίκησης (Eurofound, 2012). Η ακτινοβολία ενός τέτοιου κέντρου εκτείνεται και προς την ευρύτερη αγροτική και ημιαστική ενδοχώρα, καθώς παρέχει αστικές υπηρεσίες όπως προσβασιμότητα στην υγεία και στην εκπαίδευση, οικονομικές ευκαιρίες απασχόλησης και επιχειρηματικότητας αλλά και υποστήριξη της προσβασιμότητας από και προς τις περιοχές αυτές. Χαρακτηριστικό της πολεοδομικής μορφής των ελληνικών μεσαίων αστικών κέντρων είναι ο συμπαγής αστικός ιστός της κεντρικής περιοχής, ο οποίος αποτελεί την καρδιά της οικονομικής, εμπορικής, διοικητικής και κοινωνικής ζωής (Ασπρογέρακας, 2003). Πρόκειται για παλαιούς οικισμούς οι οποίοι έχουν συνήθως θαλάσσιο μέτωπο και λιμενική υποδομή (Leontidou, 1990). Το μεγαλύτερο μέρος της μετακίνησης πραγματοποιείται με ιδιωτικό αυτοκίνητο, ενώ οι λεωφορειακές γραμμές αστικής συγκοινωνίας εξυπηρετούν αποσπασματικά το σύνολο

της πόλης. Σε αρκετές από αυτές τις πόλεις, απαντάται εγκαταλελειμμένο βιομηχανικό κτιριακό απόθεμα εξαιτίας της αποβιομηχάνισης.

Η μελέτη της αστικής διάχυσης σε αστικά κέντρα μεσαίου μεγέθους είναι ιδιαίτερα σημαντική καθώς οι πόλεις αυτές αποτελούν επίσης κρίσιμους περιφερειακούς και εθνικούς κόμβους συνδέοντας όχι μόνον μεγαλύτερα και μικρότερα αστικά κέντρα και αγροτικές περιοχές, αλλά και την Ελλάδα με ευρωπαϊκά και διεθνή κέντρα. Η αστική διάχυση στα κέντρα αυτά οδηγεί σε κατακερματισμένα τοπία, αυξημένο κόστος μεταφορικής υποδομής και κατανάλωση αγροτικής γης.

Ένα τέτοιο κέντρο αποτελεί το Πολεοδομικό Συγκρότημα Πατρών και η ευρύτερη περιοχή του, το οποίο επιλέχθηκε ως μελέτη περίπτωσης.

Το πολεοδομικό συγκρότημα Πατρών και η ευρύτερη περιοχή του, από το θαλάσσιο μέτωπο μέχρι τα όρια της ευρείας παράκαμψης Πατρών, αποτελεί το μεγαλύτερο από τα μεσαία αστικά κέντρα, έδρα της Αποκεντρωμένης Διοίκησης Πελοποννήσου, Δυτικής Ελλάδας και Ιονίων Νήσων καθώς και της Περιφέρειας Δυτικής Ελλάδας. Η πόλη της Πάτρας, το πολεοδομικό συγκρότημα Πατρών, αποτέλεσε την πρώτη πόλη του σύγχρονου ελληνικού κράτους που απέκτησε πολεοδομικό σχεδιασμό (σχέδιο Βούλγαρη, 1829). Στο πέρασμα των χρόνων, η πόλη δεν αναπτύχθηκε με ορθολογικά σχεδιασμένο τρόπο αλλά αντίθετα, η πολεοδομική ιστορία της χαρακτηρίζεται από ραγδαία, διαρκή ανάπτυξη και μεταμόρφωση αναφορικά με την εμφάνιση, τη δομή και τη λειτουργία της. (Pappas, 2006). Ως περίοδος μελέτης αυτής της μεταμόρφωσης, επιλέχθηκε το διάστημα από το 1981 έως το 2015.

Η περίοδος αναφοράς ξεκινά με την ένταξη της Ελλάδας στην Ευρωπαϊκή Οικονομική Κοινότητα (ΕΟΚ) το 1981, σηματοδοτώντας την αρχή οικονομικών, κοινωνικών και πολιτικών μετασχηματισμών. Στις επόμενες δεκαετίες, το πολεοδομικό συγκρότημα Πατρών και η ευρύτερη περιοχή του γνώρισε ταχεία αστικοποίηση, αλλαγές στις χρήσεις/κάλυψη γης και σημαντικές επενδύσεις σε υποδομές. Από τα μέσα της δεκαετίας του '90, η Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας -και ειδικότερα η ευρύτερη περιοχή του πολεοδομικού συγκροτήματος Πατρών-έγινε αποδέκτης της αναπτυξιακής πολιτικής των μεγάλων έργων διασύνδεσης της Ελλάδας με την Ευρώπη αλλά και με άλλους μεγάλους εσωτερικούς αναπτυξιακούς πόλους: Ιταλία μέσω του θαλάσσιου διαδρόμου της Αδριατικής, Αθήνα μέσω της Ολυμπίας οδού (Α8), Αθήνα – Λάρισα – Βόλος – Θεσσαλονίκη - Εύζωνοι μέσω του αυτοκινητόδρομου Α1(Ε75) και Ιωάννινα μέσω της Ιονίας οδού (Ε55). Η ευρεία παράκαμψη Πατρών (2003), η ολοκλήρωση της Ζεύξης Ρίου – Αντιρρίου (2004) και η λειτουργία του νέου λιμένα Πατρών (2011), προσέφερε στην πόλη χωρική υπεροχή έναντι άλλων πόλεων παρόμοιας δυναμικότητας, υποστηρίζοντας την εξωστρεφή γεωπολιτική και γεωοικονομική στρατηγική.

Κατά το διάστημα των τριαντατεσσάρων ετών (1981-2015), η περιοχή μελέτης δέχτηκε και συνεχίζει να δέχεται μεγάλες πιέσεις λόγω αναπτυξιακών προκλήσεων και πολεοδομικών επιλογών. Η αστική διάχυση κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου ήταν ιδιαίτερα έντονη με την πόλη να επεκτείνεται ραγδαία καθώς διευρύνθηκε στα βόρεια,

νότια και ανατολικά δημιουργώντας χαλαρό ιστό. Η διάχυση προκάλεσε σημαντικές αλλαγές στις χρήσεις/κάλυψη γης με περιοχές αγροτικής γης να μετατρέπονται σε αστικές.

Η περίοδος από το 1981 έως το 2015 περιλαμβάνει επίσης τις βαθιές επιπτώσεις της ελληνικής οικονομικής κρίσης, η οποία ξεκίνησε το 2009 οδηγώντας σε δραστικές αλλαγές την οικονομική δραστηριότητα και ειδικότερα την οικοδομική δραστηριότητα. Η απότομη πτώση στον αριθμό των οικοδομικών αδειών κατά τα έτη της κρίσης αντανάκλα τη σοβαρότητα της ύφεσης στον κατασκευαστικό τομέα, ο οποίος αποτελεί βασικό δείκτη της αστικής διάχυσης. Συγκεκριμένα, από το 2007 μέχρι το 2015 ο αριθμός των οικοδομικών αδειών μειώθηκε περισσότερο από 83% (ΕΛ.ΣΤΑΤ, 2017), με τις τιμές στα έτη 2014, 2015 και 2016 να είναι περίπου σταθεροποιημένες (ΕΛ.ΣΤΑΤ, 2024). Το ναδίρ των οικοδομικών αδειών στα έτη 2015-2016 σηματοδοτεί ένα σαφές σημείο καμπής, καθιστώντας το κατάλληλο τελικό σημείο για τη μελέτη ενός πρώτου κύκλου της αστικής διάχυσης στο πολεοδομικό συγκρότημα Πατρών. Η χρονική περίοδος από το 1981 έως το 2015 καλύπτει ολόκληρη την μεταμόρφωση της πόλης, η οποία από μεσαίο αστικό κέντρο δημιούργησε κυρίως μέσω της διαδικασίας των επεκτάσεων μια πόλη σε διαρκή διάχυση.

### **1.3 Τα ερευνητικά ερωτήματα και η συμβολή στην επιστημονική συζήτηση**

Η διερεύνηση της αστικής διάχυσης στο πολεοδομικό συγκρότημα Πατρών από το 1981 έως και το 2015 αποτελεί την εξειδίκευση του κυρίως ερευνητικού ερωτήματος βάσει της μελέτης περίπτωσης. Η πόλη της Πάτρας και η ευρύτερη περιοχή της αποτελεί ιδανική επιλογή εξαιτίας των φυσικών, αναπτυξιακών και γεωπολιτικών χαρακτηριστικών της. Τα επιμέρους ερευνητικά ερωτήματα που τίθενται θα καθοδηγήσουν την μεθοδολογική προσέγγιση αλλά και την ανάλυση.

Το πρώτο ερώτημα αφορά στην μέτρηση της αστικής διάχυσης με διαφορετικές μεθοδολογίες εξετάζοντας την αποτελεσματικότητα αλλά και την συμβολή της κάθε μεθόδου. Με τον τρόπο αυτό επιτρέπεται η διεξοδική εξέταση διαφορετικών δεικτών και εργαλείων ανάλυσης και αποκαλύπτονται διαφορετικές πτυχές του φαινομένου στοχεύοντας σε μια πολυδιάστατη προσέγγιση ανάλυσης της διάχυσης

Το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα αφορά στον καθορισμό του χωρικού μοτίβου της αστικής διάχυσης. Εξετάζεται ο τρόπος διαμόρφωσης της διάχυσης κατά τη διάρκεια των τριαντατεσσάρων ετών καθώς και ποιες είναι οι κύριες τάσεις που εμφανίζονται στην περιοχή μελέτης. Έμφαση δίδεται στη διερεύνηση του μοτίβου με τη χρήση διαφορετικών μεθοδολογιών επιτρέποντας ακρίβεια στην καταγραφή της χωρικής δυναμικής και εξασφάλιση της εγκυρότητας των αποτελεσμάτων.

Το επόμενο ερευνητικό ερώτημα αφορά στην ανάλυση των αλλαγών στις χρήσεις/κάλυψη γης με ιδιαίτερη έμφαση στην αγροτική γη, η οποία είναι και η πλέον ευάλωτη στις πιέσεις της αστικοποίησης. Στόχος είναι η αποκάλυψη των σημαντικών

τάσεων, της δυναμικής και του μετασχηματισμού της περιοχής μελέτης από το 1981 έως το 2015.

Το τέταρτο ερευνητικό ερώτημα εστιάζει στον προσδιορισμό των κινητήριων δυνάμεων που έδρασαν στην περιοχή κατά τη διάρκεια των τριαντατεσσάρων ετών, αποκαλύπτοντας τις πολιτικές, δημογραφικές, οικονομικές, κοινωνικές και φυσικές δυνάμεις που επηρέασαν την εξέλιξη της περιοχής. Η κατανόηση των κινητήριων δυνάμεων μιας περιοχής αποτελεί απαραίτητο βήμα προκειμένου να είναι δυνατή η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των πολιτικών, να σχεδιαστεί η πρόληψη των συνεπειών της διάχυσης και να διαμορφωθεί η στρατηγική της μελλοντικής ανάπτυξης με βιώσιμους στόχους.

Το τελευταίο ερευνητικό ερώτημα αφορά στη διερεύνηση της αλληλεπίδρασης των κινητήριων δυνάμεων της αστικής διάχυσης μέσω της ανάλυσης παλινδρόμησης. Η ανάλυση παλινδρόμησης επιτρέπει τον προσδιορισμό των σημαντικών κινητήριων δυνάμεων που έδρασαν στην περιοχή μελέτης κατά το διάστημα των τριαντατεσσάρων ετών αξιολογώντας ποσοτικά τον αντίκτυπο των προσδιορισμένων μεταβλητών-κινητήριων δυνάμεων στην αστική διάχυση.

Η αστική διάχυση αποτελεί μείζον πρόβλημα παγκοσμίως, οδηγώντας σε σημαντικές κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Η κατανόηση των κινητήριων δυνάμεων που ωθούν την αστική διάχυση αποτελεί σημαντικό βήμα για τον περιορισμό της και την ανάπτυξη πολιτικών με στόχο την προστασία και τη βιώσιμη διαχείριση τόσο του αστικού όσο και του εξωαστικού χώρου. Η διδακτορική διατριβή συμβάλλει σε αυτό το γνωστικό πεδίο μέσω της λεπτομερούς ανάλυσης της μελέτης περίπτωσης, του Πολεοδομικού Συγκροτήματος Πατρών, προσφέροντας μέσω της διερεύνησης των παραπάνω ερευνητικών ερωτημάτων μια πολύτιμη εικόνα για τον τρόπο που η αστική διάχυση επιδρά σε ένα ελληνικό αστικό κέντρο μεσαίου μεγέθους. Η αλληλεπίδραση των κινητήριων δυνάμεων και οι επιπτώσεις τους στις χρήσεις/κάλυψη γης υπογραμμίζει την ανάγκη της διαρκούς παρακολούθησης της αστικής διάχυσης και της θέσπισης κατάλληλων πολιτικών με στόχο μια ολοκληρωμένη εικόνα σχεδιασμού που θα λαμβάνει υπόψη της τις σύγχρονες προκλήσεις

#### **1.4 Το μεθοδολογικό πλαίσιο**

Το μεθοδολογικό πλαίσιο αφορά στον συνδυασμό προηγμένων τεχνικών για την περιοχή μελέτης ώστε να μελετηθεί η αστική διάχυση στο διάστημα των τριαντατεσσάρων ετών. Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών χρησιμοποιούνται εκτενώς ως το βασικό εργαλείο για την δημιουργία φωτομωσαϊκών από αεροφωτογραφίες και από αναλογικούς χάρτες για τα έτη 1981, 1991, 1996, 2001, 2008 και 2015, για τη δημιουργία χρονοσειρών, για την δημιουργία γεωχωρικών δεδομένων με απευθείας ψηφιοποίηση, για την χαρτογράφηση, την μοντελοποίηση, την χωρική ανάλυση, την υποστήριξη μεθοδολογιών μέτρησης της αστικής διάχυσης, την σύγκριση συνόλων γεωχωρικών δεδομένων, την παρακολούθηση και την ανίχνευση

αλλαγών στις χρήσεις/κάλυψη γης καθώς και για τον εντοπισμό μοτίβων, τάσεων και σχέσεων.

Η αστική διάχυση θεωρείται πολυδιάστατο φαινόμενο και για την μέτρησή της έχουν αναπτυχθεί ποικίλες μετρήσεις οι οποίες κατατάσσονται σε διαφορετικές κατηγορίες. Για την μέτρηση της αστικής διάχυσης στα πλαίσια της διατριβής, επιλέγεται συνδυασμός μετρήσεων από διαφορετικές κατηγορίες μέτρησης όπως πυκνότητα, χωρικές μετρήσεις (landscape metrics) και μετρήσεις με μια ή λίγες μεταβλητές. Οι μετρήσεις πυκνότητας (πληθυσμού, κτισμένης επιφάνειας, οδικού δικτύου), οι χωρικές μετρήσεις, η εντροπία Shannon και η μέθοδος της Σταθμισμένης Αστικής Εξάπλωσης παρέχουν πληροφορίες για την κατανομή και τη δομή της αστικής διάχυσης, εντοπίζουν πυκνοκατοικημένους ή αραιοκατοικημένους πυρήνες και ποσοτικοποιούν τον βαθμό κατακερματισμού της περιοχής μελέτης. Η χρήση της ανάλυσης διαβάθμισης εξειδικεύει περαιτέρω τις ως άνω μετρήσεις παρέχοντας πληροφορίες για τον τρόπο με τον οποίο διαφορετικοί δείκτες της διάχυσης αλλάζουν ανάλογα με την απόσταση και την κατεύθυνση από το αστικό κέντρο προς την περιφέρεια. Ο συνδυασμός των παραπάνω μεθοδολογικών προσεγγίσεων επιτρέπει μια πολυδιάστατη προσέγγιση στην ανάλυση της αστικής διάχυσης δίνοντας τη δυνατότητα διασταύρωσης και επαλήθευσης των αποτελεσμάτων, μειώνοντας τις πιθανότητες μεροληψίας και αυξάνοντας την ακρίβεια της ανάλυσης

Η τυπολογία της αστικής διάχυσης και το χωρικό της μοτίβο προσδιορίζονται επίσης μέσω διαφορετικών μεθοδολογιών. Επιλέγεται η χρήση του δείκτη επέκτασης τοπίου καθώς και χωρικές μετρήσεις με στόχο την ανάδυση της μορφής και του μοτίβου της διάχυσης. Γίνεται επίσης χρήση των χωρικών αναλύσεων της πυκνότητας πυρήνα, της ανάλυσης μέσης απόστασης από εγγύτερο γείτονα και της συνάρτησης K, οι οποίες αποκαλύπτουν πρότυπα και τάσεις εξέλιξης ιδιαίτερα χρήσιμα σε περιοχές που αποτυπώνονται με τη βοήθεια χρονοσειρών προάγει μια ολιστική προσέγγιση του φαινομένου. Η χρήση της ανάλυσης διαβάθμισης και στα συγκεκριμένα δεδομένα παρέχει πληροφορίες για τον τρόπο με τον οποίο το χωρικό μοτίβο μεταβάλλεται ανάλογα με την απόσταση και την κατεύθυνση από το αστικό κέντρο προς την περιφέρεια. Η σύγκριση των ευρημάτων από διαφορετικές μεθοδολογίες παρέχει πληρέστερη και ολοκληρωμένη εικόνα αποκαλύπτοντας νέες πτυχές του χωρικού μοτίβου.

Οι χρήσεις/κάλυψη γης και οι αλλαγές τους από το 1981 έως το 2015 χαρτογραφούνται με στόχο την αποκάλυψη των διαχρονικών τάσεων της περιοχής μελέτης και την αλληλεπίδραση μεταξύ δομημένου αστικού ιστού, ανάπτυξης υποδομών, φυσικού και προστατευόμενου περιβάλλοντος και αγροτικής γης. Η επιλογή του Corine Land Cover (CLC) ως σύστημα ταξινόμησης και η δημιουργία τρίτου επιπέδου λεπτομέρειας (σε συνάφεια με το CLC) που προτείνεται από την διδακτορική διατριβή, προσφέρουν τυποποιημένο και σαφές πλαίσιο για την χαρτογράφηση και την απόδοση των αλλαγών διασφαλίζοντας συγκρισιμότητα με άλλα δεδομένα του ελληνικού και του ευρωπαϊκού χώρου. Επίσης χρησιμοποιούνται εργαλεία όπως οι χωρικές μετρήσεις και η ανάλυση διαβάθμισης. Το πρώτο, για την ποσοτικοποίηση της χωρικής διάταξης ενώ το δεύτερο, για την εξέλιξη των χρήσεων/κάλυψη γης σε συγκεκριμένες ζώνες και κατευθύνσεις.

Ακόμα γίνεται χρήση της χωρικής στατιστικής με στόχο να αποκαλυφθούν τα ιδιαίτερα μοτίβα στις αγροτικές χρήσεις/κάλυψη γης αλλά και να αναλυθούν οι τάσεις σε σχέση τόσο με τις ποικίλες ζώνες υψομέτρου όσο και με τις επεκτάσεις του σχεδίου πόλης.

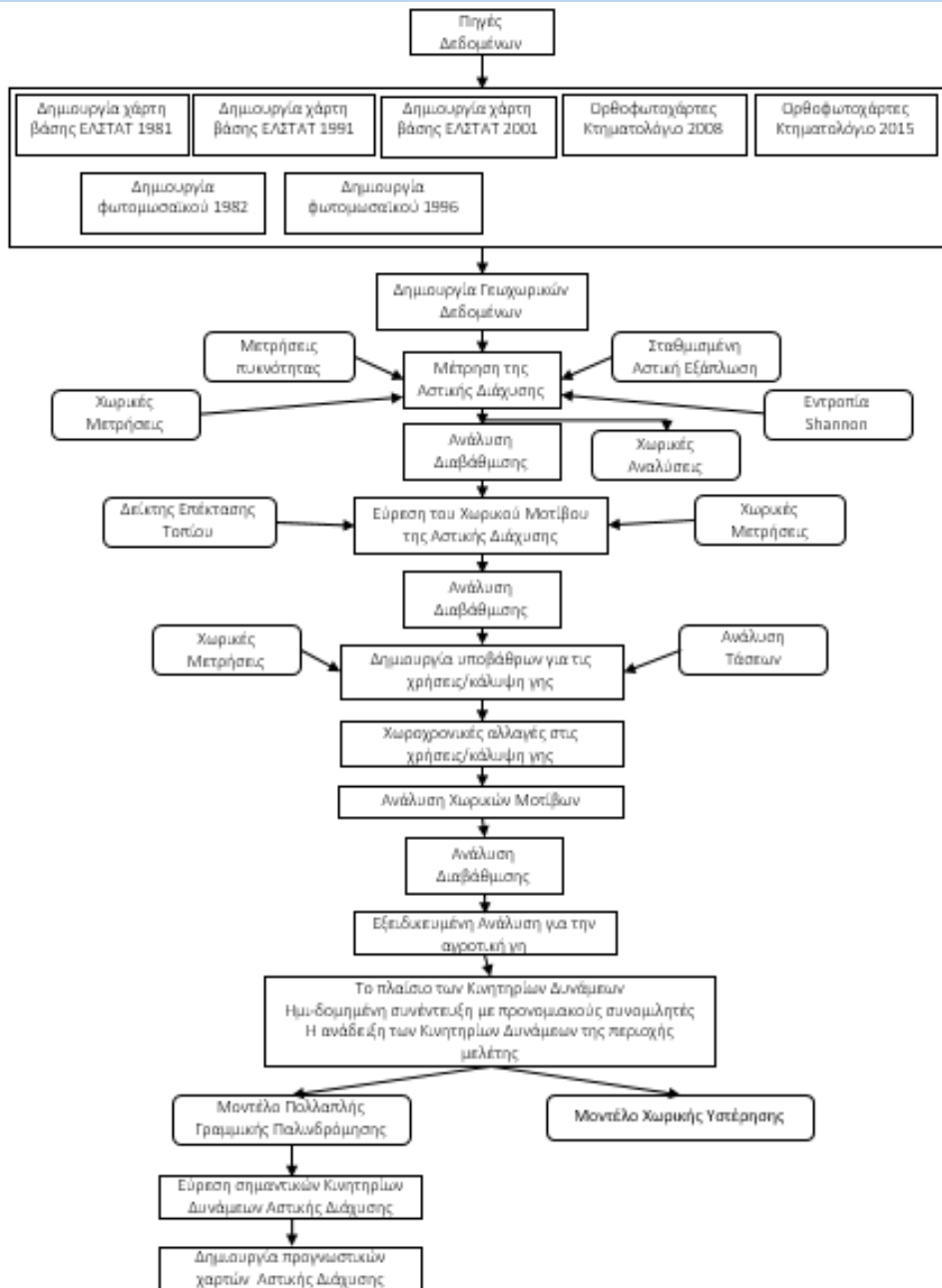
Ως πλαίσιο των κινητηρίων δυνάμεων που δρουν στην περιοχή μελέτης επιλέχθηκε το πλαίσιο κατά Bürgi et al.,(2004) και Hersperger and Bürgi, (2007). Το πλαίσιο κατηγοριοποιεί τις κινητήριες δυνάμεις της αστικής διάχυσης δημιουργώντας ένα σύνθετο σύστημα εξαρτήσεων και αλληλεπιδράσεων μεταξύ πολιτικών, οικονομικών, πολιτιστικών, τεχνολογικών και φυσικών παραγόντων. Οι κινητήριες δυνάμεις της περιοχής μελέτης αποκαλύπτονται μέσω των ημι-δομημένων συνεντεύξεων με προνομιακούς συνομιλητές δίνοντας έμφαση στις χωρικές και χρονικές διαστάσεις της αστικής διάχυσης παρέχοντας ταυτόχρονα ευελιξία στη συλλογή ποιοτικών δεδομένων.

Τέλος, προκειμένου να διερευνηθεί η αλληλεπίδραση των κινητηρίων δυνάμεων της αστικής διάχυσης και να αξιολογηθεί ποσοτικά η συμβολή της κάθε κινητήριας δύναμης επιλέγεται η ανάλυση παλινδρόμησης. Εξετάζονται δύο μοντέλα παλινδρόμησης, το μοντέλο της Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης και το μοντέλο της Χωρικής Υστέρησης ή Χωρικά Αυτοπαλίνδρομο μοντέλο προκειμένου να ευρεθεί αυτό το οποίο αποτυπώνει καλύτερα την πολυπλοκότητα της αστικής διάχυσης λόγω της ευρωστίας και της ερμηνευτικότητάς του. Με τον τρόπο αυτό αποκαλύπτεται η δυναμική της αστικής διάχυσης και οι χωρικές και χρονικές τάσεις στο διάστημα των τριαντατεσσάρων ετών. Η δημιουργία προγνωστικών χαρτών της αστικής διάχυσης για την περιοχή μελέτης για κάθε ένα από τα έτη αναφοράς ολοκληρώνει την έρευνα επιτρέποντας την οπτικοποίηση των χωρικών διακυμάνσεων διευκολύνοντας τη σύγκριση.

Το μεθοδολογικό πλαίσιο περιγράφεται στο παρακάτω διάγραμμα:



**Διάγραμμα 1.1: Μεθοδολογικό πλαίσιο διδακτορικής διατριβής**



Πηγή: *Ίδια επεξεργασία*

## 1.5 Η δομή της διατριβής

Στο κεφάλαιο 1 αναλύεται το αντικείμενο και ο σκοπός της διδακτορικής διατριβής και παρουσιάζεται η μελέτη περίπτωσης. Στη συνέχεια, περιγράφονται τα ερευνητικά ερωτήματα, το ερευνητικό πλαίσιο και ολοκληρώνεται με τη δομή της διατριβής.

Στο κεφάλαιο 2 περιγράφονται οι έννοιες και οι ορισμοί, οι επιπτώσεις και οι μεθοδολογικές προσεγγίσεις που αφορούν στην μέτρηση της αστικής διάχυσης. Στη

συνέχεια αναλύεται διεξοδικά το θεωρητικό υπόβαθρο των μεθοδολογιών που επιλέχθηκαν για την μέτρηση της διάχυσης στην παρούσα διατριβή. Επίσης, αναλύονται οι μεθοδολογίες προσδιορισμού του χωρικού μοτίβου της διάχυσης. Τέλος, περιγράφεται η μεθοδολογία της ανάλυσης διαβάθμισης η οποία προσφέρει πληροφορίες αναφορικά με τον τρόπο με τον οποίο διάφορες μεταβλητές και δείκτες αλλάζουν ανάλογα με την απόσταση από το αστικό κέντρο προς την περιφέρεια.

Στο **κεφάλαιο 3** καθορίζεται ο σύνθετος όρος χρήσεις/κάλυψη γης, συζητούνται τα συστήματα ταξινόμησης των χρήσεων/κάλυψη γης καθώς και οι αλλαγές τους. Στη συνέχεια αναλύεται ο ρόλος των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) στη μελέτη των αλλαγών καθώς και ο ρόλος της αστικής διάχυσης στις αλλαγές στις χρήσεις/κάλυψη γης. Ακολούθως περιγράφεται ο τρόπος ανίχνευσης των αλλαγών στις χρήσεις/κάλυψη γης και δίδεται η μεθοδολογία εκτίμησης της ακρίβειας της ταξινόμησης. Τέλος, συζητείται η ενσωμάτωση των χωρικών μετρήσεων και η συμβολή τους στην αποσαφήνιση της πολυπλοκότητας στις χρήσεις/κάλυψη γης καθώς παρέχουν πληροφορίες για τα μοτίβα, τον κατακερματισμό και τη συνδεσιμότητα των χρήσεων.

Στο **κεφάλαιο 4** καθορίζεται το θεωρητικό πλαίσιο των κινητηρίων δυνάμεων για την κατανόηση των διαδικασιών και των αιτιών της αστικής διάχυσης. Αναλύονται διαφορετικές προσεγγίσεις και πλαίσια κινητηρίων δυνάμεων καταλήγοντας στο ολοκληρωμένο πλαίσιο κατά Bürgi et al.,(2004) και Hersperger and Bürgi (2007) το οποίο αποτελεί και την επιλογή της διατριβής. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιείται το επιλεγμένο πλαίσιο στην μελέτη της αστικής διάχυσης.

Στο **κεφάλαιο 5** εξετάζεται η λειτουργία και η συμβολή των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών στην ανάλυση του χώρου, αναλύονται οι γεωχωρικές βάσεις δεδομένων, εξερευνάται η σχέση της χωρικής ανάλυσης με τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, υπογραμμίζεται η κεντρική σημασία των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών στη μελέτη της αστικής διάχυσης και διερευνάται η σχέση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών με την τηλεπισκόπηση και τις μεταβολές στις χρήσεις/κάλυψη γης.

Στο **κεφάλαιο 6** παρουσιάζονται οι μεθοδολογίες της χωρικής στατιστικής και της ανάλυσης παλινδρόμησης που χρησιμοποιήθηκαν στην μελέτη περίπτωσης. Αναλύονται οι γεωστατιστικοί δείκτες, η ανάλυση σημειακών προτύπων αλλά και τα μοντέλα παλινδρόμησης με έμφαση στο μοντέλο της Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης και στο μοντέλο της Χωρικής Υστέρησης ή Χωρικά Αυτοπαλίνδρομο μοντέλο.

Στο **κεφάλαιο 7** συζητείται η διερεύνηση των κινητηρίων δυνάμεων μέσω της κοινωνικής έρευνας. Εξειδικεύονται οι λόγοι για τους οποίους επιλέχθηκε η τεχνική της συνέντευξης με προνομιακούς συνομιλητές, αναλύεται η επιλογή της ημι-δομημένης συνέντευξης ενώ παρουσιάζεται και ο οδηγός συνέντευξης που συντάχθηκε.

Στο **κεφάλαιο 8** περιγράφεται η περιοχή μελέτης, το πολεοδομικό συγκρότημα Πατρών και ευρύτερη περιοχή του, η οποία εκτείνεται από την ακτογραμμή του πολεοδομικού συγκροτήματος μέχρι τα όρια της ευρείας παράκαμψης Πατρών (κόμβοι από ένα έως και έξι). Στο κεφάλαιο αυτό αναλύεται διεξοδικά η φυσιογνωμία της περιοχής μελέτης (φυσικό και αστικό περιβάλλον), η πολεοδομική οργάνωση και εξέλιξη του συγκροτήματος, το χωροταξικό πλαίσιο και ο ρόλος της πόλης στο μεταβαλλόμενο περιβάλλον.

Στο **κεφάλαιο 9** περιγράφονται τα γεωχωρικά σύνολα δεδομένων τα οποία δημιουργήθηκαν για τις ανάγκες της διδακτορικής διατριβής ενώ περιγράφονται αναλυτικά τα υπόβαθρα που επιλέχθηκαν για τη δημιουργία των χαρτών βάσης – χρονοσειρών από το 1981 έως το 2015. Όλα τα ψηφιακά υπόβαθρα, τα γεωχωρικά δεδομένα και οι γεωγραφικές βάσεις δεδομένων που δημιουργήθηκαν, χρησιμοποιήθηκαν, ανακτήθηκαν, αναλύθηκαν και οπτικοποιήθηκαν, υλοποιήθηκαν με το πρόγραμμα ArcGIS της εταιρείας ESRI.

Στο **κεφάλαιο 10** αναλύονται το μοτίβο και οι τάσεις της κτισμένης επιφάνειας, του πληθυσμού και του δικτύου μεταφορικής υποδομής. Το κεφάλαιο αναλύει την εξέλιξη των παραπάνω στο διάστημα των τριαντατεσσάρων ετών ενώ επίσης συμπεριλαμβάνονται μετρήσεις και δείκτες όπως η μέση πληθυσμιακή πυκνότητα, ο ρυθμός μεταβολής του πληθυσμού, το ποσοστό της κτισμένης επιφάνειας, ο ρυθμός μεταβολής της κτισμένης επιφάνειας, οι κάτοικοι ανά κτισμένη επιφάνεια, η κτισμένη επιφάνεια κατά κεφαλήν, το κατά κεφαλήν οδικό δίκτυο, ο ρυθμός μεταβολής του οδικού δικτύου καθώς και μετρήσεις χωρικής στατιστικής που περιλαμβάνουν γεωστατιστικούς δείκτες κεντρικότητας και διασποράς σε όλα τα έτη αναφοράς. Η ανάλυση ολοκληρώνεται με την εξερεύνηση των σχέσεων πληθυσμού, κτισμένης επιφάνειας και οδικού δικτύου με την πάροδο του χρόνου.

Στο **κεφάλαιο 11** εφαρμόζονται ποικίλες μετρήσεις της αστικής διάχυσης από διαφορετικές μεθοδολογικές προσεγγίσεις και διαφορετικές κατηγορίες μετρήσεων όπως πυκνότητα, χωρικές μετρήσεις και μετρήσεις με μια ή λίγες μεταβλητές, συνεισφέροντας στην ολιστική κατανόηση του φαινομένου. Επίσης, προσδιορίζεται η τυπολογία της αστικής διάχυσης με τη βοήθεια διαφορετικών μετρήσεων. Οι μετρήσεις εξειδικεύονται περαιτέρω με τη χρήση της ανάλυσης διαβάθμισης, διερευνώντας τον τρόπο με τον οποίο διάφορες μεταβλητές της διάχυσης αλλάζουν ανάλογα με την απόσταση και την κατεύθυνση από το αστικό κέντρο προς την περιφέρεια. Η εικόνα των μετρήσεων συμπληρώνεται με χωρικές αναλύσεις.

Στο **κεφάλαιο 12** παρουσιάζεται η αποτύπωση των χρήσεων/κάλυψης γης στο διάστημα των τριαντατεσσάρων ετών από το 1981 έως το 2015, Με τη βοήθεια της ανάλυσης των χαρτών αποκαλύπτεται το μοτίβο της αλλαγής στις χρήσεις/κάλυψη γης ενώ παράλληλα διερευνώνται οι επικρατούσες τάσεις. Οι χωρικές μετρήσεις στις χρήσεις/κάλυψη γης ποσοτικοποιούν και αξιολογούν τη χωρική διάταξη ενώ η ανάλυση διαβάθμισης προσφέρει πολύτιμες πληροφορίες για την εξέλιξη των χρήσεων/κάλυψη γης σε συγκεκριμένες ζώνες και κατευθύνσεις. Τέλος, η χωρική

στατιστική και η ανάλυση τάσεων σε σχέση με τις ποικίλες ζώνες υψομέτρου και με τις επεκτάσεις του σχεδίου πόλης φανερώνουν ενδιαφέροντα μοτίβα στις αγροτικές χρήσεις/κάλυψη γης.

Στο **κεφάλαιο 13** αναλύονται τα αποτελέσματα των ημι-δομημένων συνεντεύξεων που πραγματοποιήθηκαν σε ομάδα προνομιακών συνομιλητών. Από την επεξεργασία των απαντήσεων και με τη βοήθεια της μεθοδολογίας της θεματικής ανάλυσης προσδιορίζονται οι κινητήριες δυνάμεις που έδρασαν κατά τη διάρκεια των τριαντατεσσάρων ετών στην περιοχή μελέτης. Οι κινητήριες δυνάμεις που αναδείχθηκαν παρουσιάζονται κατηγοριοποιημένες σύμφωνα με το πλαίσιο των κινητηρίων δυνάμεων κατά Bürgi et al.,(2004) και Hersperger and Bürgi, (2007).

Στο **κεφάλαιο 14** πραγματοποιείται διερεύνηση του κατάλληλου μοντέλου παλινδρόμησης προκειμένου να προσδιοριστούν οι σημαντικότερες κινητήριες δυνάμεις που έδρασαν στην περιοχή μελέτης κατά το διάστημα των τριαντατεσσάρων ετών. Για το λόγο αυτό εξετάζονται δύο μοντέλα: το μοντέλο της Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης και στο μοντέλο της Χωρικής Υστέρησης ή Χωρικά Αυτοπαλίνδρομο μοντέλο. Ακολούθως, με τη βοήθεια του μοντέλου της Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης που επιλέχθηκε, καθορίζεται η συνεισφορά των σημαντικών κινητηρίων δυνάμεων στην εξέλιξη των αλλαγών της περιοχής μελέτης από το 1981 έως το 2015 αξιολογώντας ποσοτικά τον αντίκτυπο των προσδιορισμένων μεταβλητών-κινητηρίων δυνάμεων στην αστική διάχυση. Η έρευνα ολοκληρώνεται με τη δημιουργία προγνωστικών χαρτών της αστικής διάχυσης για κάθε ένα από τα έτη αναφοράς.

Στο **κεφάλαιο 15** διατυπώνονται τα συμπεράσματα της διδακτορικής διατριβής τα οποία απαντούν στα ερευνητικά ερωτήματα, εξειδικεύονται τα συμπεράσματα για την αγροτική γη, προτείνονται μέτρα πολιτικής για τη διατήρηση της αγροτικής γης και παρουσιάζονται προτάσεις για την μελλοντική έρευνα.

## Βιβλιογραφία κεφαλαίου 1

Angel, S., Parent, J., Civco, D. L., Blei, A., & Potere, D. (2011). The dimensions of global urban expansion: Estimates and projections for all countries, 2000–2050. *Progress in planning*, 75(2), 53-107.

Ασπρογέρακας Ε. (2003) Χαρακτηριστικά και Αναπτυξιακό Δυναμικό των Ελληνικών Πόλεων Μεσαίου Μεγέθους. Διδακτορική διατριβή

Bruegmann, R. (2006). *Sprawl: A compact history*. University of Chicago press.  
Soule, D. C., & Peirce, N. R. (2006). *Urban sprawl: a comprehensive reference guide*.

Burchell, R. W., Shad, N. A., Listokin, D., Phillips, H., Downs, A., Seskin, S., & Gall, M. (1998). *The costs of sprawl-revisited* (No. Project H-10 FY'95).

Bürgi, M., Hersperger, A.M. & Schneeberger, N., (2004). Driving forces of landscape change – current and new directions. *Landscape ecology* 19, pp. 857-868.

Cheng, J., & Masser, I. (2003). Urban growth pattern modeling: a case study of Wuhan city, PR China. *Landscape and urban planning*, 62(4), 199-217

Couch, C., & Karecha, J. (2006). Controlling urban sprawl: Some experiences from Liverpool. *Cities*, 23(5), 353-363

Devi, N. N., Sridharan, B., & Kuiry, S. N. (2019). Impact of urban sprawl on future flooding in Chennai city, India. *Journal of Hydrology*, 574, 486-496.

Díaz, S. M., Settele, J., Brondízio, E., Ngo, H., Guèze, M., Agard, J., ... & Zayas, C. (2019). The global assessment report on biodiversity and ecosystem services: Summary for policy makers.

EEA, FOEN (2016) Urban sprawl in Europe. Joint EEA-FOEN report

ΕΛ.ΣΤΑΤ (2017). Έρευνα Οικοδομικής Δραστηριότητας

ΕΛ.ΣΤΑΤ (2024). Έρευνα Οικοδομικής Δραστηριότητας

Eurofound (2012). Medium-sized cities in Europe (summary). <https://www.eurofound.europa.eu/system/files/2021-05/ef9753en.pdf>

European Commission. Joint Research Centre. Atlas of the human planet 2016: Mapping human presence on Earth with the global human settlement layer. LU: Publications Office; 2016.

Ewing, R. (1997). Is Los Angeles-style sprawl desirable?. *Journal of the American planning association*, 63(1), 107-126

Ewing, R., Pendall, R. and Chen, D. (2002) Measuring sprawl and its impact, Smart Growth America, Washington DC.

Foley, J. A., DeFries, R., Asner, G. P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S. R., ... & Snyder, P. K. (2005). Global consequences of land use. *science*, 309(5734), 570-574.

Frenkel, A. (2004). The potential effect of national growth-management policy on urban sprawl and the depletion of open spaces and farmland. *Land use policy*, 21(4), 357-369.

Hasse, J. E., & Lathrop, R. G. (2003). Land resource impact indicators of urban sprawl. *Applied geography*, 23(2-3), 159-175.

Hersperger, A. M., & Bürgi, M. (2009). Going beyond landscape change description: Quantifying the importance of driving forces of landscape change in a Central Europe case study. *Land Use Policy*, 26(3), 640-648.

Leontidou L., (1990) The Mediterranean City in Transition. Cambridge University Press, Cambridge.

Leontidou, L., Afouxenidis, A., Kourliouros, E., & Marmaras, E. (2007). Infrastructure-related urban sprawl: Mega-events and hybrid peri-urban landscapes in Southern Europe. *Urban sprawl in Europe: Landscapes, land-use change and policy*, 71-101.

Li, G., & Li, F. (2019). Urban sprawl in China: Differences and socioeconomic drivers. *Science of the total environment*, 673, 367-377.

Lu, X., Chen, D., & Wang, Y. (2019). Is urban sprawl decoupled from the quality of economic growth? Evidence from Chinese cities. *Sustainability*, 12(1), 218.

Michalak, W. Z. (1993). GIS in land use change analysis: integration of remotely sensed data into GIS. *Applied geography*, 13(1), 28-44

Pappas, V. (2006). Small metropolitan areas in rapid transition: the case of Patras.

Pielke Sr, R. A., Pitman, A., Niyogi, D., Mahmood, R., McAlpine, C., Hossain, F. & de Noblet, N. (2011). Land use/land cover changes and climate: modeling analysis and observational evidence. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 2(6), 828-850.

Power, A. (2001). Social exclusion and urban sprawl: Is the rescue of cities possible?. *Regional studies*, 35(8), 731-742.

Sohn, J., Choi, S., Lewis, R., & Knaap, G. (2012). Characterising urban sprawl on a local scale with accessibility measures. *The Geographical Journal*, 178(3), 230-241.

Soule, D. C., & Peirce, N. R. (2006). Urban sprawl: a comprehensive reference guide.

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (2018). *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision*.

Verburg, P. H., & Veldkamp, A. (2005). Introduction to the special issue on spatial modeling to explore land use dynamics. *International Journal of Geographical Information Science*, 19(2), 99-102.

Wagistina, Satti. "Urban sprawl impact on the social change in west suburb of Malang City." 1st International Conference on Geography and Education (ICGE 2016). Atlantis Press, 2016.

Yang, X., Zou, X., Liu, X., Li, Q., Zou, S., & Li, M. (2023). The spatiotemporal pattern and driving mechanism of urban sprawl in China's counties. *Land*, 12(3), 72

## Κεφάλαιο 2

### Η Αστική διάχυση. Θεωρητικές προσεγγίσεις, η μέτρηση της αστικής διάχυσης

#### 2.1. Εισαγωγή

Η αστική διάχυση (urban sprawl) και η έρευνα γύρω από αυτήν έχουν εντατικοποιηθεί από το δεύτερο μισό του 20<sup>ου</sup> αιώνα. Αν και η αστική διάχυση είχε διερευνηθεί αρχικά ως φαινόμενο που αφορά στις Αμερικανικές μεγαλουπόλεις (Brueckner, 2000), σύντομα το πρόβλημα φάνηκε ότι είχε παγκόσμιες διαστάσεις, τόσο στην Ευρώπη (EEA, 2006, Couch et al., 2007) όσο και στις αναπτυσσόμενες χώρες, ιδιαίτερα στην Ασία και την Αφρική (Seto et al., 2012)

Η πρώτη αναφορά του όρου της αστικής διάχυσης γίνεται από τον Earle Draper το 1937 ο οποίος δήλωσε σε ένα συνέδριο εθνικού πολεοδομικού σχεδιασμού στις Ηνωμένες Πολιτείες «...η πόλη στην πραγματικότητα διαχύθηκε και έκανε την ύπαιθρο άσχημη... αντιοικονομική (από την άποψη) των υπηρεσιών και αμφίβολη κοινωνική αξία» (Wassmer, 2002). Ο όρος επανεμφανίζεται ένα χρόνο αργότερα, στο άρθρο των Buttenheim & Cornick (1938), για τα αποθέματα γης στις αμερικανικές μεγαλουπόλεις. Ο κοινωνιολόγος William Whyte στο περιοδικό Fortune το 1958 αναφέρεται στα προβλήματα της αστικής διάχυσης σε περιαστικές περιοχές, των μεταφορών, των ανοικτών χώρων, της πολιτικής για τις πόλεις και στον χαρακτήρα του παρακμάζοντος αστικού ιστού.

Ο όρος αστική διάχυση περιγράφει μια ποικιλία μορφών αστικής εξάπλωσης αλλά όπως επισημαίνει και ο Downs (1999), η αστική διάχυση δεν είναι μια οποιαδήποτε μορφή αστικής εξάπλωσης· είναι μια ιδιαίτερη μορφή. Η αστική διάχυση χαρακτηρίζεται από συγκεκριμένα χωρικά χαρακτηριστικά.

Παρά το μεγάλο ενδιαφέρον που έχει αναπτυχθεί γύρω από το θέμα της αστικής διάχυσης και της χρήσης του όρου σε διάφορους τομείς όπως η πολεοδομία, η γεωγραφία, η οικονομία, η υγεία, η τηλεπικοινωνία, οι επιστήμες του περιβάλλοντος και οι χωρικές τεχνολογίες, εντούτοις εκκρεμεί ακόμα η καθιέρωση ενός κοινώς αποδεκτού ορισμού. (Galster et al, 2001, Chin, 2002, Bhatta et al.,2010). Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ο όρος έχει διαφορετική έννοια σε διαφορετικούς επιστημονικούς κλάδους (Brueckner, 2000, Benedict et al., 2002). Σημαντικό είναι επίσης να επισημανθεί ότι η αστική διάχυση έχει αρνητική έννοια στις περισσότερες μελέτες (Calthorpe et al., 2001, Couch et al., 2007, Bhatta et al.,2010, Suditu, 2012).

Η αστική διάχυση συγγέεται συχνά με την αστική ανάπτυξη και την αστική εξάπλωση, παρόλο που αντιπροσωπεύουν διακριτές έννοιες στις αστικές μελέτες.

Ως Αστική Ανάπτυξη (urban development) θεωρείται η κοινωνική, πολιτιστική, οικονομική και φυσική ανάπτυξη των πόλεων και οι βαθύτερες αιτίες αυτών των



διαδικασιών. Η αστική ανάπτυξη δεν έχει αγροτικό χαρακτήρα (Avis, 2016). Τα Ηνωμένα έθνη ορίζουν την αστική ανάπτυξη ως τη διαδικασία με την οποία οι πόλεις αναπτύσσονται και αλλάζουν με την πάροδο του χρόνου, με την αστικοποίηση να είναι ένας από τους βασικούς μοχλούς της (Gómez-Álvarez et al., 2017). Η αστική ανάπτυξη περιλαμβάνει ευρύτερο φάσμα δραστηριοτήτων.

Η Αστική Εξάπλωση (urban expansion) αναφέρεται στην αύξηση της δομημένης επιφάνειας του αστικού ιστού. Συχνά συνοδεύεται από την αύξηση του μεγέθους του αστικού πληθυσμού, αλλά είναι επίσης πιθανόν να πραγματοποιηθεί αστική εξάπλωση χωρίς αστική ανάπτυξη (αποτύκνωση) μέσω της προαστικοποίησης (suburbanization). Η αστική εξάπλωση δεν περιγράφει τη μορφή της επέκτασης ούτε και το χωρικό της αποτύπωμα. (Fox & Goodfellow, 2016)

## 2.2. Αστική διάχυση - Έννοιες και Ορισμοί

Η αστική διάχυση, όπως αναφέρθηκε, δεν έχει έναν κοινώς αποδεκτό ορισμό καθώς χρησιμοποιείται από διάφορους επιστημονικούς κλάδους, με διαφορετικούς τρόπους και από διαφορετικές οπτικές γωνίες. Επιπροσθέτως, συγχέονται συχνά αιτίες, χαρακτηριστικά και συνέπειες της αστικής διάχυσης. Η χρήση του όρου για τον χαρακτηρισμό της κατάστασης καθώς και της διαδικασίας, προκαλεί μεγαλύτερη αβεβαιότητα.

Σε αυτήν την ενότητα πραγματοποιείται βιβλιογραφική επισκόπηση των ορισμών της αστικής διάχυσης και περιγράφονται διαφορετικές κατηγοριοποιήσεις των ορισμών. Ταυτόχρονα, παρατίθενται οι ορισμοί που έχουν δώσει οι κύριοι εκπρόσωποι αυτών των κατηγοριών. Οι κατηγοριοποιήσεις των ορισμών είναι ενδεικτικές, και αρκετοί μελετητές έχουν εισάγει κατηγοριοποιήσεις που θα συζητηθούν στη συνέχεια.

Η αστική διάχυση ορίζεται κυρίως με τρεις τρόπους:

**(1)** ορισμοί που σχετίζονται με την περιγραφή ενός φυσικού και χωρικού φαινομένου της αστικής εξάπλωσης (ποιοτικά και ποσοτικά)

Ουσιαστικά, πρόκειται για ορισμούς που βασίζονται στην αστική μορφή της πόλης (urban form). Σύμφωνα με αυτούς τους ορισμούς, η αστική διάχυση αποτελεί χωρικό μοτίβο<sup>1</sup> ιδιαίτερης μορφής και χαρακτηρίζεται από χαμηλής πυκνότητας οικιστική και εμπορική ανάπτυξη. Η χαμηλή πυκνότητα μπορεί να αφορά πυκνότητα δόμησης ή πληθυσμιακή πυκνότητα. Αυτή η ανάπτυξη μπορεί να γειτνιάζει με την υπάρχουσα (όπως για παράδειγμα τα προάστεια), ή να είναι διάσπαρτη και ασυνεχής, διαχωρισμένη από την κυρίως πόλη ή να αναπτύσσει εμπορικές δραστηριότητες κατά μήκος των οδικών αξόνων. Κάποιοι από τους ορισμούς αυτής της κατηγορίας αντιδιαστέλουν την αστική διάχυση με την συμπαγή πόλη (compact city), η οποία

---

<sup>1</sup> Στη διδακτορική διατριβή υιοθετείται ο όρος «μοτίβο» ως απόδοση της αγγλικής λέξης «pattern» προκειμένου να περιγραφεί η μορφή της αστικής διάχυσης στο χώρο, καθώς θεωρείται ότι ανταποκρίνεται με μεγαλύτερη ακρίβεια στους στόχους και στην μεθοδολογική προσέγγιση. Ο όρος «μοτίβο» υιοθετείται επίσης από την Πανώρη, (2022).

χαρακτηρίζεται από υψηλή πυκνότητα, οριοθετημένη ανάπτυξη, ανάμιξη χρήσεων γης και ένα σύστημα μεταφορών που βασίζεται στη δημόσια συγκοινωνία, ενώ παράλληλα ευνοούνται οι μετακινήσεις με τα πόδια και το ποδήλατο (Burton, 2000).

Οι μελετητές διακρίνουν τρία αναγνωρίσιμα είδη αστικής διάχυσης τα οποία σχετίζονται με τη μορφή που έχει το φαινόμενο στο χώρο (Ewing, 1997). Αυτά είναι:

- Αστική ανάπτυξη χαμηλής πυκνότητας (scattered development/decentralized development/peripheral accretion), ονομάζεται η ανάπτυξη στις παρειές του αστικού ιστού η οποία είναι χαμηλής έντασης και αφορά κυρίως οικιστικές χρήσεις.
- Γραμμική ανάπτυξη κατά μήκος οδικών αξόνων (strip/ribbon development) ονομάζεται η ανάπτυξη που συντελείται κατά μήκος κυρίων μεταφορικών αξόνων. Εν συνεχεία διαμορφώνονται και κάθετες συνδέσεις δημιουργώντας σταδιακά
- Διάσπαρτη ανάπτυξη (leapfrog development) καλείται η ασυνεχής μορφή αστικοποίησης, όπου η απόσταση των μικρών αστικών θυλάκων είναι μη αμελητέα. Στη συγκεκριμένη μορφή δημιουργούνται νέοι πυρήνες χωρίς να ακολουθείται συγκεκριμένο μοτίβο ανάπτυξης.

**Εικόνα 2.1: Διαφορετικές δομές αστικής ανάπτυξης: Αστική ανάπτυξη χαμηλής πυκνότητας, Γραμμική ανάπτυξη κατά μήκος οδικών αξόνων, Διάσπαρτη ανάπτυξη**



Αστική ανάπτυξη χαμηλής πυκνότητας (scattered development)

Γραμμική ανάπτυξη κατά μήκος οδικών αξόνων (strip/ribbon development)

Διάσπαρτη ανάπτυξη (leapfrog development)

Πηγή: Galster et al., 2001. Ιδία επεξεργασία

Από την αναζήτηση στη βιβλιογραφία, χαρακτηριστικοί ορισμοί της κατηγορίας αυτής:

« Η απρογραμματίστη, ανεξέλεγκτη και ασυντόνιστη ανάπτυξη που δεν παρέχει έναν ελκυστικό και λειτουργικό συνδυασμό χρήσεων ή/και δεν σχετίζεται λειτουργικά με τις γύρω χρήσεις γης και η οποία εμφανίζεται συνήθως ως χαμηλής πυκνότητας διάχυση, γραμμική ανάπτυξη κατά μήκος των οδικών αξόνων, ή ως διάσπαρτη ανάπτυξη» (Nelson & Duncan, 1995)

Κατά τον Ewing, τέσσερα είναι τα χωρικά χαρακτηριστικά της αστικής διάχυσης: χαμηλή πυκνότητα, ανάπτυξη στις παρειές του αστικού ιστού, γραμμική ανάπτυξη εμπορικών δραστηριοτήτων κατά μήκος των οδικών αξόνων και διάσπαρτη ανάπτυξη (Ewing, 1997).

Ο Peiser (1989), χαρακτηρίζει την αστική διάχυση ως «έλλειψη συνέχειας της αστικής εξάπλωσης». Η εμφάνιση της αστικής διάχυσης υπονοεί ότι «υπάρχουν ενδιάμεσα τμήματα [του αστικού χώρου] τα οποία δεν έχουν αναπτυχθεί». Οι Burchell & Shad (1998), παρουσιάζουν έναν ορισμό εργασίας σύμφωνα με τον οποίο η αστική διάχυση είναι η οικιστική και η μη οικιστική εξάπλωση χαμηλής πυκνότητας σε αγροτικές και μη ανεπτυγμένες περιοχές, στις οποίες η διάσπαρτη ανάπτυξη, ο κατακερματισμός του χώρου και η κατανάλωση γης αποτελούν την κυρίαρχη μορφή. Η αστική διάχυση κατά τους ίδιους μελετητές ως αναφορά στο χωρικό μοτίβο, είναι η ανάπτυξη των περιοχών που τις χαρακτηρίζει η χαμηλή πυκνότητα, η απεριόριστη επέκταση μακριά από το κέντρο της πόλης, οι χωρικά διαχωρισμένες χρήσεις γης, η διάσπαρτη ανάπτυξη και η ανάπτυξη εμπορικών δραστηριοτήτων κατά μήκος των οδικών αξόνων

Οι Weitz & Moore (1998) αναφέρουν ότι «η ασυνεχής ανάπτυξη αστικών περιοχών συνιστά αστική διάχυση, ενώ οι Harvey & Clark (1965) αναφέρουν ότι αστική διάχυση συνιστά «η διασπορά των αστικών οικισμών στο αγροτικό τοπίο»

(2) ορισμοί που εστιάζουν στις κοινωνικές, οικονομικές ή/και οικολογικές συνέπειες του φαινομένου και στις κανονιστικές συνθήκες ώστε να αποφευχθούν τα μοτίβα της αστικής διάχυσης.

Ουσιαστικά, στην κατηγορία αυτή υπάγονται οι ορισμοί που αφορούν σε επιπτώσεις της αστικής διάχυσης. Η ιδέα είναι ότι οι επιπτώσεις είναι αυτές που καθιστούν ανεπιθύμητη την αστική διάχυση και όχι η ίδια η μορφή (Chin, 2002).

Από την αναζήτηση στη βιβλιογραφία, χαρακτηριστικοί ορισμοί της κατηγορίας αυτής αφορούν:

-Κακή προσβασιμότητα:

«Τελικά, αυτό που διακρίνει την αστική διάχυση από τα άλλα πρότυπα ανάπτυξης είναι η κακή προσβασιμότητα συναφών χρήσεων γης μεταξύ τους» (Ewing et al., 2002)

-Εξάρτηση από το ιδιωτικό αυτοκίνητο:

«...τεράστια τετράγωνα και κυριαρχία του ιδιωτικού αυτοκινήτου». (Ewing et al., 2002)

Οι Burchell et al.,(1998) συνδέουν την αστική διάχυση με την χαμηλή προσβασιμότητα, το οποίο έχει ως αποτέλεσμα την απόλυτη κυριαρχία του αυτοκινήτου.

Ο Soule (2006), προτείνει τον εξής ορισμό που συγκεράζει τις κατηγορίες της περιγραφής ενός φυσικού και χωρικού φαινομένου με τις επιπτώσεις: «Αστική διάχυση

είναι το φαινόμενο της χαμηλής πυκνότητας αστικής ανάπτυξης η οποία εξαρτάται από το αυτοκίνητο. Συχνά, η ανάπτυξη είναι διάσπαρτη, μακριά από τα πυκνότερα δομημένα κέντρα, σε εκτάσεις μη αναπτυγμένες, δημιουργώντας μικρές οικιστικές υποδιαίρεσεις και διεσπαρμένες χρήσεις λιανεμπορίου».

-Κατανάλωση ανοικτών χώρων και γεωργικής γης

«Ένα άλλο χαρακτηριστικό κοινό σε όλα όλες τις μορφές της αστικής διάχυσης είναι η έλλειψη λειτουργικού ανοιχτού χώρου» (Ewing et al., 2002)

«Η αστική διάχυση καταναλώνει χιλιάδες εκτάρια δασών και αγροτικής γης καθώς και υδροτόπων» (Soule, 2006)

-Κοινωνικές/οικονομικές επιπτώσεις

«Ο όρος αστική διάχυση έχει χρησιμοποιηθεί για να περιγράψει μοτίβα χαμηλής πυκνότητας οικισμών με προσανατολισμό στο αυτοκίνητο, με ελάχιστο συνολικό δημόσιο σχεδιασμό. Οι πολέμοι αυτού του μοτίβου ισχυρίζονται ότι είναι οικονομικά αναποτελεσματικό, κοινωνικά άδικο, επιζήμιο για το περιβάλλον και αισθητικά άσχημο». (Bruegmann, 2006)

(3) ορισμοί που εστιάζουν σε συγκεκριμένες κοινωνικοοικονομικές τάσεις, στην πολιτική βούληση ή που οδηγούν σε συγκεκριμένα χωρικά πρότυπα ανάπτυξης.

Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται ορισμοί που θεωρούν ότι κοινωνικοοικονομικές τάσεις οδηγούν στα χαρακτηριστικά της αστικής διάχυσης που αναφέρθηκαν. Επίσης προτείνονται χωρικά πρότυπα ανάπτυξης όπως η μίξη των χρήσεων γης

Από την αναζήτηση στη βιβλιογραφία, χαρακτηριστικοί ορισμοί της κατηγορίας αυτής:

Κατά τους Ewing et al., (2002), θα πρέπει να δημιουργούνται και να αυξάνονται οι μικτές χρήσεις γης στις οποίες θα πρέπει να συνυπάρχουν η κατοικία, το λιανεμπόριο, οι χρήσεις γραφείου και η δημόσια συγκοινωνία καθώς κάτι τέτοιο δεν θα δημιουργούσε την ανάγκη μεγάλων μετακινήσεων και συνεπώς θα εμπόδιζε την αστική διάχυση και θα συνέβαλε στην έξυπνη ανάπτυξη.

Το Υπουργείο Στέγασης και Αστικής Ανάπτυξης των ΗΠΑ (U.S. Department of Housing and Urban Development, 1999) ορίζει την αστική διάχυση ως «ένα ιδιαίτερο είδος προαστιακής ανάπτυξης που χαρακτηρίζεται από κτιριακές υποδομές πολύ χαμηλής πυκνότητας, οικιστικές και μη, με κυριαρχία της χρήσης του ιδιωτικού αυτοκινήτου, απεριόριστες οικιστικές υποδιαίρεσεις, διάσπαρτη ανάπτυξη και διαχωρισμό των χρήσεων γης»

Οι Burchell et al., (1998), θεωρούν ότι η αστική εξάπλωση είναι το αποτέλεσμα της έλλειψης ολοκληρωμένου σχεδιασμού χρήσεων γης. Επίσης υπεύθυνους θεωρούν την

κατακερματισμένη διακυβέρνηση στις χρήσεις γης αλλά και τις μεγάλες αποκλίσεις στην τοπική δημοσιονομική ικανότητα.

Ο Clowson (1962), συνδέει άμεσα την αστική διάχυση με την κερδοσκοπία στις τιμές της γης. Συγκεκριμένα σημειώνει «... μια πτυχή είναι η μεγάλης κλίμακας κερδοσκοπία στη γη, με επακόλουθο υψηλό κόστος για τον μέτοικο και με μεγάλες εκτάσεις να έχουν υπερκοστολογηθεί για οποιαδήποτε άλλη χρήση πλην της αστικής»

Στην έρευνά του, ο Dowling (2000), δηλώνει ότι η αστική διάχυση αποτελεί σοβαρή αποτυχία της δημόσιας πολιτικής. Η αποτυχία αυτή οδηγεί σε περιττή αύξηση των υποδομών που πραγματοποιείται σε γεωργικά εδάφη και σε περιβαλλοντικά ευαίσθητες περιοχές.

Τέλος ο Downs (1999), δίνει τα χαρακτηριστικά της αστικής διάχυσης συγκεράζοντας όλες τις παραπάνω κατηγορίες. Η αστική διάχυση αφορά: (1) απεριόριστη οικιστική επέκταση (2) χαμηλή πυκνότητα κατοικιών και εμπορικών καταστημάτων (3) διάσπαρτη ανάπτυξη, (4) κατακερματισμός των αρμοδιοτήτων πάνω στη χρήση γης μεταξύ πολλών μικρών τοπικών εξουσιών (5) κυριαρχία του ιδιωτικού αυτοκινήτου ως μέσο μεταφοράς (6) έλλειψη κεντρικού σχεδιασμού ή ελέγχου πάνω στις χρήσεις γης, (7) εμπορική ανάπτυξη κατά μήκος των οδικών αξόνων (8) μεγάλες δημοσιονομικές ανισότητες μεταξύ των τοπικών εξουσιών (9) διαχωρισμός των χρήσεων γης σε διαφορετικές ζώνες και (10) η εξάρτηση κυρίως από τα φορολογικά κίνητρα για την παροχή στέγης, σε νοικοκυριά με χαμηλό εισόδημα

Η Chin (2002), προτείνει τέσσερεις κατηγορίες ορισμών: (1) Ορισμοί που βασίζονται στην αστική μορφή της πόλης (urban form). (2) Ορισμοί που βασίζονται στην πυκνότητα. (3) Ορισμοί που βασίζονται στις χρήσεις γης και (4) Ορισμοί που βασίζονται στις επιπτώσεις. Οι κατηγορίες της Chin είναι ίδιες με τις παραπάνω που αναλύθηκαν, έχοντας προσθέσει σε ξεχωριστή κατηγορία τους ορισμούς που βασίζονται στην πυκνότητα.

Οι Calster et al. (2001), προτείνουν έξι γενικές κατηγορίες ορισμών: (1) Η αστική διάχυση ορίζεται από ένα παράδειγμα το οποίο θεωρείται ότι ενσωματώνει τα χαρακτηριστικά της αστικής διάχυσης, όπως το Los Angeles. (2) Η αστική διάχυση χρησιμοποιείται ως ένα κριτήριο αισθητικής για ένα γενικό πρότυπο αστικής ανάπτυξης. (3) Η αστική διάχυση είναι το αίτιο μιας εξωτερικότητας, όπως η υψηλή εξάρτηση από το αυτοκίνητο, ή χωρική αναντιστοιχία μεταξύ θέσεων εργασίας και στέγασης (4) Η αστική διάχυση είναι η συνέπεια ή το αποτέλεσμα κάποιας ανεξάρτητης μεταβλητής όπως ο φτωχός σχεδιασμός ή η αποκλειστική χρήση ζωνών (5) Η αστική διάχυση ορίζεται ως ένα υπάρχον πρότυπο ανάπτυξης. Συχνότερα αναφέρονται η χαμηλή πυκνότητα, η διάσπαρτη ανάπτυξη, η απόσταση από τις κεντρικές εγκαταστάσεις, η διασπορά των κατοικιών και η γραμμική ανάπτυξη κατά μήκος των οδικών αξόνων. (6) Η αστική διάχυση ορίζεται ως μια διαδικασία ανάπτυξης που εμφανίζεται σε ορισμένη χρονική περίοδο καθώς επεκτείνεται μια αστική περιοχή. Οι Calster et al. (2001), έχουν προσθέσει την κατηγορία του παραδείγματος-ορισμού αλλά έχουν επίσης εισάγει και τον ορισμό της αστικής διάχυσης ως διαδικασία, που

και οι ίδιοι χρησιμοποιήσαν πολύ επιτυχημένα, δημιουργώντας έναν από τους πλέον πλήρεις και ολοκληρωμένους ορισμούς.

Οι ορισμοί της αστικής διάχυσης που ακολουθούν ανήκουν στους πλέον ολοκληρωμένους, αποτελούν συνθέσεις ορισμών και είναι οι πιο συνήθεις απαντώμενοι στη βιβλιογραφία. Η δημιουργία τους βασίστηκε στη θεώρηση ότι «Οι αιτίες και οι συνέπειες της αστικής διάχυσης διακρίνονται από το φαινόμενο της αστικής διάχυσης και επομένως δεν αποτελούν μέρος αυτού του ορισμού». (Jaeger & Schwick, 2014). Στην θεώρηση αυτή συναινεί και ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος σύμφωνα με τον οποίο: «κάθε ουσιαστική μέθοδος για τη μέτρηση της αστικής διάχυσης πρέπει να βασίζεται σε έναν σαφή ορισμό της αστικής διάχυσης που να μην μπερδεύει τις αιτίες και τις συνέπειες της αστικής διάχυσης με το φαινόμενο, αφού η αστική διάχυση μπορεί να έχει διαφορετικές αιτίες και συνέπειες σε διαφορετικές περιοχές και κανονιστικά πλαίσια». (EEA, 2016).

Επίσης, ο όρος της αστικής διάχυσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να περιγράψει τόσο μια κατάσταση (π.χ. το επίπεδο της αστικής διάχυσης σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή) όσο και μια διαδικασία (π.χ. οι αλλαγές στις χρήσεις γης με την πάροδο του χρόνου) (Galster et al. 2001, EEA, 2016).

Κατά τους Jaeger & Schwick (2014), «Η αστική διάχυση είναι ένα φαινόμενο που μπορεί να γίνει αντιληπτό οπτικά στο τοπίο. Ένα τοπίο επηρεάζεται από την αστική διάχυση εάν κυριαρχείται από αστική ανάπτυξη ή μεμονωμένα κτίρια και όταν η κατανάλωση γης ανά κάτοικο είναι υψηλή. Όσο περισσότερη επιφάνεια έχει κτιστεί σε ένα δεδομένο τοπίο (σύνολο της κτισμένης επιφάνειας) και όσο πιο διασκορπισμένη είναι αυτή η κτισμένη επιφάνεια στο τοπίο (χωρική διαμόρφωση) και όσο μεγαλύτερη είναι η κατανάλωση της κτισμένης επιφάνειας ανά κάτοικο ή ανά θέσεις εργασίας (χαμηλότερη ένταση στην κτισμένη επιφάνεια), τόσο μεγαλύτερος είναι ο βαθμός της αστικής διάχυσης. Οι αιτίες και οι συνέπειες της αστικής διάχυσης διακρίνονται από το φαινόμενο της αστικής διάχυσης και επομένως δεν αποτελούν μέρος αυτού του ορισμού».

Οι Galster et. al (2001), έχουν δώσει τον εξής ορισμό εισάγοντας ποσοτικά στοιχεία: «Η αστική διάχυση είναι ένα μοτίβο σε μια αστικοποιημένη περιοχή η οποία παρουσιάζει χαμηλά επίπεδα ορισμένων συνδυασμών οκτώ διακριτών διαστάσεων: πυκνότητα, συνέχεια, συγκέντρωση, ομαδοποίηση, κεντρικότητα, πυρηνικότητα, μικτές χρήσεις και εγγύτητα». Το πλεονέκτημα του ορισμού αυτού είναι ότι συνδυάζει πολλά χαρακτηριστικά, καθώς επίσης ότι βλέπει την αστική εξάπλωση ως διαδικασία στο χώρο.

Ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος δημιούργησε τον δικό του ορισμό: «Η αστική διάχυση είναι το φυσικό μοτίβο χαμηλής πυκνότητας εξάπλωσης μεγάλων αστικών περιοχών, σύμφωνα με τις κατευθύνσεις της αγοράς, κυρίως στις περιβάλλουσες αγροτικές περιοχές. Η διάχυση είναι η πρώτιστη μορφή της αστικής μεγέθυνσης και σημαίνει ελάχιστο έλεγχο στο σχεδιασμό της υποδιαιρούμενης γης. Η ανάπτυξη είναι ανομοιόμορφη, διάσπαρτη και αραιή με τάση για ασυνέχεια. Είναι

διάσπαρτη και ασυνεχής αφήνοντας αγροτικούς θύλακες. Οι πόλεις που βρίσκονται σε αστική διάχυση είναι το αντίθετο από τις συμπαγείς πόλεις, γεμάτες από κενούς χώρους που υποδηλώνουν την αναποτελεσματικότητα στην ανάπτυξη και αναδεικνύουν τις συνέπειες της ανεξέλεγκτης ανάπτυξης (EEA, 2006). Ο ορισμός αυτός εισάγει στον ορισμό του τις επιπτώσεις που έχει η αστική διάχυση στον αγροτικό τομέα και αντιδιαστέλλει την αστική διάχυση με την συμπαγή πόλη.

### 2.3. Οι επιπτώσεις της αστικής διάχυσης

Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, η αστική διάχυση έχει σοβαρές αρνητικές επιπτώσεις οι οποίες εκδηλώνονται τόσο βραχυπρόθεσμα όσο και μακροπρόθεσμα. Η αστική διάχυση συντελεί στη σφράγιση του εδάφους, δηλ. στην μόνιμη κάλυψη της γης και του εδάφους από μη διαπερατά τεχνητά υλικά όπως η άσφαλτος και το τσιμέντο, στον κίνδυνο πλημμυρών, στον κατακερματισμό του τοπίου και στην απομόνωση των οικοσυστημάτων, στην απώλεια γεωργικής γης, στη μείωση και ακόμη και εξαφάνιση ειδών πανίδας και χλωρίδας, στην απώλεια ενδημικών ειδών, στην αλλοίωση των οικολογικών λειτουργιών, στην υπερκατανάλωση πρώτων υλών, στην εξάρτηση από το αυτοκίνητο και στην αύξηση έκλυσης αερίων του θερμοκηπίου. Η αστική διάχυση οδηγεί επίσης σε αυξημένο κόστος κατασκευής και υποδομών, αυξημένο μεταφορικό κόστος για τα νοικοκυριά, σε επιπτώσεις στην παροχή υπηρεσιών κοινής ωφελείας και ενεργειακών πόρων, ρύπανση και επιπτώσεις στην υγεία.

Οι επιπτώσεις της αστικής διάχυσης μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε περιβαλλοντικές επιπτώσεις, οικονομικές επιπτώσεις και κοινωνικές επιπτώσεις/επιπτώσεις στην ποιότητα ζωής (EEA, 2016). Πιο αναλυτικά:

#### 2.3.1 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

**Καταστροφές στους φυσικούς και γεωργικούς πόρους, μείωση του ανοικτού χώρου, εξαφάνιση ειδών πανίδας και χλωρίδας, απώλεια ενδημικών ειδών, κίνδυνος πλημμυρών και κατακερματισμός του τόπιου**

« [Οι επιπτώσεις της αστικής διάχυσης] σε εκτεταμένους ανοιχτούς χώρους και γεωργικές εκτάσεις εκδηλώνονται με καταστροφές στους φυσικούς πόρους, μείωση του ανοικτού χώρου σε περιφερειακό επίπεδο, επιδείνωση των γεωργικών εκτάσεων, μείωση ακόμη και εξαφάνιση ειδών πανίδας και χλωρίδας από τον κατακερματισμό των οικοσυστημάτων και τεράστια αύξηση της επιφανειακής απορροής, που προκαλεί κινδύνους πλημμύρας». (Frenkel, 2004). Ο Marzluff (2001), αναφέρει επίσης ότι η αστική διάχυση αυξάνει τα ποσοστά απώλειας ενδημικών ειδών. Σύμφωνα με τον Jaeger (2000), η αστική διάχυση είναι ένας καθοριστικός παράγοντας που συμβάλλει στον κατακερματισμό του τοπίου και στην απομόνωση περιοχών οικοτόπων και φυσικών ή ημιφυσικών οικοσυστημάτων.

**Εξάρτηση από το αυτοκίνητο και αλλοίωση των οικολογικών λειτουργιών**

Η μελέτη των Newman & Kenworthy (2006), αποδεικνύει ότι οι χαμηλής πυκνότητας περιοχές είναι απολυτα εξαρτημένες από το αυτοκίνητο. Ο Forman (2000), σημειώνει

ότι στις ΗΠΑ, οι δρόμοι καταλαμβάνουν μόνο το 1% της επικράτειας, αλλά αλλοίωσαν τουλάχιστον κατά 20% τη δομή και τις οικολογικές λειτουργίες.

#### **Αύξηση αερίων θερμοκηπίου**

Κατά τους Burchell et al.,(1998) και Η κυριαρχία του ιδιωτικού αυτοκινήτου στις μεταφορικές υποδομές έχει ως συνακόλουθο την αύξηση των αερίων του θερμοκηπίου (Burchell et al.,1998, Hankey & Marshall, 2010, Pan et al., 2020).

#### **Μετατροπή φυσικών και γεωργικών εδαφών σε αδιαπέραστες επιφάνειες**

«Η αστική διάχυση περιγράφει μια μεγάλης κλίμακας διαδικασία μετατροπής γεωργικών, φυσικών ή ημιφυσικών επιφανειών σε κατοικημένες περιοχές με υψηλό μερίδιο τεχνητών, αδιαπέραστων επιφανειών και σύνθετες επιπτώσεις στα οικολογικά συστήματα». (Arnold & Gibbons, 1996). Κατά τους Arnold & Gibbons (1996) και Siedentop & Fina (2010), η αστική διάχυση αποτελεί μια μεγάλης κλίμακας διαδικασία μετατροπής γεωργικών, φυσικών ή ημιφυσικών επιφανειών σε κτισμένες επιφάνειες στις οποίες το υψηλό μερίδιο τεχνητών, αδιαπέραστων επιφανειών επιφέρει πολύπλοκες επιπτώσεις στα οικολογικά συστήματα.

#### **Υπερ-κατανάλωση πρώτων υλών για οικοδόμηση**

Η αύξηση της οικοδομικής δραστηριότητας, όπως για παράδειγμα στην Ισπανία, στην οποία η κατανάλωση σκυροδέματος αυξήθηκε κατά 120 % από το 1996 μέχρι το 2005 αντικατοπτρίζει τη σημαντική επέκταση της δραστηριότητας του κλάδου σε περιοχές κατά μήκος της ακτογραμμής όπου η αστική εξάπλωση έχει γίνει ενδημική (EEA, 2006)

#### **Απώλεια γεωργικής γης, μείωση ανταγωνιστικότητας της γεωργίας και υποβάθμιση της γης**

Η απώλεια της γεωργικής γης είναι εξαιρετικά ανησυχητική λόγω της σημασίας της για τη μακροπρόθεσμη ανταγωνιστικότητα και βιωσιμότητα της γεωργίας (Hasse & Lathrop, 2003). Οι Barbero-Sierra et al. (2013), σημειώνουν ότι ο ανταγωνισμός των χρήσεων γης εξαιτίας συχνά αντικρουόμενων πολιτικών για τον αστικό χώρο, την γεωργική γη και το περιβάλλον έχει ως αποτέλεσμα η έμφαση να δίδεται στην ανάπτυξη με αποτέλεσμα την υποβάθμιση της γης.

### **2.3.2 Οικονομικές επιπτώσεις**

#### **Αυξημένο κόστος κατασκευής και υποδομών**

Η έρευνα των Burchell et al. (1998), διαπίστωσε ότι το κόστος της υποδομής για περιοχές με αστική διάχυση ήταν 5 έως περίπου 25 τοις εκατό υψηλότερη από ό,τι για τη συμπαγή ανάπτυξη: συγκεκριμένα, το κόστος για του δρόμους ήταν 25% υψηλότερο, για νέα σχολεία 5% υψηλότερο ενώ για επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας 20% υψηλότερο



### **Αυξημένο μεταφορικό κόστος για τα νοικοκυριά**

Ερευνα του Surface Transportation Policy Project (2000), στις Η.Π.Α, διαπίστωσε ότι οι μεταφορικές δαπάνες για τα νοικοκυριά σε περιοχές με αστική διάχυση ήταν αυξημένες από 17% έως 22% σε σχέση με τα νοικοκυριά σε συμπαγείς πόλεις.

### **Επιπτώσεις στην παροχή υπηρεσιών κοινής ωφελείας, ενεργειακών πόρων και ρύπανση**

Ο Ottensmann (1977), περιγράφει την αστική διάχυση ως παράγοντα ο οποίος οδηγεί σε αυξημένο κόστος για την παροχή υπηρεσιών κοινής ωφελείας και άλλων δημόσιων υπηρεσιών, κατανάλωσης περισσότερων ενεργειακών πόρων και συνακόλουθα περισσότερης ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Επίσης, η αστική διάχυση φέρνει μεγάλες επιπτώσεις στην γεωργική γη και δημιουργεί λόγω του άμορφου χαρακτήρα της εξάπλωσης αρνητικό αισθητικό αποτέλεσμα.

### **Πιέσεις στην οικονομική απόδοση και αύξηση της ζήτησης**

Κατά τους Burchell et al.(1998), η αστική διάχυση ασκεί πιέσεις στην οικονομική απόδοση των τεχνικών υποδομών και αυξάνει τη ζήτηση για μεταφορές

## **2.3.3 Κοινωνικές επιπτώσεις- Επιπτώσεις στην ποιότητα ζωής**

### **Στέρηση βασικών υποδομών**

«Η αστική διάχυση έξω από τα συμπαγή αστικά κέντρα κατά μήκος αυτοκινητοδρόμων καθώς και στην ύπαιθρο δημιουργεί περιοχές οι οποίες στερούνται βασικών υποδομών καθώς και εγκαταστάσεις υγείας ή εκπαίδευσης» (Sudhira & Ramachandra ,2007)

### **Απώλεια αγροτικής ταυτότητας και αγροτικής πολιτιστικής κληρονομιάς**

Οι αστικές και οι αγροτικές περιοχές έχουν έρθει κοντύτερα φυσικά, οικονομικά, λειτουργικά και πολιτιστικά. (Hidding et al., 2000). Ως αποτέλεσμα, μπορεί να παρουσιαστεί απώλεια της ταυτότητας και των κοινωνικών χαρακτηριστικών των αγροτικών περιοχών καθώς οι παραδοσιακές πρακτικές, τα τοπικά έθιμα και ο παραδοσιακός τρόπος ζωής παραμελούνται ή χάνονται εξαιτίας της αστικής ανάπτυξης. (Nasreddine, 2021).

### **Αρνητικό αισθητικό αποτέλεσμα**

Κατά τον Ottensmann, (1977), η αστική διάχυση έχει σημαντικό αντίκτυπο στην γεωργική γη και δημιουργεί, λόγω του άμορφου χαρακτήρα της εξάπλωσης, αρνητικό αισθητικό αποτέλεσμα. Το οπτικά χαοτικό τοπίο δημιουργεί χωρικό αποπροσανατολισμό μειώνοντας τη σύνδεση των κατοίκων με το περιβάλλον. Την άποψη του αρνητικού αισθητικού αποτελέσματος τεκμηριώνουν και οι Ewing & Hamidi, (2015) προσθέτοντας ότι η αστική διάχυση παράγει επαναλαμβανόμενα άμορφα περιβάλλοντα τα οποία αποτυγχάνουν να δημιουργήσουν αίσθηση ικανοποίησης στους κατοίκους.

### **Απομόνωση, εγκληματικότητα και υποβάθμιση**

Κατά τον Katz (1993), η αστική διάχυση συνέβαλε στην απομόνωση των κατοίκων, στην αυξανόμενη εγκληματικότητα και σε εκτεταμένη περιβαλλοντική υποβάθμιση.

### **Επιπτώσεις στην αναπνευστική υγεία**

«Η σχέση μεταξύ της αστικής διάχυσης και της αναπνευστικής υγείας έχει ως εξής: Η διάχυση συνδέεται με υψηλά επίπεδα οδήγησης, η οδήγηση συμβάλλει στην ατμοσφαιρική ρύπανση και η ρύπανση προκαλεί νοσηρότητα και θνησιμότητα» (Frumkin, 2016).

### **Μείωση της φυσικής δραστηριότητας και προβλήματα υγείας**

Σύμφωνα με τους Sturm & Cohen (2004), η αστική διάχυση επηρεάζει την σωματική υγεία εξαιτίας ενός προφανούς λόγου: μειώνει τη φυσική δραστηριότητα των ανθρώπων. Η δομή των δρόμων στις περιοχές με αστική διάχυση αποθαρρύνει το περπάτημα καθώς η συνδεσιμότητα και προσβασιμότητα του οδικού δικτύου δεν διευκολύνουν την μετάβαση για αγορές αγαθών ή αναψυχή. Τα ευρήματα της μελέτης δείχνουν ότι η αστική διάχυση φαίνεται να έχει δυσανάλογη επίδραση για τη σωματική υγεία των ηλικιωμένων και πιθανώς των φτωχών εισάγοντας έτσι και κοινωνικές επιπτώσεις. Η έρευνα καταλήγει ότι η μορφή της πόλης είναι καθοριστικός παράγοντας της σωματικής υγείας. Η έρευνα των Ewing et al. (2003), πραγματοποιήθηκε σε 448 διοικητικές περιοχές και 83 μητροπολιτικές περιοχές των Η.Π.Α με στόχο να προσδιοριστεί πιθανή συσχέτιση μεταξύ της αστικής διάχυσης, της υγείας και τις συμπεριφορές που σχετίζονται με την υγεία. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η αστική διάχυση είχε μικρή αλλά σημαντική συσχέτιση με το περπάτημα, την παχυσαρκία, τον δείκτη μάζας σώματος και την υπέρταση. Οι κάτοικοι που ζουν σε διοικητικές περιοχές οι οποίες βρίσκονται σε αστική διάχυση είναι πιθανόν να περπατήσουν λιγότερο, ζυγίζουν περισσότερο και έχουν μεγαλύτερη τάση για υπέρταση από ότι οι κάτοικοι που ζουν σε συμπαγείς πόλεις.

## **2.4. Η αστική διάχυση στην αγροτική γη**

Οι επιπτώσεις της αστικής διάχυσης στην αγροτική γη είναι από τις σημαντικότερες που απειλούν τόσο το περιβάλλον όσο και την ποιότητα ζωής. Στη διεθνή βιβλιογραφία ιδιαίτερη μνεία γίνεται για το είδος της γης η οποία μετατρέπεται σε αστική, εμπορική, βιομηχανική ή γενικών υποδομών εξαιτίας της αστικής διάχυσης. Η αγροτική γη και οι καλλιεργήσιμες εκτάσεις είναι από τις πλέον ευάλωτες.

Ήδη από τη δεκαετία του '60, είχε ξεκινήσει η συζήτηση για την εξήγηση των γεωργικών προτύπων κοντά στις αστικές περιοχές. Εφαρμοσμένη έρευνα απέδειξε ότι σε προηγμένα βιομηχανικά και αστικοποιημένα μέρη του κόσμου οι βασικές δυνάμεις που καθορίζουν τη χρήση της γεωργικής γης κοντά σε αστικές περιοχές συνδέονται με την αστική επέκταση<sup>2</sup>. Συγκεκριμένα, η αστική επέκταση στην περιφέρεια των πόλεων έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της αστικής γης και την μετατροπή της αγροτικής γης σε αστική καθώς η αστική γη είναι περισσότερο συμφέρουσα οικονομικά. (Sinclair, 1967).

---

<sup>2</sup> Αν και ο Sinclair αναφέρεται στο φαινόμενο με τον όρο αστική εξάπλωση (urban expansion), η περιγραφή και η δυναμική του φαινομένου παραπέμπουν ευθέως στην αστική διάχυση.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα έρευνας που αφορά στην μελλοντική επέκταση της αστικής γης και στις επιπτώσεις που αυτό θα έχει για τις παγκόσμιες καλλιέργειες, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η αστική επέκταση θα οδηγήσει σε απώλεια 1,8-2,4% των παγκόσμιων καλλιεργειών μέχρι το 2030 δημιουργώντας σημαντικές περιφερειακές ανισότητες. Περίπου το 80% της παγκόσμιας καλλιεργήσιμης γης που θα χαθεί από την αστική διάχυση θα σημειωθεί στην Ασία και την Αφρική. Για την Ευρώπη η έρευνα προβλέπει απώλεια καλλιεργήσιμων εκτάσεων 2-3 Mha, ενώ για την Αμερικανική ήπειρο 5 Mha (d'Amour et al.,2017)

Η αλλαγή των χρήσεων γης από καλλιεργούμενες-αγροτικές γαίες σε αστικές, είναι ένα φαινόμενο που παρατηρείται τόσο στις αναπτυσσόμενες όσο και στις αναπτυσσόμενες χώρες.

Οι Hasse & Lathrop (2003), αναφέρουν ότι το φαινόμενο της εκτεταμένης αστικής διάχυσης αποτελεί μια από τις σημαντικότερες δυνάμεις μετασχηματισμού, οδηγώντας σε αλλαγή χρήσης μεγάλες εκτάσεις στις Ηνωμένες Πολιτείες. Σύμφωνα με την Υπηρεσία Διατήρησης Φυσικών Πόρων των Η.Π.Α. σε μια περίοδο 15 ετών, μεταξύ 1982 και 1997, πάνω από 12 εκατομμύρια εκτάρια γης μετατράπηκαν σε αστική γη, με πάνω από το ήμισυ να προέρχονται από καλλιεργήσιμες εκτάσεις και το ένα τρίτο από δασικές εκτάσεις (Natural Resource Conservation Service, 1999).

Οι αγροτικές γαίες που βρίσκονται εντός ή σε εγγύτητα με τις μητροπολιτικές περιοχές ανέρχονται σε υψηλό ποσοστό στις Η.Π.Α. Περίπου 30% των εκμεταλλεύσεων βρίσκονται εντός μητροπολιτικών περιοχών (Gardner, 1994). Την συνεισφορά των συγκεκριμένων γαιών στην παραγωγή γεωργικών προϊόντων, γαίες οι οποίες κινδυνεύουν από εξαφάνιση εξαιτίας της αστικής διάχυσης περιέγραψε ο Thomson, ως μέλος της Αμερικανικής Σύμπραξης Γεωργικών Εκτάσεων (American Farmland Trust). Στην έκθεση αναφέρεται ότι το 58% των τροφίμων που παράγονται στις Η.Π.Α προέρχονται από αγροκτήματα ευρισκόμενα εντός ή σε γειτνίαση με αστικές-μητροπολιτικές περιοχές και όχι από απομακρυσμένες αγροτικές περιοχές. Σε αυτό περιλαμβάνονται πάνω από τα τρία τέταρτα των φρούτων, των λαχανικών και των γαλακτοκομικών προϊόντων (Thompson, 2001).

Η αστική διάχυση χαρακτηρίζεται επίσης ως ένας από τους πιο ενεργούς παράγοντες ερημοποίησης στην Ισπανία. Η μετατροπή της αγροτικής γης σε αστική, έχει ως αποτέλεσμα την υποβάθμιση της γεωργίας. Από το 1975 έως το 2008, μισό εκατομμύριο εκτάρια πρώην γεωργικής γης έχει διατεθεί για ανάπτυξη.(Barbero-Sierra et al., 2013). Στην Γερμανία, σύμφωνα με την έρευνα των Couch et al. (2005), η επιδοματική πολιτική για αγορά κατοικίας οδήγησε στην δημιουργία 30.000 ιδιωτικών κατοικιών η πλειοψηφία των οποίων έχει οικοδομηθεί πάνω σε αγροτική γη. Στην Ανατολική Γερμανία, οι εφαρμοζόμενες πολιτικές οδήγησαν σε αλματώδη αύξηση της κατοικίας οποία δεν είναι συμβατή με την ιδέα των αειφορικών χρήσεων γης και με λίγη συνάφεια σε μια περιοχή με μειούμενη οικονομία και πληθυσμό.

Στις αναπτυσσόμενες χώρες η αστική διάχυση σε συνδυασμό με τη ραγδαία αύξηση του πληθυσμού, οδηγεί στην εξάντληση των φυσικών πόρων και ιδίως των γεωργικών

εκτάσεων που βρίσκονται γύρω από τις πόλεις. Η έρευνα σε Ασιατικές και Αφρικανικές χώρες έδειξε ότι ιδιαίτερα στις χώρες με περιορισμένους φυσικούς πόρους, η γεωργία είναι ο πρωταρχικός πόρος για τον επισιτισμό των κατοίκων. Επιπροσθέτως, η καλλιέργεια της γεωργικής γης αποτελεί την μοναδική πηγή διαβίωσης. Συγκεκριμένα:

Σε χώρες όπως η Ιορδανία, οι υψηλοί ρυθμοί αστικοποίησης δημιούργησαν ζήτηση για οικιστικές, εμπορικές και βιομηχανικές χρήσεις. Η αστική διάχυση οδήγησε σε μείωση της έκτασης της καλλιεργήσιμης γης σιταριού από 2,52 εκατομμύρια στρέμματα το 1939 σε 86,2 χιλιάδες στρέμματα το 2006, δηλαδή μείωση στις εκτάσεις καλλιέργειας σιταριού κατά 290%. (Al Tarawneh, 2014). Στο Πακιστάν, μια αγροτική χώρα όπου η γεωργία συνεισφέρει στο Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (ΑΕΠ) περίπου 19,8 % και αποτελεί πηγή βιοπορισμού του 42,3% του συνολικού πληθυσμού ενώ απασχολεί περίπου το 70% του εργατικού δυναμικού, η αύξηση του πληθυσμού από 38,5% το 2014 σε 40,0% το 2016 οδήγησε σε αστική διάχυση η οποία επεκτάθηκε στις αγροτικές περιοχές. Ως αποτέλεσμα, αυξήθηκε ο κίνδυνος συγκρούσεων μεταξύ αστικών χρήσεων και γεωργικής γης καθιστώντας την διασφάλιση της τροφής σημαντικό διακύβευμα (Peerzado et al., 2019). Στην Ινδονησία, πολλές γόνιμες γεωργικές εκτάσεις, τεράστιας αξίας για τη βιοποικιλότητα, χάθηκαν λόγω έργων υποδομής. Τέτοιες απώλειες γης έχουν μακροπρόθεσμες επιπτώσεις στην οικονομική, κοινωνική και επισιτιστική ασφάλεια των τοπικών κοινωνιών, οι οποίες στερούνται μια για πάντα τη μοναδική πηγή επιβίωσής τους (Magsi et al., 2017). Στην Γκάνα, η αστική διάχυση καταστρέφει το φυσικό περιβάλλον και την γεωργική γη καθώς εκτάσεις των παραπάνω μετατρέπονται σε κατοικίες και εμπορική ανάπτυξη, προκαλώντας επίσης ρύπανση των υδάτων και του αέρα (Cobbinah & Amoako , 2012)

Όπως καταδεικνύει η μελέτη του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος, η αξία της γης αποτελεί σημαντικό παράγοντα αστικής διάχυσης. καθώς η τιμή της γεωργικής γης είναι αρκετά χαμηλότερη από την αστική (EEA, 2006). Πράγματι, η μετατροπή της γεωργικής γης σε αστική τείνει να αποφέρει τεράστια κέρδη. Από το 2005 έως το 2007, στο απόγειο της οικοδομικής έκρηξης στην Ισπανία, οι μέσες τιμές της αστικής γης ήταν 260 φορές υψηλότερες από εκείνες της γεωργικής γης Αυτό εξηγεί γιατί μεγάλης κλίμακας μετατροπή γης στην Ισπανία έχει επηρεάσει ακόμα και αρδευόμενες, υψηλής ποιότητας γεωργικές εκτάσεις. Επιπροσθέτως, η έκρηξη των κατασκευών προσέλκυσε πλεονάζον εργατικό δυναμικό από τις αγροτικές περιοχές συμβάλλοντας σε μια ισχυρή αλλαγή στην οικονομική δομή (Bielsa & Duarte, 2011). Σε ευρωπαϊκές πρώην κομμουνιστικές χώρες όπως η Ρουμανία, η αστική διάχυση στις αγροτικές γαίες ενισχύθηκε από την αλλαγή πολιτικής που έφερε η κατάργηση των παλαιών σχεδίων και η δημιουργία νέων, μεταβατικών, για τον πολεοδομικό σχεδιασμό και τη διαχείριση γης. Η νομοθετική έγκριση για την επανεκχώρηση της αγροτικής γης στη δεκαετία του '90, οδήγησε στη δημιουργία αγοράς γης και στη δυνατότητα αγοράς γεωργικών εκτάσεων των οποίων η χρήση μετατράπηκε στη συνέχεια σε αστική.(Suditu et al., 2010)

## 2.5. Η μέτρηση της αστικής διάχυσης

Όπως ακριβώς δεν υπάρχει ομόφωνη συμφωνία στον ορισμό της αστικής διάχυσης, έτσι δεν υπάρχει συμφωνία στον ενδεδειγμένο τρόπο για τη μέτρησή της (USHUD 1999, Galster et al. 2001, Hasse & Lathrop, 2003, EEA 2016).

Αρκετοί μελετητές πρότειναν τα τελευταία χρόνια μια ποικιλία μετρήσεων της αστικής διάχυσης (Torrens & Alberti, 2000, Galster et al., 2001). Η αστική διάχυση θεωρείται πολυδιάστατο φαινόμενο για το οποίο απαιτείται διαφορετικό σύνολο μετρήσεων για κάθε διάσταση (Torrens & Alberti, 2000, Galster et al., 2001, Tsai, 2005). Κατά τους Frenkel & Ashkenazi (2008), οι μετρήσεις μπορούν να χωριστούν σε πέντε μεγάλες ομάδες: ρυθμοί ανάπτυξης, πυκνότητα, χωρογεωμετρία (spatial-geometry), προσπελασιμότητα και αισθητικές μετρήσεις (aesthetic measures).

Ρυθμοί ανάπτυξης (Growth rates): Η αστική διάχυση ορίζεται ως μια κατάσταση στην οποία οι ρυθμοί αύξησης του πληθυσμού στις προαστιακές περιοχές είναι υψηλότεροι από ό,τι μέσα στην κεντρική πόλη. Ένα άλλο μέτρο που εντάσσεται σε αυτήν την κατηγορία είναι ο Δείκτης Διάχυσης (Sprawl Index (SI) ή Sprawl Quotient) και ορίζεται ως η αναλογία μεταξύ του ρυθμού ανάπτυξης των κτισμένων περιοχών και του ρυθμού ανάπτυξης του πληθυσμού σε μια συγκεκριμένη περιοχή (Weitz, 2000).

Πυκνότητα (density): Αποτελεί ένα από τα πιο δημοφιλή και ευρέως χρησιμοποιούμενα μέτρα της αστικής διάχυσης. Στην βιβλιογραφία συναντώνται διάφοροι τύποι πυκνότητας και διάφοροι τρόποι αλλά και κλίμακες για την μέτρησή τους (Burton, 2000, Chin, 2002, Pendall & Carruthers, 2003, EEA 2006). Η κλίμακα στην οποία μελετάται η πυκνότητα είναι επίσης σημαντική. Σε σχέση με την κλίμακα της παρατήρησης (μητροπολιτική περιοχή, συνοικία μέσα σε πόλη ή γειτονιά), οι μετρήσεις της αστικής πυκνότητας θα φαίνονται αρκετά διαφορετικές (Torrens & Alberti, 2000) Ως πυκνότητα ορίζεται ως η αναλογία μεταξύ της ποσότητας μιας συγκεκριμένης αστικής δραστηριότητας προς το εμβαδόν της περιοχής στην οποία παρατηρείται η δραστηριότητα. Η δραστηριότητα μπορεί να αφορά το σύνολο των κτιρίων, των κατοίκων ή των εργαζομένων (Razin & Rosentraub, 2000). Σε περιοχές που βρίσκονται σε αστική διάχυση, οι μετρήσεις της πυκνότητας εμφανίζονται χαμηλές. Πολύ δημοφιλής μεθοδολογία είναι η δημιουργία επιφανειών αστικής διάχυσης. Οι πυκνότητες των αστικών χαρακτηριστικών που είναι σημαντικές για το πρόβλημα της αστικής διάχυσης όπως νοικοκυριά, πληθυσμός, η απασχόληση κ.α. μπορούν να συλλεχθούν από ζώνες και στη συνέχεια να μετατραπούν σε συνεχόμενες επιφάνειες. Υπάρχουν πολύ καλές τεχνικές της χωρικής ανάλυσης, όπως για παράδειγμα η kernel density (Torrens & Alberti, 2000)

Χωρικές μετρήσεις (landscape metrics)/ Χωρογεωμετρία (spatial-geometry): Πολλές μετρήσεις ανήκουν σε αυτή την κατηγορία, οι περισσότερες από τις οποίες έχουν υιοθετηθεί από οικολογική έρευνα (McGarigal & Marks, 1995, Gustafson, 1998) ή από τη γεωμετρία φράκταλ (Batty & Longley, 1994, Torrens & Alberti, 2000). Οι μετρήσεις που προέρχονται από την οικολογική έρευνα και ονομάζονται χωρικές μετρήσεις ή μετρικά τοπίου, ποσοτικοποιούν δύο βασικά χαρακτηριστικά του αστικού τοπίου: τη

διαμόρφωση και τη σύνθεση. Η διαμόρφωση αναφέρεται στη γεωμετρία της αστικής οικιστικής περιοχής και η σύνθεση στο επίπεδο της ετερογένειάς της. Μια περιοχή θα θεωρείται ότι βρίσκεται σε αστική διάχυση εφόσον η γεωμετρία της είναι ακανόνιστη (ανώμαλο σχήμα), διάσπαρτη και κατακερματισμένη και οι χρήσεις γης περισσότερο ομοιογενείς και διαχωρισμένες. Κατά τους Torrens & Alberti, (2000), τα φράκταλ προσφέρουν τρόπους με τους οποίους μπορούν να μετρηθούν φαινόμενα όπως η αστική διάχυση η οποία βρίσκεται μεταξύ διαστάσεων, δηλ. μεταξύ του συμπαγούς δομημένου περιβάλλοντος και της υπαίθρου.

Προσπελασιμότητα (accessibility): Η αστική διάχυση ορίζεται ως μια κατάσταση κακής προσβασιμότητας, ακολουθούμενη από τη μαζική χρήση ιδιωτικών οχημάτων (Ewing et al., 2002). Η προσβασιμότητα μπορεί να ποσοτικοποιηθεί με μετρήσεις του μήκους του δρόμου ή των χρόνων ταξιδιού των νοικοκυριών (Hadly, 2000, Torrens & Alberti, 2000).

Αισθητικά μέτρα aesthetic measures: Κατά τους Torrens & Alberti, (2000), η αστική διάχυση είναι εξίσου ένα αισθητικό αρχιτεκτονικό και σχεδιαστικό πρόβλημα καθώς και ζήτημα αστικής δομής. Μελέτες έχουν προσπαθήσει να ορίσουν πρότυπα αστικής διάχυσης ούτως ώστε να μπορούν άλλες περιοχές να συγκριθούν με αυτά τα πρότυπα. Στον τομέα αυτό απαιτείται αρκετή έρευνα ακόμα.

Κατά τους Siedentop & Fina (2010), οι κατηγορίες στις οποίες μπορούν να χωριστούν οι μετρήσεις της αστικής διάχυσης είναι οι εξής τέσσερις: αστικοποίηση (urbanization), αστική πυκνότητα (urban density), το επίπεδο χωρικής συγκέντρωσης αστικών δραστηριοτήτων (the level of spatial concentration of urban activities) και αστική μορφή και χαρακτηριστικά της τοποθεσίας (urban form and location features). Χαρακτηριστικές εργασίες στην κατηγορία της αστικοποίησης αυτή των Burchfield et al. (2002), στην κατηγορία της αστικής πυκνότητας η εργασία των Glaeser & Kahn (2004), στο επίπεδο χωρικής συγκέντρωσης αστικών δραστηριοτήτων αυτή του Wassmer (2002), και στην αστική μορφή και χαρακτηριστικά της τοποθεσίας αυτές των Torrens & Alberti, (2000) και Galster et al. (2001).

Ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος κατηγοριοποιεί σε τρεις κατηγορίες τους τρόπους μέτρησης της αστικής διάχυσης: χρήση πολλών μεταβλητών παράλληλα, ενσωμάτωση πολλών μεταβλητών και μετρήσεις σε μια ή λίγες μεταβλητές. Στην κατηγορία των πολλών μεταβλητών εντάσσει την μεθοδολογία κατά Galster et al. (2001), ένα από τα πρώτα παραδείγματα πολυδιάστατης μέτρησης. Συγκεκριμένα, προσδιορίστηκαν αρχικά οκτώ διακριτές διαστάσεις: πυκνότητα, συνέχεια, συγκέντρωση, ομαδοποίηση, κεντρικότητα, πυρηνικότητα, μικτές χρήσεις και εγγύτητα. Αργότερα, στις μετρήσεις αυτές προστέθηκαν και άλλες διαστάσεις. Συγκεκριμένα, οι Cutsinger et al. (2005), χρησιμοποίησαν 14 διακριτές διαστάσεις όπως και οι Sarzynski et al. (2014). Άλλες μεθοδολογίες που μπορούν να ενταχθούν στη συγκεκριμένη κατηγορία: Solon (2009), που χρησιμοποίησε 7 χωρικές μεταβλητές, οι Huang et al. (2007), που χρησιμοποίησαν 5 χωρικές μεταβλητές, οι Hasse & Lathrop (2003), που χρησιμοποίησαν πέντε δείκτες, ενώ ο Torrens (2008), διέκρινε 11 χαρακτηριστικά της διάχυσης και χρησιμοποίησε 42 δείκτες σχετιζόμενες με επτά από

αυτά τα χαρακτηριστικά. Η δεύτερη κατηγορία, ενσωμάτωση πολλών μεταβλητών, αφορά μελετητές που ανέπτυξαν προσεγγίσεις οι οποίες περιλαμβάνουν πολλούς δείκτες τους οποίους ομαδοποίησαν σε λιγότερες μεταβλητές ή διαστάσεις, εφαρμόζοντας στατιστικά μοντέλα. Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται οι προσεγγίσεις των Frenkel & Ashkenazi (2008), οι οποίοι χρησιμοποίησαν 13 δείκτες (όπως πυκνότητα, δείκτης σχήματος κτισμένης επιφάνειας, δείκτης διασποράς κτισμένης επιφάνειας, δείκτης διαχωρισμού χρήσεων/κάλυψη γης, μέσο μέγεθος μορφωμάτων κ.α.) για να καταλήξουν σε δύο κύριες διαστάσεις: τη διαμόρφωση της διάχυσης και τη σύνθεση της διάχυσης. Αντίστοιχα, οι Siedentop & Fina (2010) εφάρμοσαν 9 δείκτες (όπως: πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας, ποσοστό πράσινων χώρων, πυκνότητα μορφωμάτων, μέσος δείκτης σχήματος κ.α.) οι οποίοι στη συνέχεια υποβλήθηκαν σε στατιστική ανάλυση για την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την αστική διάχυση. Τέλος, στην κατηγορία των μετρήσεων με μία ή λίγες μεταβλητές ανήκουν οι μετρήσεις των Ewing et al. (2003) οι οποίοι εφάρμοσαν τον δείκτη Rutgers-Cornell για τη μέτρηση της διάχυσης και η χρήση της εντροπίας Shannon (Shannon entropy) (Yeh, and Li, 2001, Sudhira et al.2004). Στην τελευταία κατηγορία ανήκει επίσης και το μέτρο Σταθμισμένη Αστική Εξάπλωση (Weighted urban proliferation (WUP)), το οποίο συνίσταται από τρεις συνιστώσες και δύο σταθμισμένες συναρτήσεις. (Jaeger & Schwick, 2014).

Η διδακτορική διατριβή μέσω της μελέτης περίπτωσης επιλέγει τις εξής μετρήσεις για την μέτρηση της αστικής διάχυσης:

Πυκνότητα, χωρικές μετρήσεις και μετρήσεις με μια ή λίγες μεταβλητές

Οι μετρήσεις αυτές είναι χαρακτηριστικές των ευρύτερων ομάδων μετρήσεων που παρουσιάστηκαν. Οι διαφορετικές μεθοδολογίες περιγράφουν και αναλύουν το φαινόμενο της αστικής διάχυσης στην περιοχή μελέτης, παρέχοντας νέα οπτική και αντίληψη μέσα από τις διαφορετικές προσεγγίσεις.

Επιπλέον, χρησιμοποιείται ανάλυση διαβάθμισης (gradient analysis), η οποία εξετάζει την αστική διάχυση εντός συγκεκριμένων ζωνών και κατευθύνσεων από το κέντρο της πόλης προς την περιφέρεια. Η μεθοδολογία αυτή παρέχει σημαντικές πληροφορίες για την σταδιακή μετάβαση της διάχυσης αποκαλύπτοντας χαρακτηριστικά, μοτίβα και τάσεις.

Στις ενότητες που ακολουθούν εξειδικεύεται περαιτέρω το θεωρητικό υπόβαθρο αυτών των μετρήσεων.

### **2.5.1 Η μέτρηση της αστικής διάχυσης - Πυκνότητα**

Η πυκνότητα θεωρείται παγκοσμίως από τις βασικότερες μετρήσεις της αστικής διάχυσης (Peiser, 1989) και συγκεκριμένα, το πιο δημοφιλές μέτρο της (Galster et al., 2001). Ως πυκνότητα ορίζεται η αναλογία μεταξύ της ποσότητας μιας συγκεκριμένης αστικής δραστηριότητας (πληθυσμός, κτίσματα κ.α.) προς το εμβαδόν της περιοχής στην οποία παρατηρείται η δραστηριότητα αυτή. (Razin & Rosenrtaub, 2000). Ένας

αριθμός μεταβλητών έχει χρησιμοποιηθεί για την αναπαράσταση της πυκνότητας με πιο συνηθισμένες την πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας, των κατοικιών, του πληθυσμού, των νοικοκυριών και της απασχόλησης (Burton, 2000).

### **2.5.2 Η μέτρηση της αστικής διάχυσης -Χωρικές μετρήσεις (Landscape Metrics) και Δείκτης επέκτασης τοπίου (Landscape Expansion Index)**

Ως χωρικές μετρήσεις ορίζονται οι ποσοτικοί δείκτες για την περιγραφή των δομών και του μοτίβου ενός αστικού τοπίου (Herold et al. 2002). Οι χωρικές μετρήσεις αποτελούν ένα σύνολο δεικτών, γνωστών στην οικολογία ως μετρικά τοπίου (landscape metrics).

Κατά τους Herold et al. (2005), και Solon (2009), σε περιβάλλοντα ιδίως αστικών περιοχών τα μετρικά τοπίου αναφέρονται ως χωρικές μετρήσεις και αυτόν τον όρο υιοθετεί και η παρούσα εργασία. Ο λόγος είναι ότι οι συγκεκριμένες μετρήσεις χαρακτηρίζουν και ποσοτικοποιούν τη χωρική διαμόρφωση και τις αστικές διαδικασίες συνεπώς συνδέονται με τις αστικές λειτουργίες, ενώ στην οικολογία τα μετρικά τοπίου συνδέονται με τις οικολογικές λειτουργίες (Gustafson 1998, Luck & Wu 2002, Herold et al., 2003)

Οι χωρικές μετρήσεις (landscape metrics) παρέχουν σημαντική υποστήριξη προκειμένου να κατανοηθούν τα μοτίβα της αστικής διάχυσης (Jiao et al., 2015) και αποδεικνύονται ιδιαίτερα αποτελεσματικά εργαλεία για την διερεύνηση των τάσεων εξέλιξης του φαινομένου σε περιοχές που αποτυπώνονται με τη βοήθεια χρονοσειρών (Van Eetvelde & Antrop, 2004).

Με τη βοήθεια των χωρικών μετρήσεων αναλύονται ζητήματα που αφορούν σε μεταβολές των χρήσεων γης, δυναμικής και εξέλιξης των πόλεων με την πάροδο του χρόνου (Herold et al., 2002, 2003, 2005) και αστικής διάχυσης. Ειδικά για το τελευταίο, σημαντικός αριθμός εργασιών περιλαμβάνει τη χρήση χωρικών μετρήσεων για την ανάλυση της αστικής διάχυσης και της ετερογένειας του αστικού τοπίου (Aguilera et al. 2001, Herold et al. 2003, Ji et al. 2006, Huang et al. 2007, Yu & Ng 2007, Prastakos et al. 2012, Triantakoustantis & Stathakis 2015, Jiao et al. 2015, Reis et al. 2016, Nong et al. 2018, Dai et al. 2018, Magidi & Ahmed, 2019)

Με την πρόοδο των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) κατέστη δυνατόν για τους ερευνητές να αναπτύξουν μετρήσεις που ποσοτικοποιούν την δυναμική του αστικού τοπίου καθώς η τεχνολογία παρέχει το μέσον για την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο τα αστικά τοπία εξελίσσονται και αλλάζουν με την πάροδο του χρόνου (Li & Yeh, 1998, Herold et al., 2002). Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό στην περίπτωση της αστικής διάχυσης, καθώς αποτελεί μια δυναμική διαδικασία (Batty et al., 1999).

Τέτοια μέτρηση η οποία αφορά στην τυπολογία της αστικής διάχυσης είναι ο Δείκτης Επέκτασης Τοπίου (Landscape Expansion Index, LEI). (Liu et al. 2010). Οι ίδιοι ερευνητές προτείνουν και παραλλαγές του δείκτη επέκτασης τοπίου όπως ο Μέσος Δείκτης Επέκτασης (MEI) και ο Σταθμισμένος Μέσος Δείκτης Επέκτασης (AWMEI) προκειμένου να αναλυθεί περαιτέρω το μοτίβο της αστικής διάχυσης. Ο δείκτης



επέκτασης τοπίου προσδιορίζει την τυπολογία επέκτασης ως εξής: πλήρωση (infilling), επέκταση ακμών (edge – expansion) και απομάκρυνση (outlying). Ο δείκτης μπορεί να υπολογιστεί για δύο ή περισσότερα χρονικά σημεία παρέχοντας σημαντικές πληροφορίες για την αλλαγή του μοτίβου της κτισμένης επιφάνειας. (Liu et al. 2010).

### 2.5.2.1 Χωρικές μετρήσεις

Οι χωρικές μετρήσεις (landscape metrics) αναπτύχθηκαν στα τέλη της δεκαετίας του 1980 και ενσωμάτωσαν μετρήσεις από την θεωρία των πληροφοριών (O'Neill et al., 1988), από την γεωμετρία των φράκταλ (Batty & Longley, 1994, Herold et al., 2005) και από τις στατιστικές τις διασποράς (Liu et al., 2010). Αν και ξεκίνησαν από τον χώρο της οικολογίας (Turner, 1990) με στόχο να αποσαφηνιστούν οι σχέσεις μεταξύ διαδικασιών και χωρικών μοτίβων, γρήγορα ξεπέρασαν τα όρια του συγκεκριμένου επιστημονικού πεδίου και χρησιμοποιήθηκαν ευρέως για την αξιολόγηση των δομικών χαρακτηριστικών των αστικών τοπίων (Antrop, 1998), την ποσοτικοποίηση φαινομένων του αστικού χώρου και των αλλαγών που συντελούνται σε αυτόν (Van Eetvelde & Antrop, 2004, Berling-Wolff, & Wu 2004, Herold et al., 2005) καθώς και της δυναμικής που αναπτύσσει ο αστικός χώρος καθώς μεταβάλλεται χωροχρονικά (Dietzel et al., 2005). Οι μετρήσεις αυτές κατατάσσονται κατά τους Frenkel & Ashkenazi (2008), στο χώρο της Χωρογεωμετρίας (spatial-geometry) ποσοτικοποιώντας δύο βασικά χαρακτηριστικά του αστικού τοπίου: τη διαμόρφωση και τη σύνθεση. Η διαμόρφωση αναφέρεται στη γεωμετρία της περιοχής και η σύνθεση στο επίπεδο της ετερογένειάς της.

Κατά τους McGarigal & Marks, (1995), οι χωρικές μετρήσεις είναι αριθμητικές μετρήσεις οι οποίες ποσοτικοποιούν τη χωρική διαμόρφωση μορφωμάτων (patches), κλάσεων (classes) ή ολόκληρων γεωγραφικών περιοχών (landscapes). Επίσης, πληθώρα μετρήσεων έχει αναπτυχθεί για τον ποσοτικό προσδιορισμό κατηγορικών δεδομένων, όπως οι χρήσεις/ κάλυψη γης.

Τα επίπεδα του σχεδιασμού σύμφωνα με τους McGarigal & Marks, (1995) και Van Eetvelde & Antrop, (2004) εφαρμόζονται σε τρία επίπεδα:

- Στο επίπεδο μορφωμάτων (patch level). Στο επίπεδο αυτό οι μετρήσεις περιγράφουν τις χωρικές διαμορφώσεις ανεξάρτητων τεμαχίων γης
- Στο επίπεδο κλάσης (class level). Στο επίπεδο αυτό οι μετρήσεις περιγράφουν τις χωρικές διαμορφώσεις όλων των τεμαχίων γης που ανήκουν στην ίδια κατηγορία
- Στο επίπεδο συνολικού τοπίου (landscape level). Στο επίπεδο αυτό οι μετρήσεις περιγράφουν τις χωρικές διαμορφώσεις ολόκληρης της περιοχής μελέτης

Κατά τους Clifton et al., (2008), οι χωρικές μετρήσεις για τον αστικό χώρο διαφέρουν από άλλες μετρήσεις του αστικού χώρου κατά τους εξής τρόπους: πρώτον, συχνά βασίζονται σε δεδομένα αεροφωτογραφιών ή τηλεπισκόπησης και δεύτερον, χρησιμοποιούν μορφώματα –τα οποία αποτυπώνονται ως πολύγωνα- σαν τη βασική μονάδα ανάλυσης. Ως αποτέλεσμα, έχει αναπτυχθεί μεγάλος αριθμός ποσοτικών

μετρήσεων ο οποίος παρέχει φαινομενικά απλές μετρήσεις της σύνθεσης και της διαμόρφωσης του αστικού τοπίου (Nong et al., 2018)

Κατηγοριοποίηση των παραπάνω μετρήσεων έχουν πραγματοποιήσει πολλοί μελετητές (McGarigal & Marks, 1995, Frenkel & Ashkenazi, 2008, Seto & Fragkias, 2005, Reis et al., 2016). Κατά τους Reis et al., (2016) οι χωρικές μετρήσεις μπορούν να διαχωριστούν σε τέσσερις κατηγορίες:

- (α) Ανωμαλία στο σχήμα. Αφορά μετρήσεις που αποτυπώνουν το σχήμα του αστικού χώρου (απλό ή σύνθετο). Χαρακτηριστικές μετρήσεις αυτής της κατηγορίας είναι: area weighted mean patch fractal dimension, edge density, area weighted mean shape και landscape shape index
- (β) Κατακερματισμός. Αφορά μετρήσεις που αποτυπώνουν κατά πόσο τα μορφώματα βρίσκονται κατακερματισμένα (διασκορπισμένα) στο χώρο ή κοντά. Αυτές οι μετρήσεις πραγματοποιούνται στο επίπεδο των γεωγραφικών περιοχών. Χαρακτηριστικές μετρήσεις αυτής της κατηγορίας είναι: mean patch size, number of patches, patch density, contagion index, mean of patch area, landscape expansion index και mean nearest neighbour distance
- (γ) Πολυμορφία/ποικιλομορφία (diversity). Αφορά μετρήσεις που μετρούν τη σχετική κατανομή των διαφορετικών αστικών χαρακτηριστικών (όπως χρήσεις γης). Ουσιαστικά πρόκειται για μετρήσεις σύνθεσης του τοπίου. Χαρακτηριστικές μετρήσεις αυτής της κατηγορίας είναι: shannon's diversity και evenness indexes
- (δ) Λοιπά. Αφορά μετρήσεις πολυπλοκότητας, εμβαδού περιοχών και άλλων μετρήσεων που δεν μπορούν να κατηγοριοποιηθούν στα παραπάνω. Χαρακτηριστικές μετρήσεις αυτής της κατηγορίας είναι: largest patch index και compactness index

Οι χωρικές μετρήσεις εξαρτώνται από την κλίμακα. Ως αποτέλεσμα το όριο και το επίπεδο ανάλυσης θα πρέπει να καθορίζονται από τον χρήση λαμβάνοντας υπόψη τους στόχους της κάθε έρευνας. (Turner, 1990, Riitters et al., 1995), Ένα επίσης από τα προβλήματα που παρουσιάζουν οι χωρικές μετρήσεις είναι ότι πολλές από τις μετρήσεις έχουν υψηλή συσχέτιση μεταξύ τους (McGarigal & Marks, 1995, Riitters et al., 1995) με αποτέλεσμα να μην μετρούν διαφορετικά ποιοτικά χαρακτηριστικά των χωρικών μοτίβων.

Τα τελευταία χρόνια, η έρευνα έχει επικεντρωθεί στον καθορισμό του ελάχιστου συνόλου μετρήσεων προκειμένου να περιγραφεί επαρκώς το αστικό τοπίο, όπως για παράδειγμα μέσω πολυμεταβλητής ανάλυσης δεδομένων (Griffith et al., 2000) και διάφοροι μελετητές έχουν υποδείξει υποσύνολα ποσοτικών δεικτών με τα οποία ελαχιστοποιούνται οι πλεονασμοί, ενώ παράλληλα αποτυπώνονται τα επιθυμητά ποιοτικά χαρακτηριστικά του αστικού χώρου (Riitters et al., 1995)

Κατά τους De Clercq et al., (2005), οι κατάλληλες μετρήσεις θα πρέπει να ακολουθούν τα κάτωθι κριτήρια:

- Να μην συσχετίζονται με άλλες μετρήσεις στην διεξαγόμενη έρευνα

- Να είναι σε θέση να αποτυπώνουν τις αλλαγές στο μοτίβο του χώρου για το μελετώμενο χρονικό διάστημα
- Να μην επηρεάζονται από τα δεδομένα της τηλεπισκόπησης
- Να μην επηρεάζονται από τον αριθμό των χρησιμοποιούμενων τάξεων στην έρευνα

Δυστυχώς όμως, όπως οι παραπάνω μελετητές σημειώνουν, δεν έχει απαντηθεί βιβλιογραφικά ποιες μετρήσεις πληρούν όλα αυτά τα κριτήρια (De Clercq et al., 2005). Εξάλλου, όπως σημείωσαν και οι Alberti et al.,(2000), δεν υπάρχει σύνολο μοναδικών μετρήσεων για τα αστικά περιβάλλοντα.

Η επιλογή των μετρήσεων που ακολουθεί η παρούσα έρευνα βασίζεται στην δυνατότητα των συγκεκριμένων χωρικών μετρήσεων να ποσοτικοποιούν την αστική διάχυση όπως απέδειξαν αντίστοιχες εργασίες (Alberti et al. 2000, Herold et al. 2003, Ji et al. 2006, Yu & Ng 2007, Pham et al. 2011, Triantakoustantis & Stathakis 2015, Reis et al. 2016, Debbage et al. 2017, Magidi & Ahmed, 2019) καθώς και να περιγράφουν τα χωρικά μοτίβα και τις διαμορφώσεις του αστικού χώρου (Peng et al., 2010). Οι επιλεγθείσες μετρήσεις έχουν ευρέως εφαρμοστεί και δοκιμαστεί σε ένα μεγάλο σύνολο πόλεων σε όλο τον κόσμο (Aguilera et al., 2001, Herold et al., 2003, Huang et al., 2007, Yu & Ng 2007, Prastakos et al., 2012, Triantakoustantis & Stathakis 2015, Jiao et al., 2015, Reis et al., 2016, Nong et al., 2018, Dai et al., 2018, Magidi & Ahmed, 2019) με τις μεθόδους να είναι αρκετά τυποποιημένες και τα αποτελέσματά τους να έχουν συζητηθεί ευρέως.

Οι επιλεγθείσες μετρήσεις για την παρούσα έρευνα είναι οι εξής οκτώ: Number of Patches (NP), Patch Density (PD), Edge Density (ED), Largest Patch Index (LPI), Landscape Shape Index (LSI), Mean Patch Area (AREA\_MN) Mean Euclidean Nearest-neighbor Distance (ENN\_AM) και Aggregation Index (AI), οι οποίες περιγράφονται στον πίνακα 2.1:

<b>Πίνακας 2.1: Χωρικές μετρήσεις στην αστική διάχυση</b>				
<b>Χωρική μέτρηση</b>	<b>Περιγραφή (McGarigal and Marks, 1995; McGarigal et al., 2002, 2012)</b>	<b>Μονάδες</b>	<b>Εύρος τιμών</b>	<b>Μαθηματική έκφραση</b>
Number of Patches (NP)	Το πλήθος των μορφωμάτων στην περιοχή μελέτης	Χωρίς μονάδες	NP>=1 χωρίς όριο	NP = N Όπου N το πλήθος των μορφωμάτων
Patch density	Η πυκνότητα των μορφωμάτων. Η	Αριθμός ανά 100 εκτάρια	PD > 0,	$PD = \frac{N}{A}(10.000)(100)$

(PD)	τιμή πολλαπλασιάζε- ται με 10.000 και 100 ώστε να είναι ανά 100 εκτάρια			Όπου  N = συνολικός αριθμός μορφωμάτων στην περιοχή μελέτης  A = συνολική επιφάνεια περιοχής μελέτης (m ).
Edge Density (ED)	Το άθροισμα των μηκών (m) όλων των ακμών στο τοπίο, διαιρούμενο με τη συνολική επιφάνεια του τοπίου (m <sup>2</sup> ) πολλαπλασιαζό- μενο επί 10.000 (για μετατροπή σε εκτάρια)	Μέτρα ανά εκτάριο	ED>=0 χωρίς όριο	$ED = \frac{E}{A} (10.000)$ Όπου E=συνολικό μήκος (m) ακμών στην περιοχή μελέτης. A = συνολική επιφάνεια περιοχής μελέτης (m <sup>2</sup> ).
Largest patch index (LPI)	Το εμβαδόν (m <sup>2</sup> ) του μεγαλύτερου μορφώματος στην περιοχή μελέτης διαιρούμενο με τη συνολική επιφάνεια της περιοχής μελέτης (m <sup>2</sup> ) πολλαπλασιαζό- μενης επί 100 (για μετατροπή σε ποσοστό)	Ποσοστό	0<=LPI< =100	$LPI = \frac{\max(a_{ij})}{A} 100$  Όπου: a <sub>ij</sub> = εμβαδόν (m <sup>2</sup> ) του μορφώματος ij A = συνολικό εμβαδόν της περιοχής μελέτης (m <sup>2</sup> )
Landscape shape index (LSI)	Το LSI ισούται με 0,25(προσαρμογ ή για τα ψηφιδωτά δεδομένα) της περιμέτρου της περιοχής μελέτης και όλων των	Χωρίς μονάδες	LSI >= 1, χωρίς όριο	$LSI = \frac{.25 E^*}{\sqrt{A}}$  Όπου:

ακμών,  
διαιρούμενα με  
την  
τετραγωνική  
ρίζα της  
επιφάνειας της  
περιοχής  
μελέτης (m<sup>2</sup>)

E\* = =συνολικό μήκος  
(m) ακμών στην περιοχή  
μελέτης.  
A = συνολική επιφάνεια  
περιοχής μελέτης (m<sup>2</sup>).

Mean Patch  
Area  
(AREA\_M  
N)

Μέσος όρος  
έκτασης των  
μορφωμάτων.

Εκτάρια AREA\_  
MN > 0  
χωρίς  
όριο

$$AREA_{MN} = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n AREA_{ij}}{NP}$$

Όπου η τιμή AREA\_MN  
ισούται με το άθροισμα  
του εμβαδού όλων των  
μορφωμάτων της περιοχής  
μελέτης διαιρεμένο με τον  
συνολικό αριθμό των  
μορφωμάτων

Mean  
Euclidean  
Nearest-  
neighbor  
Distance  
(ENNMN)

Το ENN\_MN  
ισούται με τη  
μέση τιμή της  
απόστασης (m)  
από όλα τα  
μορφώματα στο  
μόρφωμα της  
πλησιέστερης  
γειτνίασης με  
βάση τη  
μικρότερη  
απόσταση, από  
κέντρο κελιού  
σε κέντρο  
κελιού.

Μέτρα ENN\_M  
N>0  
χωρίς  
όριο

$$ENN_{MN} = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n h_{ij}}{N}$$

Aggregatio  
n index  
(AI)

Το AI ισούται  
με το λόγο του  
αριθμού ομοίων  
όμορων  
εικονοψηφίδων  
προς τον  
μέγιστο δυνατό  
αριθμό ομοίων  
όμορων

Ποσοστό 0 <=  
AI<=  
100

$$AI = \left[ \sum_{i=1}^m \left( \frac{g_{ii}}{\max_j g_{ij}} \right) P_i \right] (100)$$

Όπου:

εικονοψηφίδων  
δεδομένης της  
αναλογίας της  
περιοχής  
μελέτης που  
αποτελείται από  
κάθε είδος  
μορφώματος

$g_{ii}$  = αριθμός ομοίων  
όμορων  
μεταξύ εικονοψηφίδων  
της κλάσης  $i$   
με βάση τη μέθοδο της  
απλής καταμέτρησης.  
 $\max-g_{ii}$  = μέγιστος  
αριθμός ομοίων όμορων  
μεταξύ εικονοψηφίδων  
της κλάσης  $i$  με βάση τη  
μέθοδο της απλής  
καταμέτρησης  
 $P_i$  = αναλογία της  
περιοχής που αποτελείται  
από κάθε είδος  
μορφώματος

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

---

Ο αδιάστατος δείκτης NP, το πλήθος των μορφωμάτων στην περιοχή μελέτης στην περίπτωση της αστικής διάχυσης μετρά το πλήθος της κτισμένης επιφάνειας. Όταν  $NP = 1$ , η περιοχή μελέτης έχει μόνον ένα μάρφωμα

Η πυκνότητα των μορφωμάτων Patch density PD, είναι σημαντικός δείκτης του τοπίου και ανήκει στην κατηγορία που μετρά την πολυπλοκότητα των μορφωμάτων. (μετρήσεις εμβαδού, ακμών και σχήματος)

Ο δείκτης της πυκνότητας των ακμών Edge Density (ED) ανήκει επίσης στην κατηγορία που μετρά την πολυπλοκότητα των μορφωμάτων. Οι δείκτες που δίνουν έμφαση στη μελέτη της επίδρασης του μεγέθους και του σχήματος της περιμέτρου των μορφωμάτων αξιολογούν την πολυπλοκότητα των μορφωμάτων. Ο δείκτης πυκνότητας των ακμών Edge Density (ED) είναι δείκτης έκφρασης της χωρικής ανομοιογένειας.

Ο δείκτης Largest Patch Index (LPI) αποτελεί μέτρηση της επικράτησης (κυριαρχίας) Όταν η τιμή βρίσκεται κοντά στο μηδέν, το μεγαλύτερο μάρφωμα είναι πολύ μικρό ενώ όταν η τιμή γίνει εκατό σημαίνει ότι υπάρχει ένα μόνο μάρφωμα,

Ο δείκτης σχήματος τοπίου Landscape Shape Index (LSI) ανήκει στην κατηγορία που μετρά την πολυπλοκότητα των μορφωμάτων. Αύξηση του δείκτη δείχνει ότι τα τοπία γίνονται περισσότερο ακανόνιστα. Επίσης ο δείκτης ερμηνεύει τη συνάθροιση ή τη διασπορά και αποτελεί συμπληρωματικό δείκτη του Aggregation Index (AI) (McGarigal et al., 2002). Όσο ο δείκτης αυξάνεται, αυξάνεται και η διασπορά των μορφωμάτων.

Ο δείκτης Mean Patch Area (AREA\_MN) είναι ένας απλός τρόπος περιγραφής της σύνθεσης του τοπίου. μπορεί επίσης να δώσει μια ιδέα για τη δομή των μορφωμάτων. Όταν η τιμή βρίσκεται κοντά στο μηδέν, όλα τα μορφώματα είναι μικρά ενώ όταν αυξάνεται χωρίς όριο και τα μορφώματα επίσης αυξάνονται. Επίσης, δείχνει τη μέση κατάσταση των μορφωμάτων.

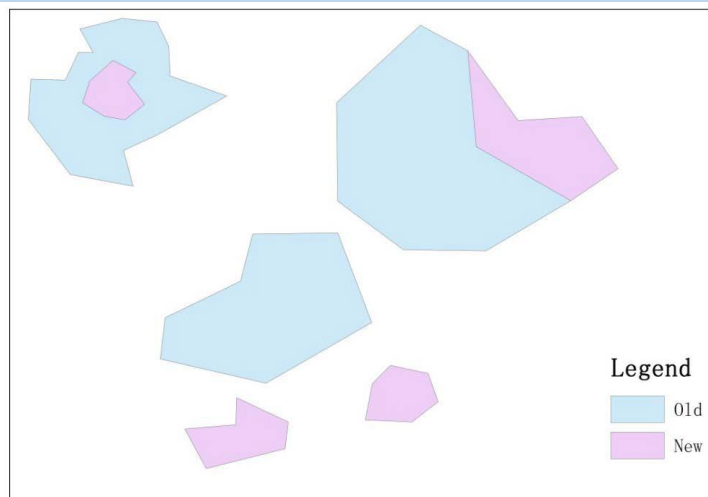
Ο δείκτης της Μέσης Ευκλείδειας Απόστασης του πλησιέστερου γείτονα (ENN\_AM) αποτελεί έναν απλό και αποτελεσματικό τρόπο για την εκτίμηση της εγγύτητας ή της απομόνωσης του κοντινότερου γειτονικού μορφώματος της ίδιας κλάσης. Όσο η τιμή του ENN\_AM πλησιάζει το μηδέν, η απόσταση είναι μικρή, ενώ όσο μεγαλώνει χωρίς όριο, η απόσταση αυξάνεται.

Ο δείκτης Aggregation Index (AI), ανήκει στις μετρήσεις διαμόρφωσης και μετρά τη συνάθροιση ή τη διασπορά των μορφωμάτων. Ο δείκτης επίσης μας δείχνει πόσο συμπαγής είναι μια αστική περιοχή.

### 2.5.2.2 Δείκτης Επέκτασης Τοπίου (Landscape Expansion Index, LEI)

Η ανάλυση των χωρικών μοτίβων και η κατανόηση των διαδικασιών μέσα από τις οποίες παρατηρούνται οι αλλαγές στον αστικό χώρο, είναι ένα από τα κύρια θέματα που απασχολούν την παγκόσμια έρευνα (Schröder & Seppelt, 2006). Η διαδικασία της αστικής επέκτασης περιλαμβάνει τρεις τύπους χωρικών μοτίβων: πλήρωση (infilling), επέκταση ακμών (edge – expansion) και απομάκρυνση (outlying) (Εικόνα 2.2), ενώ άλλα μοτίβα μπορούν να θεωρηθούν ως παραλλαγές ή υβρίδια αυτών των τριών βασικών μορφών (Wilson et al., 2003)

**Εικόνα 2.2: Παράδειγμα πλήρωσης (infilling), επέκτασης ακμών (edge – expansion) και απομάκρυνσης (outlying) της κτισμένης επιφάνειας**





Πηγή: Liu et al. (2010)

Η πλήρωση αποτελεί τύπο της αστικής επέκτασης κατά τον οποίο αστικά κενά παλαιότερου ιστού γεμίζουν με νεότερο αστικό ιστό.

Η επέκταση άκρων αφορά στον τύπο της αστικής επέκτασης κατά τον οποίο νεότερος αστικός ιστός αναπτύσσεται μονόπλευρα σε παράλληλες λωρίδες στις ακμές παλαιότερου ιστού, ενώ

Η Απομάκρυνση αποτελεί τύπο της αστικής επέκτασης κατά τον οποίο νεότερος αστικός ιστός βρίσκεται απομακρυσμένος από τον παλαιότερο ιστό.

Ο Δείκτης Επέκτασης Τοπίου (Landscape Expansion Index, LEI), προτάθηκε από τους Liu et al. (2010), με σκοπό να δοθεί μια ολοκληρωμένη εικόνα για το μοτίβο της αστικής επέκτασης, τον προσδιορισμό των τύπων της επέκτασης και την διαδικασία αλλαγής καθώς οι αλλαγές αυτές παρατηρούνται σε δύο ή περισσότερα χρονικά διαστήματα.

Για τον προσδιορισμό του δείκτη LEI χρησιμοποιείται ανάλυση ζωνών εγγύτητας (buffer zones) μια από τις πλέον σημαντικές λειτουργίες χωρικής ανάλυσης ενός Συστήματος Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS).

Ο δείκτης ορίζεται ως:

$$LEI=100X \frac{A_0}{A_0+A_v} \quad Liu et al. (2010)$$

Όπου:  $A_0$  είναι η τομή μεταξύ της ζώνης εγγύτητας και του παλαιού αστικού ιστού ενώ  $A_v$  η τομή μεταξύ της ζώνης εγγύτητας και του νεότερου αστικού ιστού

Οι τιμές του δείκτη κυμαίνονται  $0 \leq LEI \leq 100$

Οι Xu et al. (2007), χρησιμοποίησαν ένα κατώφλι το οποίο είναι ο λόγος μεταξύ της κοινής ακμής (μεταξύ υπάρχοντος και νέου αστικού ιστού) και την περίμετρο του ιστού προκειμένου να γίνει διάκριση μεταξύ των διαφόρων τύπων της αστικής επέκτασης. Ένας τύπος επέκτασης καθορίζεται ως πλήρωση όταν η τιμή του λόγου είναι μεγαλύτερη από 0,5 ενώ ως επέκταση άκρων όταν η τιμή του λόγου μεταξύ της κοινής ακμής και της περιμέτρου του αστικού ιστού είναι μικρότερη από 0,5. Συνεπώς, ως πλήρωση θεωρείται η περιοχή στη ζώνη επιρροής που καταλαμβάνεται από τον παλαιό αστικό ιστό  $A_0$  τουλάχιστον κατά 50% ενώ ως επέκταση των άκρων η περιοχή στη



ζώνη επιρροής που καταλαμβάνει από τον παλιό αστικό ιστό  $A_0$  όχι περισσότερο από το 50% (Εικόνα 2.3).

**Εικόνα 2.3: Τύπος αστικής επέκτασης πλήρωσης (infilling), επέκτασης ακμών (edge – expansion) και απομάκρυνση ((outlying) με τιμές του δείκτη LEI**

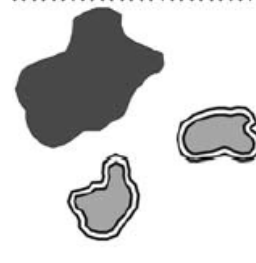


Πλήρωση (Infilling).  
LEI>50

Πηγή: Liu et al. (2010)



Επέκταση άκρων (edge – expansion). LEI<50



Απομάκρυνση (outlying) LEI=0

Έτσι, εάν ο δείκτης LEI κυμαίνεται από 50 έως 100 τότε ο τύπος επέκτασης είναι πλήρωση, αν ο δείκτης LEI κυμαίνεται από μηδέν έως 50 τότε ο τύπος επέκτασης είναι επέκταση άκρων ενώ αν ο δείκτης LEI είναι μηδέν τότε ο τύπος επέκτασης είναι απομάκρυνση.

Οι Liu et al. (2010), πρότειναν επίσης τον Μέσο Σταθμισμένο Δείκτη Επέκτασης (Area-weighted mean expansion index AWMEI). Ο δείκτης ορίζεται ως

$$AWMEI = \sum_{i=1}^N LEI_i \frac{a_i}{A} \quad \text{Liu et al. (2010)}$$

Όπου:  $LEI_i$  είναι ο δείκτης LEI για ένα καινούργιο αστικό ιστό, το  $a_i$  είναι η επιφάνεια αυτού του νέου ιστού και  $A$  η συνολική επιφάνεια όλων των νέων ιστών.

Μεγαλύτερη τιμή του AWMEI σηματοδοτεί τάση για πιο συμπαγή ιστό που σημειώνεται μαζί με την αστική επέκταση ενώ μικρότερη τιμή του AWMEI σημαίνει ότι ο αστικός ιστός βρίσκεται σε διάχυση.

Ο δείκτης επέκτασης τοπίου LEI έχει εφαρμοστεί πολύ επιτυχημένα στον καθορισμό των τύπων της αστικής επέκτασης σε περιοχές που βρίσκονται σε αστική διάχυση (Shi et al., 2012, Jiao et al., 2015, Jiao et al., 2018, Dadashpoor et al., 2019, Li et al., 2022).

### 2.5.3 Η μέτρηση της αστικής διάχυσης με μεταβλητές

#### 2.5.3.1 Η μέθοδος της εντροπίας Shannon

Η μέτρηση της αστικής διάχυσης με τη μέθοδο της εντροπίας Shannon έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως τα τελευταία χρόνια από πολλούς ερευνητές για την εύρεση

της αστικής διάχυσης (Yeh & Li, 2001, Bhatta, 2009, Bhatta et al., 2010, Sudhira et al., 2004, Vinoth Kumar et al. 2007, Deka et al. 2011)

Ο όρος προέρχεται από τον Claude Shannon το 1948 ο οποίος όρισε τον όρο «εντροπία πληροφοριών» (αργότερα ονομάστηκε και εντροπία Shannon), δίνοντας στατιστικό χαρακτήρα στην εντροπία. Η εργασία του «Μια μαθηματική θεωρία της επικοινωνίας» θεωρείται ότι είναι θεμέλιο της σύγχρονης θεωρίας της πληροφορίας  
Η σχέση που την εκφράζει είναι:

$$H = -\sum p(x_i) \log p(x_i)$$

Κατά τους Cabral et al.,(2013), το μέτρο της σχετικής εντροπίας (relative entropy) της εντροπίας Shannon, δέχτηκε διευρυμένη ερμηνεία από τον Theil (1972), θεωρώντας το ως ένα μέτρο χωρικής διασποράς. Συγκεκριμένα, η έννοια υποδηλώνει την αναλογία της μέγιστης δυνατής διασποράς στην οποία μια μεταβλητή κατανέμεται μεταξύ κατηγοριών ή μεταξύ χωρικών ζωνών. Η εντροπία Shannon χρησιμοποιήθηκε επίσης στην κοινωνιολογία, όπου εισήχθη ο όρος της κοινωνικής εντροπίας (Bailey, 1990).

Κατά τους Yeh & Li (2001), η εντροπία Shannon μπορεί να μετρήσει την αστική διάχυση. Σύμφωνα με τη μεθοδολογία, η περιοχή μπορεί να χωριστεί σε  $n$  ζώνες και κατόπιν υπολογίζεται η πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας των  $n$  ζωνών. Η τιμή της εντροπίας  $H$  μπορεί να προσδιορίσει εάν η περιοχή που μελετάται είναι διασκορπισμένη ή συμπαγής. Η τιμή της εντροπίας είναι πάντα μεταξύ 0 και  $\log(n)$  και υπολογίζεται με την ακόλουθη εξίσωση:

$$H = -\frac{1}{\log N} \sum_i p_i \log p_i$$

όπου το  $p_i$  δηλώνει το ποσοστό της κτισμένης επιφάνειας που βρίσκεται στη  $i^{\text{th}}$  ζώνη

$$(p_i = \frac{x_i}{\sum_j^n x_j}),$$

$n$  είναι ο αριθμός των ζωνών και  $x_i$  είναι η παρατηρηθείσα τιμή του φαινομένου στην  $i^{\text{th}}$  ζώνη. Εάν η τιμή της εντροπίας είναι κοντά στο μηδέν σημαίνει ότι η περιοχή είναι συμπαγής, ενώ εάν η τιμή της εντροπίας βρίσκεται κοντά στην τιμή  $\log(n)$  η περιοχή βρίσκεται σε αστική διάχυση

Η σχετική εντροπία  $H'_n$  μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δείξει την κλιμάκωση της εντροπίας. Η σχετική εντροπία παίρνει τιμές μεταξύ μηδέν και 1 και η σχέση που την περιγράφει είναι:

$$H'_n = \sum_i^n p_i \log \frac{1}{p_i} / \log (n)$$

Εάν η τιμή της σχετικής εντροπίας είναι κοντά στο μηδέν, σημαίνει ότι η περιοχή είναι συμπαγής, ενώ εάν η τιμή της εντροπίας βρίσκεται κοντά στην τιμή 1 η περιοχή βρίσκεται σε αστική διάχυση.

Όπως σημειώνουν οι Yeh & Li (2001), η εντροπία είναι ευαίσθητη στις παραλλαγές των σχημάτων και των μεγεθών των περιοχών που επιλέγονται για τον υπολογισμό των παρατηρούμενων αναλογιών. Οι συγγραφείς προτείνουν ως λύση στο πρόβλημα τη θεωρία αποσύνθεσης, επειδή η επιρροή της διαφοράς στις κλίμακες, όταν μεγαλύτερες ζώνες χωρίζονται σε μικρότερες ζώνες, μπορεί να ποσοτικοποιηθεί χρησιμοποιώντας την ακόλουθη εξίσωση:

$$H_n = \sum_{j=1}^m p_j \log\left(\frac{1}{p_j}\right) + \sum_{j=1}^m [p_j \sum_{i \in j} \left(\frac{p_{j(i)}}{p_j}\right) \log\left(\frac{p_j}{p_{j(i)}}\right)],$$

Όπου  $j$  είναι η  $j^{\text{th}}$  ζώνη στην κλίμακα της περιοχής,  $m$  είναι ο συνολικός αριθμός ζωνών στην κλίμακα περιοχής,  $p_j$  είναι η αναλογία στην  $j^{\text{th}}$  ζώνη στην κλίμακα της περιοχής, το  $p_{j(i)}$  είναι η αναλογία στην  $i^{\text{th}}$  υποπεριοχή εντός της  $j^{\text{th}}$  περιοχής και  $n_j$  είναι ο συνολικός αριθμός υποπεριοχών στην  $j^{\text{th}}$  περιοχή. Σε αυτή την εξίσωση, η εντροπία διασπάται σε δύο μέρη. Το πρώτο μέρος ( $H_m$ ) υπολογίζει τη διακύμανση του φαινομένου μεταξύ περιοχών και το δεύτερο μέρος ( $H_{n/m}$ ) μετρά τη διακύμανση του φαινομένου εντός περιοχών ( $H_n = H_m + H_{n/m}$ ). Σύμφωνα με την εξίσωση, μια «αύξηση του αριθμού των ζωνών (με μικρότερο μέγεθος) θα προκαλούν αύξηση της τιμής της εντροπίας λόγω κέρδους πληροφοριών σε μικρότερες υποπεριοχές (Yeh and Li 2001),

### 2.5.3.2 Η μέτρηση της αστικής διάχυσης με την μέθοδο της Σταθμισμένης Αστικής Εξάπλωσης Weighted urban proliferation (WUP)

Η συγκεκριμένη μέθοδος προτάθηκε από τους Jaeger et al., (2010b) και υπολογίζει τον βαθμό αστικής διάχυσης ως αριθμητική τιμή. Η μέθοδος βασίζεται στην προϋπόθεση ότι όσο αυξάνεται η κτισμένη επιφάνεια σε ένα δεδομένο τοπίο (ποσότητα κτισμένης επιφάνειας) και όσο πιο διασπαρμένη γίνεται αυτή η κτισμένη επιφάνεια (χωρική διαμόρφωση) και όσο μεγαλύτερη είναι η κατανάλωση αυτής της κτισμένης επιφάνειας ανά κάτοικο ή πλήθος θέσεων εργασίας (ένταση στην κτισμένη επιφάνεια), τόσο υψηλότερος είναι ο συνολικός βαθμός αστικής διάχυσης.

Αρά, η συγκεκριμένη μέθοδος μετρά την αστική διάχυση ενσωματώνοντας αυτές τις τρεις συνιστώσες σε μια ενιαία μέτρηση.

Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα της μεθόδου WUP σύμφωνα με τους Jaeger et al., (2010a) είναι ότι πληροί και τα 13 κριτήρια καταλληλότητας για τη μέτρηση της αστικής διάχυσης. Ορισμένα από τα κριτήρια αποτελούν απαραίτητες προϋποθέσεις ενώ άλλα αντιπροσωπεύουν επιθυμητά πρόσθετα κριτήρια (Pourali et al., 2022). Η ιδανική μέτρηση θα πληρούσε και τα 13 κριτήρια. Τα κριτήρια είναι: (1) διαισθητική ερμηνεία, (2) μαθηματική απλότητα, (3) μέτριες απαιτήσεις δεδομένων, (4) χαμηλή ευαισθησία σε πολύ μικρά μορφώματα της αστικής περιοχής, (5) μονότονη απόκριση στην αύξηση της αστικής περιοχής, (6) μονότονη απόκριση στην αυξανόμενη απόσταση μεταξύ δύο αστικών μορφωμάτων όταν βρίσκονται εντός της κλίμακας

ανάλυσης, (7) μονότονη απόκριση στην αυξημένη εξάπλωση τριών αστικών μορφωμάτων, (8) ίδια κατεύθυνση των αποκρίσεων της μέτρησης στις διαδικασίες των κριτηρίων 5, 6 και 7, (9) συνεχής απόκριση στη συγχώνευση δύο αστικών μορφωμάτων, (10) ανεξαρτησία της μέτρησης από τη θέση των αστικών μορφωμάτων εντός της περιοχής μελέτης, (11) συνεχής απόκριση στην αυξανόμενη απόσταση μεταξύ δύο αστικών μορφωμάτων όταν κινούνται πέρα από την κλίμακα της ανάλυσης, (12) μαθηματική ομοιογένεια και (13) προσθετικότητα (Jaeger et al., 2010a)

Αναλυτικότερα, οι τρεις συνιστώσες που αντιστοιχούν στις τρεις διαστάσεις της αστικής διάχυσης είναι: (1) το ποσοστό της κτισμένης επιφάνειας (PBA), (2) η διασπορά των κτισμένων περιοχών (DIS) και (3) η κατανάλωση γης ανά κάτοικο ή πλήθος θέσεων εργασίας (LUP).

(1) Το ποσοστό της κτισμένης επιφάνειας (PBA): μετρά το μέγεθος της κτισμένης επιφάνειας (ως ποσοστό της συνολικής επιφάνειας ή της μονάδας αναφοράς). Οι τιμές για μονάδες αναφοράς διαφορετικών μεγεθών μπορούν να συγκριθούν άμεσα επειδή η τιμή PBA δεν εξαρτώνται από το μέγεθος της περιοχής. Ειδικότερα, η συνιστώσα ποσοστό της κτισμένης επιφάνειας (PBA), δίνει έμφαση στην ορατή κατανάλωση γης (Weilenmann et al., 2017), όπως χρησιμοποιείται στις εργασίες των Herold et al., (2003).

(2) η διασπορά των κτισμένων περιοχών (DIS): χαρακτηρίζει το μοτίβο οικισμού από την πλευρά της γεωμετρίας και βασίζεται στις αποστάσεις μεταξύ οποιονδήποτε δύο σημείων εντός των κτισμένων περιοχών μέχρι μια μέγιστη απόσταση που ονομάζεται ορίζοντα της αντίληψης (HP). Αυτή η συνιστώσα βασίζεται στην ιδέα ότι ο βαθμός της αστικής διάχυσης εντείνεται τόσο με την αύξηση της αστικής περιοχής όσο και με την αυξανόμενη διασπορά. Η μέτρηση της διασποράς αναλύει το μοτίβο της δομημένης περιοχής στο τοπίο από μια γεωμετρική προοπτική. Η ανάλυση πραγματοποιείται λαμβάνοντας μετρήσεις απόστασης μεταξύ τυχαίων σημείων εντός της δομημένης περιοχής. Στη συνέχεια, η μέση τιμή υπολογίζεται από τη μέτρηση όλων των πιθανών ζευγών σημείων. Όσο πιο μακριά είναι δύο σημεία, τόσο μεγαλύτερη είναι η τιμή μέτρησης και τόσο μεγαλύτερη είναι η συμβολή τους στη διασπορά. Ενώ όσο πιο κοντά είναι δύο σημεία, τόσο χαμηλότερη είναι η τιμή και τόσο μικρότερη είναι η συμβολή τους στη διασπορά των κτισμένων περιοχών. Αυτή η μέτρηση εκφράζεται ως  $UPU/(m^2$  της κτισμένης περιοχής). Ο υπολογισμός του παράγοντα DIS απαιτεί τον καθορισμό της κλίμακας που εκφράζεται με τον ορίζοντα της αντίληψης (HP). Κατά τους Jaeger et al., (2010b), αποδεκτές τιμές για τον παράγοντα HP είναι από 1km έως 5km, με προτεινόμενη τιμή τα 2km. Οι τιμές της διασποράς αυξάνονται όσο αυξάνει η τιμή του παράγοντα HP. Ειδικότερα, η συνιστώσα των κτισμένων περιοχών (DIS) αποτυπώνει τη διάσπαρτη χωρική διάταξη και τον ακανόνιστο και ασυνεχή κατακερματισμό της αστικής ανάπτυξης. Όπως σημειώνουν και οι Weilenmann et al., (2017), η διασπορά ως σημαντικό χαρακτηριστικό της εξάπλωσης αντιμετωπίζεται και από άλλους μελετητές όπως οι Burchfield et al., (2006), Galster et al., (2001) και Torrens & Alberti, (2000). Η διασπορά είναι σταθμισμένη με τη συνάρτηση  $w1(DIS)$  ώστε να επιτρέπεται στα τμήματα του τοπίου στα οποία οι κτισμένες επιφάνειες είναι περισσότερο διασκορπισμένες να γίνουν καλύτερα αντιληπτά καθώς οι περιοχές αυτές μπορούν να

λαμβάνουν διαφορετικό βάρος. Οι τιμές του  $w_1(DIS)$  είναι μεταξύ 0,5 και 1,5 (Jaeger & Schwick, 2014).

(3) η κατανάλωση γης ανά κάτοικο ή πλήθος θέσεων εργασίας (LUP) περιγράφει τη χρήση μιας κτισμένης περιοχής από άτομα που εργάζονται ή/και ζουν σε αυτήν την περιοχή. Περιοχές με πολλούς κατοίκους και εργαζόμενους θεωρούνται καλύτερα χρησιμοποιούμενες και συνεπώς υπόκεινται σε λιγότερη διάχυση. Αντίστοιχα, η μέτρηση περιλαμβάνει ένα σταθμισμένο παράγοντα  $w_2(LUP)$ , που είναι πάντα μικρότερος από 1.

Το γινόμενο των PBA και DIS ονομάζεται αστική διείσδυση (UP) επειδή περιγράφει τον βαθμό στον οποίο τμήματα κατοικημένης περιοχής διεισδύουν στο τοπίο. Αντιπροσωπεύει συνεπώς την εξάπλωση των κατοικημένων περιοχών σε ένα τοπίο με τη συνάρτηση να είναι:

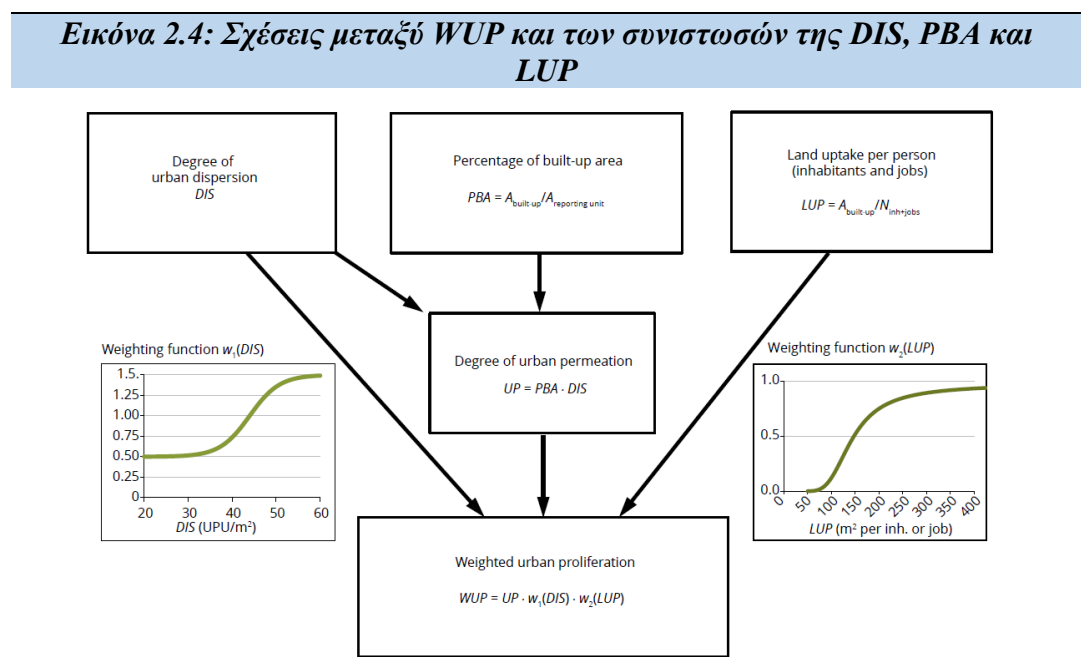
$$WUP = UP \times w_1(DIS) \times w_2(LUP).$$

Εναλλακτικά, ο τύπος για το WUP μπορεί να γραφτεί ως

$$WUP = PBA \times w_3(DIS) \times w_2(LUP),$$

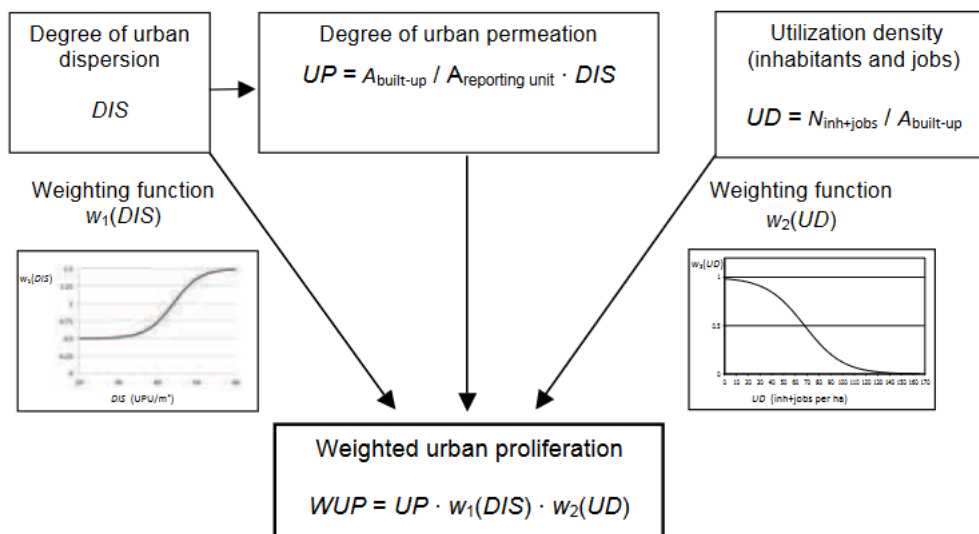
όπου το  $w_3(DIS)$  είναι ελαφρώς διαφορετική συνάρτηση στάθμισης:  $w_3(DIS) = DIS \times w_1(DIS)$ . Όσο υψηλότερη είναι η τιμή του WUP, τόσο μεγαλύτερη η τιμή της αστικής διάχυσης

Οι σχέσεις μεταξύ της μέτρησης WUP και των συνιστωσών της DIS, PBA και LUP είναι ως εξής:



Εναλλακτικά, η εντατική χρήση μιας κτισμένης περιοχής μπορεί να περιγραφεί από την πυκνότητα χρήσης (UD). Αυτή η συνιστώσα βασίζεται στην προϋπόθεση ότι όσο περισσότεροι άνθρωποι και θέσεις εργασίας βρίσκονται στην κατοικημένη περιοχή, τόσο πιο αποτελεσματική γίνεται η χρήση της γης.

**Εικόνα 2.5: Σχέσεις μεταξύ WUP και των συνιστωσών της DIS, UP και UD**



Πηγή: Jaeger & Schwick, (2014)

Σε κάθε περίπτωση, η στάθμιση της μέτρησης WUP, λαμβάνει υπόψη ότι η αντίληψη της διάχυσης συχνά σχετίζεται μη γραμμικά με το επίπεδο κατανάλωσης γης ανά κάτοικο ή πλήθος θέσεων εργασίας, το οποίο μετράται από την πυκνότητα (UD) και με το επίπεδο διασποράς (DIS). Ως εκ τούτου, αυτές οι δύο μετρήσεις σταθμίζονται με τρόπο που εμποδίζονται να αυξάνονται (ή να μειώνονται) υπερβολικά στα άκρα του πιθανού εύρους εξάπλωσης (Jaeger and Schwick, 2014). Όσο μεγαλύτερη είναι η πυκνότητα χρήσης, τόσο χαμηλότερη είναι η τιμή στάθμισης. Αυτό το χαμηλότερο βάρος αντικατοπτρίζει την κατανόηση ότι οι πυκνές υποενότητες της μονάδας αναφοράς, όπως το κέντρο των πόλεων, δεν θεωρούνται ως αστική διάχυση.

Την μέθοδο WUP έχουν επιλέξει αρκετοί ερευνητές όπως οι Wissen Hayek et al., (2011), Jaeger & Schwick, (2014), Hennig et al., (2015), Torrens, et al., (2016), Nazarnia et al., (2016), EEA, (2016), Weilenmann et al., (2017), Mustafa & Teller. (2020), Pournali et al., (2022).

#### 2.5.4 Η Ανάλυση Διαβάθμισης (Gradient Analysis) στην αστική διάχυση

Η ανάλυση διαβάθμισης αποτελεί σημαντικό εργαλείο ανάλυσης προσφέροντας πολύτιμες γνώσεις αναφορικά με τον τρόπο με τον οποίο διάφορες μεταβλητές του τοπίου αλλάζουν ανάλογα με την απόσταση, κυρίως από το αστικό κέντρο προς την περιφέρεια. Αρκετοί μελετητές αναλύουν την αστική διάχυση εφαρμόζοντας ένα συνδυασμό μεθοδολογιών από κλασσικές μετρήσεις όπως η πυκνότητα με άλλες χωρικές αναλύσεις όπως οι χωρικές μετρήσεις (landscape metrics), η ανάλυση διαβάθμισης και η χωρική στατιστική. Πιο συγκεκριμένα, ο Solon, (2009) χρησιμοποίησε ένα συνδυασμό από χωρικές μετρήσεις και δείκτες, οι Huang et al., (2007), χρησιμοποίησαν ένα συνδυασμό από χωρικές μετρήσεις, μέτρηση πυκνότητας και χωρική στατιστική ενώ οι Nong et al., (2018) χρησιμοποίησαν ένα συνδυασμό από ανάλυση διαβάθμισης και χωρικές μετρήσεις.

Η ανάλυση διαβάθμισης (gradient analysis) αναπτύχθηκε στα πλαίσια της ανάλυσης της βλάστησης και υποστηρίχθηκε ένθερμα από τον Robert Whittaker (1967), που έθεσε τα θεμέλια και τα αναλυτικά εργαλεία για το υπόδειγμα της ανάλυσης διαβάθμισης (gradient paradigm). Το υπόδειγμα της ανάλυσης διαβάθμισης μπορεί να συνοψιστεί στην άποψη ότι τα διαβαθμισμένα χωρικά μοτίβα διέπουν την αντίστοιχη δομή και λειτουργία των οικολογικών συστημάτων, είτε αυτά είναι πληθυσμοί, είτε κοινότητες, είτε οικοσυστήματα (McDonnell et al., 1993) και αποτελεί μια εναλλακτική λύση στις προσεγγίσεις μέσω ταξινόμησης (Gosz, 1992).

Κατά τους McDonnell & Pickett (1990), η ανάλυση διαβάθμισης αποτελεί ένα εννοιολογικό εργαλείο που επιτρέπει τη σύγκριση των μοτίβων και των διαδικασιών των συστημάτων, ενώ κατά τον Gosz, (1992), η ανάλυση διαβάθμισης αποτελεί μια ισχυρή τεχνική για την ανίχνευση της αλλαγής στη δυναμική των οικοσυστημάτων ενώ σημαντικό προσόν της αποτελεί η δυνατότητα της μεθοδολογίας να εφαρμόζεται σε διαφορετικές κλίμακες και να αποτυπώνει τις αλλαγές στο χώρο και στο χρόνο.

Από τη δεκαετία του '90 που οι McDonnell & Pickett (1990), εισήγαγαν τον όρο της διαβάθμισης της αστικοποίησης (urbanization gradient) (Seress et al., 2014), η συγκεκριμένη μεθοδολογία χρησιμοποιείται συχνά ως πλαίσιο για τη μελέτη της χωρικής διακύμανσης παραγόντων που σχετίζονται με την ένταση της αστικοποίησης (McDonnell & Hahs, 2008).

Παραδοσιακά, η ανάλυση διαβάθμισης χρησιμοποιεί μια χωρικά συνεχή γραμμική διαβάθμιση από τον αστικό πυρήνα προς την περιφέρεια όπως προβλέπεται σε απλά μοντέλα, όπως το μοντέλο των ομόκεντρων ζωνών (concentric zone model) του Burgess (1925). Μεταβλητές όπως η πληθυσμιακή πυκνότητα, η πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας, ο όγκος της κυκλοφορίας κ.α., συσχετίζονται στη συνέχεια κατά μήκος αυτής της διαβάθμισης (McIntyre et al., 2008).

Μελετητές όπως οι Foresman, et al., (1997), ορίζουν τη διαβάθμιση ως τη μετάβαση από την κεντρική περιοχή της πόλης στα προάστεια και ως τις παρυφές της πόλης, ενώ οι McDonnell & Pickett (1990), θεωρούν ότι η διαβάθμιση πρέπει να ταξινομεί την

μετάβαση από το πυκνό αστικό τοπίο στο πιο αραιό και διασκορπισμένο. Καθώς ο αστικός χώρος αποτελεί πολύπλοκο σύστημα, η διαβάθμιση της αστικοποίησης δεν είναι μια μονότονη τομή στο χώρο αλλά μια συνέχεια ενός συνδυασμού χαρακτηριστικών του αστικού χώρου που ποικίλλουν συστηματικά ως αποτέλεσμα των ανθρωπογενών αλλαγών (McDonnell & Hahs, 2008)

Κατά τους Foresman, et al., (1997), η ανάλυση διαβάθμισης αναπαριστά τις δομικές και λειτουργικές διαφορές μεταβατικών χωρικών μοτίβων τα οποία μπορούν να αποτυπώσουν την χωροχρονική πολυπλοκότητα και τη δυναμική του αστικού χώρου. Επιπροσθέτως, οι ίδιοι μελετητές θεωρούν την μεθοδολογία της ανάλυσης διαβάθμισης ως ένα εργαλείο το οποίο μπορούν να χρησιμοποιήσουν διαφορετικοί επιστημονικοί κλάδοι, καθώς μπορεί να λειτουργήσει σε διαφορετικές μεταβλητές (φυσικές, οικολογικές, κοινωνικές κ.α.).

Η ανάλυση διαβάθμισης παρέχει πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα στη μέτρηση των χωρικών χαρακτηριστικών της αστικοποίησης. Σύμφωνα με το θεωρητικό μοντέλο, δημιουργούνται ομόκεντροι κύκλοι από το κέντρο της περιοχής μελέτης με στόχο να παρέχουν ποσοτικές πληροφορίες για το μελετώμενο φαινόμενο (Sun et al., 2006). Ειδικότερα για το θέμα της αστικής διάχυσης, η ανάλυση διαβάθμισης αποκαλύπτει την κατεύθυνση της αστικής διάχυσης, τα χωρικά πρότυπα της αστικής διάχυσης αλλά και τις τάσεις της αστικής ανάπτυξης της περιοχής (Gao et al., 2015) ενώ επίσης παρέχει το επιστημονικό θεμέλιο για τον μελλοντικό πολεοδομικό σχεδιασμό και την διαχείριση της γης (Dai et al., 2018)

Τα τελευταία χρόνια, πληθώρα μελετών έχει εμβαθύνει στην ανάλυση διαβάθμισης ή στους συνδυασμούς της ανάλυσης διαβάθμισης με χωρικές μετρήσεις και με αναλύσεις πυκνότητας προκειμένου να ποσοτικοποιηθεί η αστική διάχυση και να προσδιοριστούν τα σημεία συσσώρευσης της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας (Ramachandra et al., 2015). Τα παραπάνω ολοκληρώνονται με τη χρήση μεθόδων των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών.

Παραδείγματα τέτοιων μελετών έχουν πραγματοποιηθεί για την Αμερική (Luck & Wu, 2002, Dietzel et al., 2005, Ji et al., 2006, Weng, 2007), για την Ασία (Zhang et al., 2004, Schneider et al., 2005, Seto & Fragkias, 2005, Kong & Nakagoshi, 2006, Sun et al., 2006, Yu & Ng, 2007, Xu et al., 2007, Nong et al., 2014, Ramachandra et al., 2015, Cao et al., 2015, Shaw & Das, 2018, Dai et al., 2018, Dutta & Das, 2019, Dinda et al., 2019, Li et al., 2022), για την Αυστραλία (Hahs & McDonnell, 2006), για την Ευρώπη (Solon, 2009, Modica et al., 2012, Suarez-Rubio & Krenn, 2018) και για την Αφρική (Taubenböck et al., 2009).

Τα αποτελέσματα των παραπάνω μελετών έδειξαν ότι η ανάλυση διαβάθμισης εντός συγκεκριμένων ζωνών και κατευθύνσεων από το κέντρο της πόλης, μπορούν να αποκαλύψουν τα χαρακτηριστικά της αστικής διάχυσης ενώ οι χωρικές μετρήσεις και οι δείκτες μπορούν να αναδείξουν τις αποκρίσεις του χωρικού μοτίβου στο φαινόμενο της αστικής διάχυσης



Στην παρούσα εργασία, ο όρος ανάλυση διαβάθμισης χρησιμοποιείται με την ευρεία έννοια, υποδηλώνοντας τεχνικές που βασίζονται στην ανάλυση μέσω της απόστασης (ομόκεντροι κύκλοι που ξεκινούν από ένα κέντρο) ή μέσω της κατεύθυνσης (κατευθύνσεις σε διαφορετικά σημεία του ορίζοντα που ξεκινούν από ένα κέντρο)

## Βιβλιογραφία κεφαλαίου 2

Aguilera, F., Valenzuela, L. M., & Botequilha-Leitão, A. (2011). Landscape metrics in the analysis of urban land use patterns: A case study in a Spanish metropolitan area. *Landscape and Urban Planning*, 99(3-4), 226-238.

Alberti, M., & Waddell, P. (2000). An integrated urban development and ecological simulation model. *Integrated Assessment*, 1(3), 215-227.

Al Tarawneh, W. M. (2014). Urban Sprawl on Agricultural Land (Literature Survey of Causes, Effects, Relationship with Land Use Planning and Environment): A Case Study from Jordan (Shihan Municipality Areas). *Journal of Environment and Earth Science*, 4(20), 97-124.

Arnold Jr, C. L., & Gibbons, C. J. (1996). Impervious surface coverage: the emergence of a key environmental indicator. *Journal of the American planning Association*, 62(2), 243-258

Avis, W. R. (2016). Urban governance (topic guide). *Birmingham, UK: GSDRC, University of Birmingham*.

Bailey, K. D. (1990). Social entropy theory: An overview. *Systems practice*, 3(4), 365-382.

Barbero-Sierra, C., Marques, M. J., & Ruíz-Pérez, M. (2013). The case of urban sprawl in Spain as an active and irreversible driving force for desertification. *Journal of arid environments*, 90, 95-102.

Batty, M., & Longley, P. A. (1994). *Fractal cities: a geometry of form and function*. Academic press.

Batty, M., Xie, Y., & Sun, Z. (1999). Dynamics of urban sprawl.

Benedict, M. A., & McMahon, E. T. (2002). Green infrastructure: smart conservation for the 21st century. *Renewable resources journal*, 20(3), 12-17.

Berling-Wolff, S., & Wu, J. (2004). Modeling urban landscape dynamics: a case study in Phoenix, USA. *Urban ecosystems*, 7(3), 215-240.

Bhatta, B. (2009). Analysis of urban growth pattern using remote sensing and GIS: a case study of Kolkata, India. *International Journal of Remote Sensing*, 30(18), 4733-4746.

Bhatta, B., Saraswati, S., & Bandyopadhyay, D. (2010). Urban sprawl measurement from remote sensing data. *Applied geography*, 30(4), 731-740.

- Bielsa, J., & Duarte, R. (2011). Size and linkages of the Spanish construction industry: key sector or deformation of the economy?. *Cambridge Journal of Economics*, 35(2), 317-334.
- Bren d'Amour, C., Reitsma, F., Baiocchi, G., Barthel, S., Güneralp, B., Erb, K. H., ... & Seto, K. C. (2017). Future urban land expansion and implications for global croplands. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(34), 8939-8944.
- Brueckner, J. K. (2000). Urban sprawl: diagnosis and remedies. *International regional science review*, 23(2), 160-171.
- Bruegmann, R. (2006). *Sprawl: A compact history*. University of Chicago press.
- Burchell, R. W., Shad, N. A., Listokin, D., Phillips, H., Downs, A., Seskin, S., & Gall, M. (1998). *The costs of sprawl-revisited* (No. Project H-10 FY'95).
- Burchell, R. W., & Shad, N. A. (1998). The evolution of the sprawl debate in the United States. *Hastings W.-Nw. J. Envtl. L. & Pol'y*, 5, 137.
- Burchfield, M., Overman, H. G., Puga, D., & Turner, M. A. (2002). *Sprawl*. Cambridge, MA: Lincoln Institute of Land Policy.
- Burchfield, M., Overman, H. G., Puga, D., & Turner, M. A. (2006). Causes of sprawl: A portrait from space. *The Quarterly Journal of Economics*, 121(2), 587-633.
- Burton, E. (2000). The compact city: just or just compact? A preliminary analysis. *Urban studies*, 37(11), 1969-2006
- Buttenheim, H. S., & Cornick, P. H. (1938). Land reserves for American cities. *The Journal of Land & Public Utility Economics*, 14(3), 254-265.
- Cabral, P., Augusto, G., Tewolde, M., & Araya, Y. (2013). Entropy in urban systems. *Entropy*, 15(12), 5223-5236.
- Calthorpe, P., Fulton, W., & Fulton, W. B. (2001). *The regional city*. Island Press.
- Cao, Y., Bai, Z., Zhou, W., & Ai, G. (2015). Gradient analysis of urban construction land expansion in the Chongqing urban area of China. *Journal of Urban Planning and Development*, 141(1), 05014009.
- Chin, N. (2002). Unearthing the roots of urban sprawl: a critical analysis of form, function and methodology.
- Clawson, M. (1962). Urban sprawl and speculation in suburban land. *Land economics*, 38(2), 99-111.

Clifton, K., Ewing, R., Knaap, G. J., & Song, Y. (2008). Quantitative analysis of urban form: a multidisciplinary review. *Journal of Urbanism*, 1(1), 17-45.

Cobbinah, P. B., & Amoako, C. (2012). Urban sprawl and the loss of peri-urban land in Kumasi, Ghana. *International Journal of Social and Human Sciences*, 6(388), e397.

Couch, C., Leontidou, L., & Arnstberg K.O., (2008). *Introduction: Definitions, theories and Methods of Comparative Analysis* (pp. 3-34) in Couch, C., Petschel-Held, G., & Leontidou, L. (Eds.). (2008). *Urban sprawl in Europe: landscape, land-use change and policy*. Oxford: Blackwell.

Couch, C., Karecha, J., Nussl, H., & Rink, D. (2005). Decline and sprawl: an evolving type of urban development—observed in Liverpool and Leipzig. *European planning studies*, 13(1), 117-136.

Cutsinger, J., Galster, G., Wolman, H., Hanson, R., & Towns, D. (2005). Verifying the multi-dimensional nature of metropolitan land use: Advancing the understanding and measurement of sprawl. *Journal of Urban Affairs*, 27(3), 235-259

Dadashpoor, H., Azizi, P., & Moghadasi, M. (2019). Land use change, urbanization, and change in landscape pattern in a metropolitan area. *Science of the Total Environment*, 655, 707-719.

Dai, E., Wu, Z., & Du, X. (2018). A gradient analysis on urban sprawl and urban landscape pattern between 1985 and 2000 in the Pearl River Delta, China. *Frontiers of Earth Science*, 12(4), 791-807.

Daniels, T. (1999, April). What to do about rural sprawl. In *American Planning Association Conference* (Vol. 28).

Daniels, T. (2001). Smart growth: A new American approach to regional planning. *Planning practice and research*, 16(3-4), 271-279.

Debbage, N., Bereitschaft, B., & Shepherd, J. M. (2017). Quantifying the spatiotemporal trends of urban sprawl among large US metropolitan areas via spatial metrics. *Applied Spatial Analysis and Policy*, 10(3), 317-345.

De Clercq, E. M., Vandemoortele, F., & De Wulf, R. R. (2006). A method for the selection of relevant pattern indices for monitoring of spatial forest cover pattern at a regional scale. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 8(2), 113-125.

Deka, J., Tripathi, O. P., & Khan, M. L. (2011). Urban growth trend analysis using Shannon Entropy approach-A case study in North-East India. *International Journal of Geomatics and Geosciences*, 2(4), 1062-1068.

Dietzel C, Herold M, Hemphill JJ, Clarke KC. Spatio-temporal dynamics in California's Central Valley: Empirical links to urban theory. *International Journal of Geographical Information Science*. 2005; 19 (2):175–195.

Dinda, S., Das, K., Chatterjee, N. D., & Ghosh, S. (2019). Integration of GIS and statistical approach in mapping of urban sprawl and predicting future growth in Midnapore town, India. *Modeling Earth Systems and Environment*, 5(1), 331-352.

Downs, A. (1999). Some realities about sprawl and urban decline. *Housing policy debate*, 10(4), 955-974.

Dowling, T. J. (2000). Reflections on urban sprawl, smart growth, and the Fifth Amendment. *University of Pennsylvania Law Review*, 148(3), 873-887.

Dutta, I., & Das, A. (2019). Exploring the dynamics of urban sprawl using geo-spatial indices: a study of English Bazar Urban Agglomeration, West Bengal. *Applied Geomatics*, 11(3), 259-276.

EEA, (2006), Urban Sprawl in Europe. The Ignored Challenge. EEA Report No. 10/2006

Ewing, R. (1997). Is Los Angeles-style sprawl desirable?. *Journal of the American planning association*, 63(1), 107-126

Ewing, R., Pendall, R. and Chen, D. (2002) Measuring sprawl and its impact, Smart Growth America, Washington DC.

Ewing, R., Schmid, T., Killingsworth, R., Zlot, A., & Raudenbush, S. (2003). Relationship between urban sprawl and physical activity, obesity, and morbidity. *American journal of health promotion*, 18(1), 47-57.

Ewing, R., & Hamidi, S. (2015). Compactness versus sprawl: A review of recent evidence from the United States. *Journal of planning literature*, 30(4), 413-432.

Foresman, T. W., Pickett, S. T., & Zipperer, W. C. (1997). Methods for spatial and temporal land use and land cover assessment for urban ecosystems and application in the greater Baltimore-Chesapeake region. *Urban ecosystems*, 1(4), 201-216.

Forman, R. T. (2000). Estimate of the area affected ecologically by the road system in the United States. *Conservation biology*, 14(1), 31-35.

Fox, S., & Goodfellow, T. (2016). Cities and development. Routledge.

Frenkel, A. (2004). The potential effect of national growth-management policy on urban sprawl and the depletion of open spaces and farmland. *Land use policy*, 21(4), 357-369.

- Frenkel, A., & Ashkenazi, M. (2008). Measuring urban sprawl: how can we deal with it?. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 35(1), 56-79.
- Frenkel, A., & Orenstein, D. (2011). A pluralistic approach to defining and measuring urban sprawl. *Urban remote sensing: monitoring, synthesis and modeling in the urban environment*, 165-181.
- Frumkin, H. (2016). Urban sprawl and public health. *Public health reports*.
- Galster, G., Hanson, R., Ratcliffe, M. R., Wolman, H., Coleman, S., & Freihage, J. (2001). Wrestling sprawl to the ground: defining and measuring an elusive concept. *Housing policy debate*, 12(4), 681-717.
- Gardner, B. L. (1994). Commercial agriculture in metropolitan areas: Economics and regulatory issues. *Agricultural and Resource Economics Review*, 23(1), 100-109.
- Glaeser, E. L., & Kahn, M. E. (2004). Sprawl and urban growth. In *Handbook of regional and urban economics* (Vol. 4, pp. 2481-2527). Elsevier.
- Gómez-Álvarez, D., Rajack, R. M., López-Moreno, E., & Lanfranchi, G. (Eds.). (2017). *Steering the metropolis: metropolitan governance for sustainable urban development*. Inter-American Development Bank.
- Gosz, J. R. (1992). Gradient analysis of ecological change in time and space: implications for forest management. *Ecological Applications*, 2(3), 248-261.
- Griffith, J. A., Martinko, E. A., & Price, K. P. (2000). Landscape structure analysis of Kansas at three scales. *Landscape and urban planning*, 52(1), 45-61.
- Gustafson, E. J. (1998). Quantifying landscape spatial pattern: what is the state of the art?. *Ecosystems*, 1(2), 143-156.
- Hahs, A. K., & McDonnell, M. J. (2006). Selecting independent measures to quantify Melbourne's urban-rural gradient. *Landscape and urban planning*, 78(4), 435-448.
- Handy, S. L., & Niemeier, D. A. (1997). Measuring accessibility: an exploration of issues and alternatives. *Environment and planning A*, 29(7), 1175-1194.
- Hankey, S., & Marshall, J. D. (2010). Impacts of urban form on future US passenger-vehicle greenhouse gas emissions. *Energy Policy*, 38(9), 4880-4887.
- Harvey, R. O., & Clark, W. A. (1965). The nature and economics of urban sprawl. *Land Economics*, 41(1), 1-9.
- Hasse, J. E., & Lathrop, R. G. (2003). Land resource impact indicators of urban sprawl. *Applied geography*, 23(2-3), 159-175.

Haase, D., & Nuisl, H. (2007). Does urban sprawl drive changes in the water balance and policy?: The case of Leipzig (Germany) 1870–2003. *Landscape and Urban Planning*, 80(1-2), 1-13.

Heimlich, R. E., & Anderson, W. D. (2001). *Development at the urban fringe and beyond: Impacts on agriculture and rural land* (No. 1473-2016-120733).

Hennig, E. I., Schwick, C., Soukup, T., Orlitová, E., Kienast, F., & Jaeger, J. A. (2015). Multi-scale analysis of urban sprawl in Europe: Towards a European de-sprawling strategy. *Land use policy*, 49, 483-498.

Herold, M., Scepan, J., & Clarke, K. C. (2002). The use of remote sensing and landscape metrics to describe structures and changes in urban land uses. *Environment and planning A*, 34(8), 1443-1458.

Herold, M., Goldstein, N. C., & Clarke, K. C. (2003). The spatiotemporal form of urban growth: measurement, analysis and modeling. *Remote sensing of Environment*, 86(3), 286-302.

Herold, M., Couclelis, H., & Clarke, K. C. (2005). The role of spatial metrics in the analysis and modeling of urban land use change. *Computers, environment and urban systems*, 29(4), 369-399.

Hidding, M., Needham, B., & Wissershof, J. (2000). Discourses of town and country. *Landscape and Urban Planning*, 48(3-4), 121-130.

Huang, J., Lu, X. X., & Sellers, J. M. (2007). A global comparative analysis of urban form: Applying spatial metrics and remote sensing. *Landscape and urban planning*, 82(4), 184-197.

Jaeger, J. A. (2000). Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation. *Landscape ecology*, 15(2), 115-130.

Jaeger, J. A., Bertiller, R., Schwick, C., & Kienast, F. (2010a). Suitability criteria for measures of urban sprawl. *Ecological indicators*, 10(2), 397-406.

Jaeger, J. A., Bertiller, R., Schwick, C., Cavens, D., & Kienast, F. (2010b). Urban permeation of landscapes and sprawl per capita: New measures of urban sprawl. *Ecological Indicators*, 10(2), 427-441.

Jaeger, J. A., & Schwick, C. (2014). Improving the measurement of urban sprawl: Weighted Urban Proliferation (WUP) and its application to Switzerland. *Ecological indicators*, 38, 294-308.

- Ji, W., Ma, J., Twibell, R. W., & Underhill, K. (2006). Characterizing urban sprawl using multi-stage remote sensing images and landscape metrics. *Computers, Environment and Urban Systems*, 30(6), 861-879.
- Jiao, L., Mao, L., & Liu, Y. (2015). Multi-order landscape expansion index: Characterizing urban expansion dynamics. *Landscape and Urban Planning*, 137, 30-39.
- Jiao, L., Liu, J., Xu, G., Dong, T., Gu, Y., Zhang, B., & Liu, X. (2018). Proximity Expansion Index: An improved approach to characterize evolution process of urban expansion. *Computers, Environment and Urban Systems*, 70, 102-112.
- Johnson, M. P. (2001). Environmental impacts of urban sprawl: a survey of the literature and proposed research agenda. *Environment and planning A*, 33(4), 717-735
- Katz, P. (1994). *The New Urbanism. Toward an architecture of community*.
- Kong, F., & Nakagoshi, N. (2006). Spatial-temporal gradient analysis of urban green spaces in Jinan, China. *Landscape and urban Planning*, 78(3), 147-164.
- Li, X., & Yeh, A. G. O. (1998). Principal component analysis of stacked multi-temporal images for the monitoring of rapid urban expansion in the Pearl River Delta. *International Journal of Remote Sensing*, 19(8), 1501-1518.
- Li, Z., Gurgel, H., Li, M., Dessay, N., & Gong, P. (2022). Urban land expansion from scratch to urban agglomeration in the Federal District of Brazil in the past 60 years. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(3), 1032.
- Liu, X., Li, X., Chen, Y., Tan, Z., Li, S., & Ai, B. (2010). A new landscape index for quantifying urban expansion using multi-temporal remotely sensed data. *Landscape ecology*, 25(5), 671-682.
- Luck, M., & Wu, J. (2002). A gradient analysis of urban landscape pattern: a case study from the Phoenix metropolitan region, Arizona, USA. *Landscape ecology*, 17(4), 327-339.
- Magidi, J., & Ahmed, F. (2019). Assessing urban sprawl using remote sensing and landscape metrics: A case study of City of Tshwane, South Africa (1984–2015). *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 22(3), 335-346.
- Magsi, H., Torre, A., Liu, Y., & Sheikh, M. J. (2017). Land use conflicts in the developing countries: proximate driving forces and preventive measures. *The Pakistan Development Review*, 19-30.
- Marzluff, J. M. (2001). Worldwide urbanization and its effects on birds. In *Avian ecology and conservation in an urbanizing world* (pp. 19-47). Springer, Boston, MA.



- McDonnell, M. J., & Pickett, S. T. (1990). Ecosystem structure and function along urban-rural gradients: an unexploited opportunity for ecology. *Ecology*, 71(4), 1232-1237.
- McDonnell, M. J., Pickett, S. T., & Pouyat, R. V. (1993). The application of the ecological gradient paradigm to the study of urban effects. In *Humans as components of ecosystems* (pp. 175-189). Springer, New York, NY.
- McDonnell, M. J., & Hahs, A. K. (2008). The use of gradient analysis studies in advancing our understanding of the ecology of urbanizing landscapes: current status and future directions. *Landscape Ecology*, 23(10), 1143-1155.
- McGarigal, K. (2015). FRAGSTATS help. *University of Massachusetts: Amherst, MA, USA*, 182.
- McGarigal, K., & Marks, B. J. (1995). Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. *Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-351. US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station*, 1-122.
- McGarigal, K., & Cushman, S. A. (2002). Comparative evaluation of experimental approaches to the study of habitat fragmentation effects. *Ecological applications*, 12(2), 335-345.
- McIntyre, N. E., Knowles-Yáñez, K., & Hope, D. (2008). Urban ecology as an interdisciplinary field: differences in the use of “urban” between the social and natural sciences. In *Urban ecology* (pp. 49-65). Springer, Boston, MA.
- Modica, G., Vizzari, M., Pollino, M., Fichera, C. R., Zoccali, P., & Di Fazio, S. (2012). Spatio-temporal analysis of the urban–rural gradient structure: an application in a Mediterranean mountainous landscape (Serra San Bruno, Italy). *Earth System Dynamics*, 3(2), 263-279.
- Mustafa, A., & Teller, J. (2020). Self-reinforcing processes governing urban sprawl in Belgium: Evidence over six decades. *Sustainability*, 12(10), 4097.
- Nasreddine, F. (2021). Impact of urban city sprawl on the identity of suburbs and rural areas. *Architecture and Planning Journal (APJ)*, 27(1), 5.
- Nazarnia, N., Schwick, C., & Jaeger, J. A. (2016). Accelerated urban sprawl in Montreal, Quebec City, and Zurich: Investigating the differences using time series 1951–2011. *Ecological indicators*, 60, 1229-1251.
- Newman, P., & Kenworthy, J. (2006). Urban design to reduce automobile dependence. *Opolis*, 2(1).

Nong, D., Lepczyk, C., Miura, T., Fox, J., Spencer, J., & Chen, Q. (2014). Quantify spatiotemporal patterns of urban growth in Hanoi using time series spatial metrics and urbanization gradient approach.

OECD, (2018). *Rethinking Urban Sprawl: Moving Towards Sustainable Cities*. <https://www.google.com/search?channel=trow5&client=firefox-b-d&q=oeed+rethinking+urban+sprawl>

O'Neill, R. V., Krummel, J. R., Gardner, R. E. A., Sugihara, G., Jackson, B., DeAngelis, D. L., & Graham, R. L. (1988). Indices of landscape pattern. *Landscape ecology*, 1(3), 153-162.

Ottensmann, J. R. (1977). Urban sprawl, land values and the density of development. *Land economics*, 53(4), 389-400.

Pan, H., Page, J., Zhang, L., Cong, C., Ferreira, C., Jonsson, E., ... & Kalantari, Z. (2020). Understanding interactions between urban development policies and GHG emissions: A case study in Stockholm Region. *Ambio*, 49, 1313-1327.

Πανώρη Α. (2022). Φυσικοψηφιακή ευφυΐα στο χωρικό σχεδιασμό στο *Χωρικός Σχεδιασμός στην ψηφιακή εποχή* Γαβανάς Ν., Γιαννακού Α., Πανώρη Α., Σδουκόπουλος Α. (επ.), Κριτική

Peerzado, M. B., Magsi, H., & Sheikh, M. J. (2019). Land use conflicts and urban sprawl: Conversion of agriculture lands into urbanization in Hyderabad, Pakistan. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 18(4), 423-428.

Peiser, R. B. (1989). Density and urban sprawl. *Land economics*, 65(3), 193-204.

Pendall, R., & Carruthers, J. I. (2003). Does density exacerbate income segregation? Evidence from US metropolitan areas, 1980 to 2000. *Housing Policy Debate*, 14(4), 541-589.

Peng, J., Wang, Y., Zhang, Y., Wu, J., Li, W., & Li, Y. (2010). Evaluating the effectiveness of landscape metrics in quantifying spatial patterns. *Ecological Indicators*, 10(2), 217-223.

Pham, H. M., Yamaguchi, Y., & Bui, T. Q. (2011). A case study on the relation between city planning and urban growth using remote sensing and spatial metrics. *Landscape and Urban Planning*, 100(3), 223-230.

Pourali, M., Townsend, C., Kross, A., Guindon, A., & Jaeger, J. A. (2022). Urban sprawl in Canada: values in all 33 Census Metropolitan Areas and corresponding 469 Census Subdivisions between 1991 and 2011. *Data in Brief*, 41, 107941.

Prastacos, P., Chrysoulakis, N., & Kochilakis, G. (2012). Spatial metrics for Greek cities using land cover information from the Urban Atlas. *Multidisciplinary Research on Geographical Information in Europe and Beyond*, 24(27), 261-266.

Ramachandra, T. V., Bharath, A. H., & Sowmyashree, M. V. (2015). Monitoring urbanization and its implications in a mega city from space: Spatiotemporal patterns and its indicators. *Journal of environmental management*, 148, 67-81.

Razin, E., & Rosentraub, M. (2000). Are fragmentation and sprawl interlinked? North American evidence. *Urban Affairs Review*, 35(6), 821-836.

Reis, J. P., Silva, E. A., & Pinho, P. (2016). Spatial metrics to study urban patterns in growing and shrinking cities. *Urban Geography*, 37(2), 246-27

Sarzynski, A., Galster, G., & Stack, L. (2014). Typologies of sprawl: investigating United States metropolitan land use patterns. *Urban Geography*, 35(1), 48-70.

Schneider, A., Seto, K. C., & Webster, D. R. (2005). Urban growth in Chengdu, Western China: application of remote sensing to assess planning and policy outcomes. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 32(3), 323-345.

Schröder, B., & Seppelt, R. (2006). Analysis of pattern–process interactions based on landscape models—overview, general concepts, and methodological issues. *Ecological modelling*, 199(4), 505-516.

Seress, G., Lipovits, Á., Bókony, V., & Czúni, L. (2014). Quantifying the urban gradient: a practical method for broad measurements. *Landscape and Urban Planning*, 131, 42-50

Seto, K. C., & Fragkias, M. (2005). Quantifying spatiotemporal patterns of urban land-use change in four cities of China with time series landscape metrics. *Landscape ecology*, 20(7), 871-888.

Seto, K. C., Güneralp, B., & Hutyra, L. R. (2012). Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(40), 16083-16088.

Shaw, R., & Das, A. (2018). Identifying peri-urban growth in small and medium towns using GIS and remote sensing technique: A case study of English Bazar Urban Agglomeration, West Bengal, India. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 21(2), 159-172.

Shi, Y., Sun, X., Zhu, X., Li, Y., & Mei, L. (2012). Characterizing growth types and analyzing growth density distribution in response to urban growth patterns in peri-urban areas of Lianyungang City. *Landscape and urban planning*, 105(4), 425-433.

Siedentop, S., & Fina, S. (2010). Monitoring urban sprawl in Germany: towards a GIS-based measurement and assessment approach. *Journal of Land Use Science*, 5(2), 73-104.

Sinclair, R. (1967). Von Thünen and urban sprawl. *Annals of the Association of American Geographers*, 57(1), 72-87.

Soule, D. C. (2006). *Defining and managing sprawl* (pp. 3-11). Greenwood Press, Westport.

Solon, J. (2009). Spatial context of urbanization: Landscape pattern and changes between 1950 and 1990 in the Warsaw metropolitan area, Poland. *Landscape and Urban Planning*, 93(3-4), 250-261.

Sturm, R., & Cohen, D. A. (2004). Suburban sprawl and physical and mental health. *Public health*, 118(7), 488-496.

Suarez-Rubio, M., & Krenn, R. (2018). Quantitative analysis of urbanization gradients: a comparative case study of two European cities. *Journal of Urban Ecology*, 4(1), juy027.

Sudhira, H. S., & Ramachandra, T. V. (2007, July). Characterising urban sprawl from remote sensing data and using landscape metrics. In *Proceedings of 10th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management* (pp. 11-13).

Sudhira, H. S., Ramachandra, T. V., & Jagadish, K. S. (2004). Urban sprawl: metrics, dynamics and modelling using GIS. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 5(1), 29-39.

Suditu, B., Ginavar, A., Muica, A., Iordachescu, C., Vârdol, A., & Ghinea, B. (2010). Urban sprawl characteristics and typologies in Romania. *Human Geographies*, 4(2), 79.

Suditu, B. (2012). Urban sprawl-the legal context and territorial practices in Romania. *Human Geographies*, 6(1), 73.

Sun, J., Xia, H., Lan, C., & Xin, K. (2006). A gradient analysis based on the buffer zones of urban landscape pattern of the constructed area in Guigang City, Guangxi, China. *Acta Ecologica Sinica*, 26(3), 655-662.

Taubenböck, H., Wegmann, M., Roth, A., Mehl, H., & Dech, S. (2009). Analysis of urban sprawl at mega city Cairo, Egypt using multisensoral remote sensing data, landscape metrics and gradient analysis.

Theil, H. (1972). Statistical decomposition analysis, vol. 14, Edited by H. Theil.

- Thompson, E. (2001). *Agricultural sustainability and smart growth: Saving urban-influenced farmland*. Collins Center for Public Policy.
- Torrens, P. M., & Alberti, M. (2000). Measuring sprawl.
- Torrens, P. M. (2008). A toolkit for measuring sprawl. *Applied Spatial Analysis and Policy*, 1(1), 5–36.
- Torres, A., Jaeger, J. A., & Alonso, J. C. (2016). Multi-scale mismatches between urban sprawl and landscape fragmentation create windows of opportunity for conservation development. *Landscape Ecology*, 31(10), 2291-2305.
- Triantakonstantis, D., & Stathakis, D. (2015). Examining urban sprawl in Europe using spatial metrics. *Geocarto International*, 30(10), 1092-1112.
- Tsai, Y.-H. (2005). Quantifying urban form: Compactness versus “sprawl”. *Urban Studies*, 42(1), 141–161.
- U.S. Department of Housing and Urban Development, 1999 The State of the Cities 1999: Third Annual Report (Washington, D.C.)
- Vinoth Kumar, J. A., Pathan, S. K., & Bhanderi, R. J. (2007). Spatio-temporal analysis for monitoring urban growth—a case study of Indore city. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 35(1), 11-20.
- Wassmer, R. W. (2002). Fiscalisation of land use, urban growth boundaries and non-central retail sprawl in the western United States. *Urban Studies*, 39(8), 1307-1327.
- Weilenmann, B., Seidl, I., & Schulz, T. (2017). The socio-economic determinants of urban sprawl between 1980 and 2010 in Switzerland. *Landscape and Urban Planning*, 157, 468-482.
- Weitz, J., & Moore, T. (1998). Development inside urban growth boundaries: Oregon's empirical evidence of contiguous urban form. *Journal of the American Planning Association*, 64(4), 424-440.
- Weitz, J. (1999). From quiet revolution to smart growth: State growth management programs, 1960 to 1999. *Journal of Planning Literature*, 14(2), 266-337.
- Weng, Y. C. (2007). Spatiotemporal changes of landscape pattern in response to urbanization. *Landscape and urban planning*, 81(4), 341-353.
- Whittaker, R. H. (1967). Gradient analysis of vegetation. *Biological reviews*, 42(2), 207-264.

Wissen Hayek, U., Jaeger, J. A., Schwick, C., Jarne, A., & Schuler, M. (2011). Measuring and assessing urban sprawl: What are the remaining options for future settlement development in Switzerland for 2030?. *Applied Spatial Analysis and Policy*, 4(4), 249-279.

Wilson, E. H., Hurd, J. D., Civco, D. L., Prisloe, M. P., & Arnold, C. (2003). Development of a geospatial model to quantify, describe and map urban growth. *Remote sensing of environment*, 86(3), 275-285.

Xu, C., Liu, M., Zhang, C., An, S., Yu, W., & Chen, J. M. (2007). The spatiotemporal dynamics of rapid urban growth in the Nanjing metropolitan region of China. *Landscape ecology*, 22(6), 925-937.

Yeh, A. G. O. and Li, X., 2001, 'Measurement and monitoring of urban sprawl in a rapidly growing region using entropy, *Photogrammetric Engineering And Remote Sensing* 67(1), 83–90.

Yu, X. J., & Ng, C. N. (2007). Spatial and temporal dynamics of urban sprawl along two urban–rural transects: A case study of Guangzhou, China. *Landscape and urban planning*, 79(1), 96-109.

Zhang, L., Wu, J., Zhen, Y., & Shu, J. (2004). A GIS-based gradient analysis of urban landscape pattern of Shanghai metropolitan area, China. *Landscape and Urban Planning*, 69(1), 1-16.

## Κεφάλαιο 3

### Οι χρήσεις/κάλυψη γης

#### 3.1 Εισαγωγή

Οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες, ιδιαίτερα αυτές που αφορούν το κτισμένο περιβάλλον, αυξάνονται διαρκώς σε παγκόσμιο επίπεδο (Seto et al., 2012). Το κτισμένο περιβάλλον διασφαλίζει αφενός κοινωνικές, πολιτιστικές, περιβαλλοντικές και ανταλλακτικές αξίες, οι επιπτώσεις όμως που επιφέρει στις χρήσεις/κάλυψη γης αποτελούν μια από τις σημαντικότερες προκλήσεις (Veldkamp & Lambin, 2001). Από τις μεγαλύτερες συνέπειες αυτών των αλλαγών στις χρήσεις/κάλυψη γης, είναι η μείωση της φυτικής κάλυψης, η απώλεια της αγροτικής γης και ο κατακερματισμός των φυσικών πόρων (Sala et al., 2000)

Το παρόν κεφάλαιο αφορά στους ορισμούς χρήσεων γης και κάλυψης γης, στον καθορισμό του σύνθετου όρου χρήσεις/κάλυψη γης, συζητούνται τα συστήματα ταξινόμησης των χρήσεων/κάλυψη γης καθώς και οι αλλαγές στις χρήσεις/κάλυψη γης. Η συζήτηση συνεχίζεται με τον ρόλο των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) στη μελέτη των αλλαγών στις χρήσεις/κάλυψη γης καθώς και τον ρόλο της αστικής διάχυσης στις αλλαγές των χρήσεων/κάλυψη γης. Αναλύεται ο τρόπος ανίχνευσης των αλλαγών στις χρήσεις/κάλυψη γης και δίδεται η μεθοδολογία εκτίμησης της ακρίβειας της ταξινόμησης. Τέλος, συζητείται η ενσωμάτωση των χωρικών μετρήσεων και η συμβολή τους στην αποσαφήνιση της πολυπλοκότητας των χρήσεων/κάλυψη γης καθώς παρέχουν πληροφορίες για τα μοτίβα, τον κατακερματισμό και τη συνδεσιμότητα των χρήσεων.

#### 3.2 Οι χρήσεις γης, η κάλυψη γης και ο σύνθετος ορισμός χρήσεις/κάλυψη γης

Αν και για κάποιους μελετητές και διεθνείς οργανισμούς η έννοια της χρήσης γης είναι ξεχωριστή από αυτή της κάλυψης γης, σε κάποιους άλλους τα όρια μεταξύ χρήσης και κάλυψης γης εμφανίζονται δυσδιάκριτα. Το πρόβλημα κορυφώνεται όταν η συζήτηση αφορά αλλαγές των χρήσεων γης και της κάλυψης γης όπου οι όροι στη διεθνή βιβλιογραφία χρησιμοποιούνται εναλλακτικά (αλλαγές στις χρήσεις/κάλυψη γης, Land Use/Land Cover Change -LULCC).

Ακολουθούν μερικοί χαρακτηριστικοί ορισμοί για τις χρήσεις γης:

«[Ως χρήσεις γης νοούνται] οι δραστηριότητες του ανθρώπου στη γη που σχετίζονται άμεσα με το έδαφος» (Anderson, 1976)

«Η χρήση γης είναι προϊόν αλληλεπιδράσεων μεταξύ του πολιτισμικού υπόβαθρου, της κατάστασης και των φυσικών αναγκών μιας κοινωνίας από τη μια πλευρά και του φυσικού δυναμικού της γης από την άλλη» (Ram & Kolarkar, 1993)

«Η χρήση γης αναφέρεται στους σκοπούς για τους οποίους εκμεταλλεύονται οι άνθρωποι την κάλυψη γης» (Lambin et al., 2000)

«Η χρήση γης περιγράφει την κοινωνική, οικονομική και πολιτιστική χρησιμότητα της γης (Turner, 1997) και είναι γνωστό ότι αλλάζει τον τρόπο λειτουργία των οικοσυστημάτων» (DeFries et al., 2004).

«Ως χρήσεις γης χαρακτηρίζονται οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες που απαιτούνται για τροποποίηση, διαχείριση και χρήση ορισμένων τύπων κάλυψης γης» (Huth et al. , 2012)

«Οι χρήσεις γης τεκμηριώνουν τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι χρησιμοποιούν τη γη για ανάπτυξη, διατήρηση ή μικτές χρήσεις» (Εθνική Υπηρεσία Ωκεανών και Ατμόσφαιρας των ΗΠΑ, NOAA, 2015).

«Χρήση γης είναι ο όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει την χρήση της γης από τους ανθρώπους. Αντιπροσωπεύει τις οικονομικές και πολιτιστικές δραστηριότητες (π.χ. γεωργικές, οικιστικές, βιομηχανικές, εξορυκτικές και ψυχαγωγικές χρήσεις) που ασκούνται σε ένα δεδομένο μέρος» (Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος των Η.Π.Α- EPA)

Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας (FAO) υιοθετεί τον ορισμό του Di Gregorio (2005), σύμφωνα με τον οποίο «η χρήση γης χαρακτηρίζεται από τις ρυθμίσεις, τις δραστηριότητες και τις ενέργειες των ανθρώπων για την παραγωγή, αλλαγή ή διατήρηση ενός συγκεκριμένου τύπου κάλυψης γης».

Ο παραπάνω ορισμός της χρήσης γης από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας δημιουργεί μια άμεση σχέση μεταξύ της κάλυψης γης και των ενεργειών των ανθρώπων στο περιβάλλον τους, τα όρια όμως είναι διακριτά. Αντίθετα, ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος (EEA) παραθέτει τον εξής ορισμό:

«Η χρήση γης αντιστοιχεί στην κοινωνικοοικονομική περιγραφή (λειτουργική διάσταση) των περιοχών: περιοχές που χρησιμοποιούνται για οικιστικούς, βιομηχανικούς ή εμπορικούς σκοπούς, για γεωργία ή δασοκομία, για λόγους αναψυχής ή διατήρησης, κ.λπ. Σύνδεσμοι με την κάλυψη γης είναι πιθανοί. Μπορεί να είναι δυνατό να συναχθεί η χρήση γης από την κάλυψη γης και αντίστροφα. Αλλά οι καταστάσεις είναι συχνά περίπλοκες και η σύνδεση δεν είναι τόσο εμφανής. Σε αντίθεση με την κάλυψη γης, η χρήση γης είναι δύσκολο να παρατηρηθεί. Για παράδειγμα, είναι συχνά δύσκολο να αποφασιστεί εάν τα λιβάδια χρησιμοποιούνται ή όχι για γεωργικούς σκοπούς. Οι διακρίσεις μεταξύ χρήσης γης και κάλυψης γης και ο ορισμός τους έχουν επιπτώσεις στην ανάπτυξη συστημάτων ταξινόμησης, συλλογής δεδομένων και πληροφοριακών συστημάτων». (EEA, terms)

Ο ορισμός του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος είναι ένας γενικός και επεξηγηματικός ορισμός, ο οποίος όμως συνδέει την χρήση γης με την κάλυψη γης.



Αντίθετα, ο ελληνικός ορισμός είναι σαφής: πρόκειται για ένα νομοθέτημα, έναν θεσμό του δικαίου (Χαϊνταρλής, 2010). Συγκεκριμένα:

«Χρήσις γής» νοείται ο τρόπος λειτουργικής χρησιμοποίησης τμήματος εδάφους, ή κτισμάτων ή έργων υποδομής (Άρθρο 2, παρ. 5 του Νομοθετικού Διατάγματος 1262/1972)

«Χρήσις χώρου» νοείται ο τρόπος της ενδεδειγμένης λειτουργικής χρησιμοποίησης ζώνης, περιοχής ή τμήματος του χερσαίου και θαλασσιού χώρου, μετά των εν αυτοίς φυσικών πόρων, υδάτων, κτισμάτων και έργων υποδομής. (Άρθρο 1 παρ. 4 Ν.360/1976)

Από τους ορισμούς της ελληνικής νομοθεσίας γίνεται σαφές ότι οι χρήσεις γης είναι ένα αυστηρό, νομικό, πολεοδομικό εργαλείο το οποίο δίδει έμφαση στη λειτουργία του χώρου (και μάλιστα στην ενδεδειγμένη) και στον συσχετισμό των φυσικών πόρων με τις παραγωγικές-αναπτυξιακές δυνάμεις του χώρου αυτού. Τα δυναμικά χαρακτηριστικά πηγάζουν από την συνύπαρξη του όρου γη (χωρική/οικονομική όψη – οικολογική όψη) με αυτή του όρου χρήση (λειτουργίες / δραστηριότητες είτε ανθρωπογενείς είτε φυσικές (Χαϊνταρλής, 2010)

Όπως και στις χρήσεις γης, οι επίσημοι ορισμοί για την κάλυψη γης μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με τον οργανισμό ή την κρατική υπηρεσία που τους παρέχει. Ακολουθούν ορισμένα παραδείγματα ορισμών της κάλυψης γης από μελετητές και οργανισμούς:

«Οι φυτικές και τεχνητές κατασκευές που καλύπτουν την επιφάνεια της γης» (Anderson, 1976)

«Ο όρος κάλυψη γης αναφέρεται στα χαρακτηριστικά ενός μέρους της επιφάνειας της γης και του άμεσου υπεδάφους, συμπεριλαμβανομένων των ζώντων οργανισμών, του εδάφους, της τοπογραφίας, των επιφανειακών και υπογείων υδάτων και των ανθρώπινων κατασκευών» (Lambin et al., 2000)

Ο Turner (1997), ορίζει την κάλυψη γης «ως τη βιοφυσική κατάσταση της επιφάνειας της γης και του υπεδάφους της». Ο ορισμός αναφέρεται στο είδος της βλάστησης που καλύπτει τη γήινη επιφάνεια, άλλες πτυχές του φυσικού περιβάλλοντος όπως εδάφη, βιοποικιλότητα, επιφάνειες και υπόγεια ύδατα, καθώς και σε ανθρώπινες κατασκευές, όπως κτίρια ή πεζοδρόμια.

«Η κάλυψη γης παρέχει πληροφορίες για τη λειτουργική σχέση μεταξύ των σχηματισμών του εδάφους και του κλίματος παρέχοντας βιοφυσικές γνώσεις για το περιβάλλον και τους παράγοντες της αλλαγής» (DeFries et al., 2004).

«Η κάλυψη γης περιγράφει τη φυσική κάλυψη της γήινης επιφάνειας, συμπεριλαμβανομένης της βλάστησης, της μη βλάστησης και των ανθρωπογενών χαρακτηριστικών». (Huth et al., 2012)

«Η κάλυψη γης αναφέρεται στον φυσικό τύπο της γης, όπως για παράδειγμα δάση, αδιαπέρατες επιφάνειες, γεωργικές εκτάσεις, υγροτόπους και νερό» (Εθνική Υπηρεσία Ωκεανών και Ατμόσφαιρας των ΗΠΑ, NOAA, 2015).

«Κάλυψη γης είναι το παρατηρούμενο (βιο)φυσικό περίβλημα της επιφάνειας της γης» (Di Gregorio, 2005, όπως τον υιοθετεί ο Παγκόσμιος Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας-FAO). Σε μεταγενέστερη περιγραφή του φορέα, η κάλυψη γης συμπληρώνεται με τις υδάτινες επιφάνειες, τους πάγους, τους βραχώδεις σχηματισμούς αλλά και τα γυμνά εδάφη. Επίσης προσθέτει ότι η κάλυψη εξαρτάται ακόμα από τη γεωμορφολογία, τη γεωλογική δομή και την εδαφολογική κατάσταση μιας περιοχής, ανεξάρτητα από την επίδραση του ανθρώπου (Di Gregorio & Jansen, FAO, 2000)

Τέλος, σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος, «Η κάλυψη γης αντιστοιχεί σε μια (βιο)φυσική περιγραφή της επιφάνειας της γης. Αυτή η περιγραφή επιτρέπει τη διάκριση διαφόρων βιοφυσικών κατηγοριών: περιοχές βλάστησης (δέντρα, θάμνοι, χωράφια, γρασίδι), γυμνό έδαφος, σκληρές επιφάνειες (πέτρες, κτίρια), υγρότοπους και υδάτινα σώματα» (EEA, terms)

Από τους παραπάνω ορισμούς και με την ευρεία έννοια, η κάλυψη γης σχετίζεται με την βλάστηση, τις ανθρώπινες κατασκευές στην επιφάνειά της καθώς και με άλλες πλευρές του φυσικού περιβάλλοντος. Επίσης, παρατηρούνται άμεσα από κάποιο τηλεπισκοπικό δέκτη (Lillesand et al., 2015)

Συνεπώς, μια θεμελιώδης διαφορά μεταξύ χρήσης γης και κάλυψης γης είναι ότι η χρήση γης αφορά στον τρόπο με τον οποίο αξιοποιείται η γη συμπεριλαμβανομένης της φύσης της βλάστησης πάνω στην επιφάνειά της, ενώ η κάλυψη γης είναι το αποτέλεσμα φυσικών δραστηριοτήτων και εξαρτάται από τη γεωμορφολογία, τη γεωλογική δομή και την εδαφολογική κατάσταση μιας περιοχής, ανεξάρτητα από την επίδραση του ανθρώπου.

Στη διεθνή βιβλιογραφία έχει καθιερωθεί ο σύνθετος όρος χρήσεις/κάλυψη γης (Land Use/Land Cover-LULC) ο οποίος αναφέρεται εναλλακτικά στις χρήσεις ή στην κάλυψη γης. Ο σύνθετος όρος επικεντρώνεται στην χρήση από τον άνθρωπο στον χώρο και στον χρόνο των διαφόρων φυσικών, χημικών και πολιτισμικών παραγόντων της γήινης επιφάνειας (Yang et al., 2017). Οι παράγοντες αυτοί στον σύνθετο ορισμό, δημιουργούν άμεσους δεσμούς μεταξύ της κάλυψης γης και τη δράση των ανθρώπων στο περιβάλλον τους σε χωρική και χρονική κλίμακα. Περιλαμβάνουν τη φυσική, βιολογική, μορφολογική και τοπογραφική κάλυψη της γης από άποψη βλάστησης, ζώντων οργανισμών, εδάφους, τοπογραφίας, νερού, δομών κ.λπ., τα οποία μπορεί να είναι ανθρωπογενή ή φυσικά.

Η έννοια της εξέτασης ταυτόχρονα τόσο της χρήσης γης όσο και της κάλυψης γης (χρήσεις/κάλυψη γης) για τη μελέτη των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των ανθρώπινων δραστηριοτήτων και του φυσικού περιβάλλοντος έχει αναγνωριστεί ως κρίσιμη για την κατανόηση της δυναμικής του χώρου και των οικοσυστημάτων (Nedd et al., 2021)

Στην παρούσα διατριβή υιοθετείται ο σύνθετος όρος «χρήσεις/κάλυψη γης» ο οποίος έχει χρησιμοποιηθεί ξανά στην ελληνική βιβλιογραφία (Καρτέρης & Τσομπανίκος, 1984) και αφορά τόσο στη βιοφυσική κατάσταση της επιφάνειας όσο και στην άσκηση της ανθρώπινης δραστηριότητας. Με τον παραπάνω σύνθετο όρο αποδίδεται ο διεθνής ορισμός «Land Use/Land Cover-LULC». Επίσης, υιοθετείται ο όρος «αλλαγές στις χρήσεις/κάλυψη γης» ως απόδοση του ορισμού «Land Use/Land Cover Changes-LULCC».

### 3.3 Συστήματα ταξινόμησης για τις χρήσεις/κάλυψη γης

Το σύστημα ταξινόμησης για τις χρήσεις/κάλυψη γης (Land Use/Land Cover-LULC) είναι ένα πλαίσιο που χρησιμοποιείται για την κατηγοριοποίηση και την αναπαράσταση των διαφορετικών τύπων χρήσεων/κάλυψη γης που βρίσκονται στην γήινη επιφάνεια. Το σύστημα αυτό χρησιμοποιείται στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, στην Τηλεπισκόπηση και σε εφαρμογές διαχείρισης γης. Το σύστημα ταξινόμησης συνήθως περιλαμβάνει τη διαίρεση της επιφάνειας της Γης σε διάφορες κατηγορίες με βάση συγκεκριμένα κριτήρια. Οι κατηγορίες διαφοροποιούνται ανάλογα με το εύρος και τους στόχους της μελέτης,

Αναλυτικότερα, οι Yang et al., (2017) επισημαίνουν ότι για να περιγραφούν σωστά τα χαρακτηριστικά της γήινης επιφάνειας, είναι σημαντικό να οριστούν οι κατηγορίες για τις χρήσεις/κάλυψη γης και τα υπομνήματα. Σύμφωνα με τον Sokal (1974), η ταξινόμηση ορίζεται ως «η διάταξη ή η τακτοποίηση αντικειμένων σε ομάδες ή σύνολα με βάση τις σχέσεις. Αυτές οι σχέσεις μπορούν να προσδιοριστούν βάσει παρατηρήσιμων ή συναγόμενων ιδιοτήτων», ενώ οι Di Gregorio & Jansen (2000), συμπληρώνουν ότι η ταξινόμηση είναι μια αφηρημένη αναπαράσταση της πραγματικότητας με ονόματα, κωδικούς και ορισμούς των κατηγοριών. Επομένως, ολοκληρώνουν οι Yang et al., (2017), η ταξινόμηση της κάθε κατηγορίας χρήσεις/κάλυψη γης απαιτεί τον καθορισμό των ορίων τους, τα οποία πρέπει να είναι σαφή, ακριβή, πιθανώς ποσοτικά και να βασίζονται σε ένα σύνολο αντικειμενικών κριτηρίων. Τέλος, ο Παγκόσμιος Οργανισμός Τροφίμων (FAO) επισημαίνει ότι εξαιτίας της ετερογένειας της κάλυψης γης και με στόχο την επίτευξη μιας λογικής και λειτουργικής ιεραρχικής διάταξης πρέπει να εφαρμόζονται συγκεκριμένα κριτήρια σχεδιασμού.

Μέχρι σήμερα έχουν δημιουργηθεί διάφορα συστήματα ταξινόμησης, Το σύστημα του Anderson (1976), ένα από τα παλαιότερα, είχε δημιουργηθεί με στόχο να χρησιμοποιηθεί στην κατηγοριοποίηση των αλλαγών χρήσεων/κάλυψη γης μέσω της τηλεπισκόπησης.

Λόγω της πολυπλοκότητας των χρήσεων/καλύψεων γης δεν υπάρχει σύστημα ενιαίας ταξινόμησης που είναι αποδεκτό από τους περισσότερους επιστήμονες (Zhang et al., 2014). Πολλοί φορείς έχουν αναπτύξει δικά τους συστήματα ταξινόμησης σε εθνικό, περιφερειακό ή παγκόσμιο επίπεδο. Μερικά σημαντικά παραδείγματα ακολουθούν:

### **Εθνικοί φορείς/εθνικό επίπεδο:**

- The National Land Cover Database (NLCD) περιέχει ταξινομήσεις για τις Ηνωμένες Πολιτείες για τα έτη 1992, 2001, 2006, 2011, και 2016 (Homer et al., 2015)
- National Land Survey Classification System, περιέχει ταξινομήσεις για την Κίνα μεταξύ 1990 και 1995 (Lin & Ho, 2003).
- National Land Use Database (NLUD), περιέχει ταξινομήσεις για το Ηνωμένο Βασίλειο το 2001 (Cassettari, 2003).

### **Περιφερειακό επίπεδο:**

- Το πλέον χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το Ευρωπαϊκό Σύστημα Ταξινόμησης Corine Land Cover (CLC). Πρόκειται για ένα πανευρωπαϊκό σύστημα ταξινόμησης για τη χρήση/κάλυψη γης χωρισμένο σε 44 διαφορετικές κατηγορίες, το οποίο αναπτύχθηκε από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος (ΕΕΑ) για να παρέχει τυποποιημένες πληροφορίες για την χρήση/κάλυψη της γης σε 39 συνολικά χώρες. Τα δεδομένα είναι διαθέσιμα για την περίοδο 1990-2018 (Büttner, 2014, Kosztra et al., 2019)
- AFRICOVER για τις χώρες της Αφρικής. Πρόκειται για έργο υπό την εποπτεία του Παγκόσμιου Οργανισμού Τροφίμων και Γεωργίας (FAO) με στόχο την παροχή ολοκληρωμένων πληροφοριών για την κάλυψη γης για ολόκληρη την αφρικανική ήπειρο για την περίοδο από 1995 – 2002 (Di Gregorio & Latham, 2009, Yang et al., 2017)

### **Παγκόσμιο επίπεδο:**

- Land Cover Classification System (LCCS). Πρόκειται για σύστημα ταξινόμησης για τη χρήση/κάλυψη γης το οποίο δημιουργήθηκε από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας (FAO) με στόχο να χρησιμοποιείται τόσο σε περιφερειακό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο (Di Gregorio, 2005). Το LCCS είναι ένα τυποποιημένο, ιεραρχικό σύστημα πολλαπλών χρήσεων που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για οποιαδήποτε κατάσταση κάλυψη γης ανεξάρτητη από τη μέθοδο συλλογής και την ιεραρχία (Nedd et al., 2021).

Τα επίπεδα ταξινόμησης που περιγράφονται παραπάνω διαφέρουν τόσο ως προς τη γεωγραφική εστίαση (Παγκόσμιο, Ευρώπη, Κίνα, Ηνωμένες Πολιτείες κ.α.) όσο και ως προς τον προσανατολισμό της ταξινόμησης. Ορισμένα συστήματα όπως το NLCD, το CLC και το AFRICOVER είναι ιδιαίτερα λεπτομερή και προσανατολισμένα στους φυσικούς τύπους κάλυψης (τεχνητές επιφάνειες, φυσικές και ημιφυσικές περιοχές, αγροτικές περιοχές κ.α.) ενώ το σύστημα NLUD εστιάζει περισσότερο στις τρέχουσες χρήσεις/κάλυψη γης παρέχοντας λεπτομερή ταξινόμηση ιδιαίτερα για τα αστικά περιβάλλοντα (κατοικίες, εμπορικές χρήσεις, αναψυχή, βιομηχανία κ.α.). Το σύστημα LCCS παρέχει ένα ευέλικτο επίπεδο προσαρμογής επιτρέποντας στον χρήστη να προσανατολίζει την ταξινόμηση σε συγκεκριμένες ανάγκες. Διαφορές στα παραπάνω

συστήματα παρατηρούνται επίσης σε σχέση με τον σκοπό για τον οποίο χρησιμοποιούνται: τα συστήματα LCCS, NLCD και CLC έχουν ευρύτερη εφαρμογή, ενώ το NLUD χρησιμοποιείται κυρίως στον πολεοδομικό σχεδιασμό και το National Land Survey Classification System κυρίως για τις κτηματολογικές ανάγκες. Επίσης, ενώ το LCCS, το NLCD, το CLC, το AFRICOVER και το NLUD βασίζονται στα δορυφορικά δεδομένα, το National Land Survey Classification System βασίζεται κυρίως στα δεδομένα κτηματογράφησης. Τέλος, άλλη μια διαφορά των συστημάτων βρίσκεται στη συχνότητα ενημέρωσης: το NLCD και το CLC ενημερώνονται περίπου κάθε 5 με 6 χρόνια, το National Land Survey Classification System και το NLUD ενημερώνονται λιγότερο συχνά και το AFRICOVER δεν έχει συστηματικά προγραμματισμένες ενημερώσεις. Το LCCS που είναι ένα σύστημα ταξινόμησης, δεν έχει ενημερώσεις με την παραδοσιακή έννοια, αλλά μπορεί να προσαρμοστεί διαρκώς σε νέα δεδομένα και απαιτήσεις.

Στην παρούσα διατριβή υιοθετείται η ταξινόμηση κατά χρήσεις/κάλυψη γης του CORINE Land Cover. Οι 5 θεματικές ομάδες είναι:

1. Τεχνητές επιφάνειες
2. Αγροτικές εκτάσεις
3. Δάση/Φυσικές και (ημι)φυσικές περιοχές
4. Υγρότοποι
5. Υδάτινες επιφάνειες

Αυτές οι θεματικές ομάδες εξειδικεύονται περαιτέρω στη διατριβή δημιουργώντας υποκατηγορίες (subclasses) που περιγράφουν με τον πλέον βέλτιστο τρόπο την περιοχή μελέτης. Ο πίνακας με τις κατηγορίες του CORINE Land Cover παρατίθεται αναλυτικά στο παράρτημα.

### **3.4 Ο ρόλος των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) και της Τηλεπισκόπησης στις χρήσεις/κάλυψη γης**

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS) και η τηλεπισκόπηση προσφέρουν ισχυρά εργαλεία για την αποτύπωση των χρήσεων/κάλυψη γης. Η τηλεπισκόπηση προσφέρει τα απαραίτητα δεδομένα μέσω αεροφωτογραφιών, δορυφορικών εικόνων, και αισθητήρων, που χρησιμεύουν ως το θεμέλιο για την αναγνώριση των χρήσεων/κάλυψης γης. Επίσης, διευκολύνει στον εντοπισμό των αλλαγών της γήινης επιφάνειας όπως η αποψίλωση των δασών, η αστικοποίηση ή η αγροτική επέκταση, συγκρίνοντας εικόνες από διαφορετικές χρονικές περιόδους (Wilkie & Finn, 1996). Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS) προσφέρουν τα εργαλεία για την ταξινόμηση στις χρήσεις/κάλυψης γης, την μοντελοποίηση των μελλοντικών αλλαγών, την διερεύνηση των αλλαγών και την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ενώ βοηθούν τον πολεοδομικό σχεδιασμό και τη διαχείριση των φυσικών πόρων (Goodchild et al., 1996).

### 3.5 Οι Αλλαγές στις χρήσεις/κάλυψη γης και η αστική διάχυση

Οι αλλαγές στις χρήσεις/κάλυψη γης (LULCC) αναφέρονται στην αλλαγή της επιφάνειας της γης τόσο όσον αφορά στις χρήσεις όσο και στην κάλυψη με την πάροδο του χρόνου. Οι αλλαγές στις χρήσεις/κάλυψη γης είναι μια δυναμική διαδικασία, στην οποία περιλαμβάνονται αλλαγές στον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι χρησιμοποιούν τη γη για διάφορους σκοπούς καθώς και αλλαγές στα βιοφυσικά χαρακτηριστικά της γης.

Τα τελευταία χρόνια, υπάρχει μεγάλη εστίαση στις αλλαγές στις χρήσεις/κάλυψη γης επειδή τα οικοσυστήματα ειδικά στις αστικές περιοχές επηρεάζονται έντονα από τις ανθρώπινες δραστηριότητες και έχουν στενές σχέσεις με τη ζωή σχεδόν του μισού πληθυσμού της γης (Stow & Chen, 2002).

Οι αλλαγές στις χρήσεις/κάλυψη γης αποτελούν σημαντικό εργαλείο για την παρακολούθηση, την αξιολόγηση, την προστασία και τον σχεδιασμό των γήινων πόρων αλλά και την αξιολόγηση της παγκόσμιας αλλαγής σε διάφορες χωροχρονικές περιόδους (Lambin, 1997).

Κατά τους DeFries et al., (2004), οι αλλαγές στις χρήσεις/κάλυψης γης σχετίζονται με πολύπλοκο τρόπο τόσο με την οικονομική ανάπτυξη όσο και με τα οικολογικά χαρακτηριστικά του τοπίου. Κατά τον Agarwal (2002), οι επιταχυνόμενες και σημαντικές διεργασίες των δυναμικών αλλαγών στις χρήσεις/κάλυψης γης που οδηγούνται από ανθρώπινες ενέργειες, προκαλούν αλλαγές που επίσης επηρεάζουν τους ανθρώπους. Για παράδειγμα, οι αλλαγές αυτές συμβάλλουν σημαντικά στην ατμοσφαιρική αλληλεπίδραση της γης, στον κατακερματισμό των δασικών εκτάσεων, στην απώλεια της τοπικής βιοποικιλότητας και του φυσικού νερού καθώς και στην απώλεια των γεωργικών γαιών (Sinclair 1967, Verburg et al. 1999, Dupras et al. 2016). Επιπλέον, οι περισσότερες από τις μητροπολιτικές πόλεις αντιμετωπίζουν την επίδραση της αστικής θερμικής νησίδας και την τροποποίηση του μικροκλίματος λόγω της συνεχούς αύξησης της αστικής αδιαπέραστης επιφάνειας (Pal & Ziaul, 2017).

Σύμφωνα με την Briassoulis (2009), οι αλλαγές στις χρήσεις/κάλυψη γης αναφέρονται σε (ποσοτικές) αλλαγές στην έκταση (αυξήσεις ή μειώσεις) συγκεκριμένου τύπου χρήσης γης ή κάλυψης γης, αντίστοιχα. Η ίδια, επισημαίνει ότι για να παρατηρηθούν οι αλλαγές αυτές απαιτείται εύλογο χρονικό διάστημα καθώς επίσης ότι σε μικρές χωρικές ενότητες οι αλλαγές αυτές δεν είναι εύκολα ορατές,

Οι Gibson & Power (2000), θεωρούν ότι η ανίχνευση αλλαγών στις χρήσεις/κάλυψη γης μπορεί να πραγματοποιηθεί σε ένα χρονικό διάστημα μιας δεκαετίας. Για τον λόγο αυτό είναι απαραίτητο να είναι διαθέσιμα και τα σημερινά και τα παλαιότερα δεδομένα χρήσεις/κάλυψης γης της περιοχής (Turner et al., 1994). Επίσης, όπως επισημαίνουν οι Stemn & Agyarong (2014), η ανίχνευση των αλλαγών στις χρήσεις/κάλυψη γης είναι καλύτερα να πραγματοποιείται μετά την ταξινόμηση. Το πλεονέκτημα είναι ότι με τον τρόπο αυτό παρέχονται εμπειριστατωμένες πληροφορίες σχετικά με τις αλλαγές τόσο ως προς τη θέση όσο και ως προς την έκταση και το ποσοστό της αλλαγής.

Κατά τους Sleeter et al., (2013), οι αλλαγές στις χρήσεις/κάλυψη γης αποτελούν μια δυναμική και πολύπλοκη διαδικασία μεταξύ κοινωνικοοικονομικών και βιοφυσικών δυνάμεων μετασχηματισμού, οι οποίες λειτουργούν σε περισσότερα από ένα χωρικό και χρονικό επίπεδο και ενεργούν όχι μεμονωμένα αλλά μέσω περίπλοκων σχέσεων.

Οι Turner et al., (1994), διακρίνουν τις ανθρώπινες κινητήριες δυνάμεις ως υποκατηγορία των κοινωνικοοικονομικών δυνάμεων μετασχηματισμού, θεωρώντας ότι είναι αυτές που προξενούν τις βαθύτερες αλλαγές

Μελέτες υποδεικνύουν ως υπαίτιους των αλλαγών στις χρήσεις/κάλυψη γης τις καταναλωτικές απαιτήσεις του αυξανόμενου πληθυσμού οι οποίες αποτελούν μείζον θέμα ανησυχίας σε σχέση με τις αλλαγές στο φυσικό περιβάλλον (Bennett & Saunders, 2010). Άλλες τέτοιες δυνάμεις είναι η πληθυσμιακή αύξηση, ο ρυθμός αστικοποίησης, η αγροτική επέκταση, η οικονομική ανάπτυξη, η εκβιομηχάνιση, οι δραστηριότητες αποδάσωσης και υλοτομίας, οι πολιτικές για τη γη, οι φυσικές καταστροφές, η κλιματική αλλαγή και οι τεχνολογικές εξελίξεις (Newbold et al., 2015)

Παραταύτα, η αστική διάχυση και οι ρυθμοί της αστικοποίησης είναι από τους κυριότερους παράγοντες των αλλαγών στις χρήσεις/κάλυψη γης (Hasse & Lathrop, 2003, Sarena & Ruiz, 2019). Η αστική διάχυση συνεισφέρει στην αύξηση των αδιαπέραστων επιφανειών, όπως κτίρια, δρόμοι, χώροι στάθμευσης, τεχνική υποδομή κ.α που αποτελούν δείκτες του βαθμού αστικοποίησης, αντανακλώντας την περιβαλλοντική ποιότητα των αστικών περιοχών (Weng, 2007), ενώ συμβάλλει σε μια πληθώρα επιπτώσεων οι οποίες συζητήθηκαν στο κεφάλαιο «3. Οι επιπτώσεις της αστικής διάχυσης»

Τέλος, τα δεδομένα τηλεπισκόπησης έχουν βοηθήσει ιδιαίτερα στην παραγωγή αξιόπιστων χαρτών χρήσεων/κάλυψης γης με χαμηλό κόστος και με καλύτερη ακρίβεια δημιουργώντας την απαραίτητη βάση ώστε με τη βοήθεια των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών τα οποία παρέχουν την κατάλληλη πλατφόρμα για ανάλυση, ενημέρωση και ανάκτηση δεδομένων να είναι δυνατόν να ανιχνευθούν και να χαρτογραφηθούν οι αλλαγές στις χρήσεις/κάλυψη γης (Harris & Ventura, 1995), να παρατηρηθούν οι διαφορές στα μοτίβα στις χρήσεις/κάλυψη γης με την πάροδο του χρόνου και να αναλυθεί η χωροχρονική δυναμική των μοτίβων χρήσεις/κάλυψη γης

Πολλοί ερευνητές έχουν μελετήσει την αστική διάχυση και τις αλλαγές στις χρήσεις/κάλυψη γης με τη βοήθεια των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών έχοντας εισφέρει πολύτιμα εργαλεία για την παρακολούθηση και την εκτίμηση της αστικής διάχυσης σε μια χρονική περίοδο. (Star et al., 1997, Yeh & Li, 1997, Masser, 2001, Jat et al., 2008, Butt et al., 2015, Wiatkowska et al., 2021)

### **3.6 Η ανίχνευση των αλλαγών στις χρήσεις/κάλυψη γης**

Οι αλλαγές στις χρήσεις/κάλυψη γης αποτελούν, συνεπώς, μια δυναμική και πολύπλοκη διαδικασία με εκτεταμένες επιπτώσεις Για την πλήρη κατανόηση και

διαχείριση αυτών των αλλαγών είναι απαραίτητο αρχικά να επιλεγεί μια μεθοδολογία ανίχνευσης αλλαγών.

Η ανίχνευση αλλαγών (change detection) στις χρήσεις/κάλυψη γης αποτελεί σημαντική διεργασία στη διαχείριση και παρακολούθηση των φυσικών πόρων, της αστικής ανάπτυξης και της αστικής διάχυσης κυρίως λόγω της παροχής ποσοτικής ανάλυσης αλλά και των στατιστικών μετρήσεων που δύναται να παραχθούν (Song et al., 2001). Ο Singh (1989), ορίζει την ανίχνευση αλλαγών ως «τη διαδικασία εντοπισμού διαφορών στην κατάσταση ενός αντικειμένου ή φαινομένου με την παρατήρησή του σε διαφορετικούς χρόνους». Η διαδικασία παρέχει μια ακριβή εικόνα των αλλαγών που συμβαίνουν σε ένα χρονικό διάστημα. Στη συνέχεια οι αλλαγές μπορούν να ποσοτικοποιηθούν με τη χρήση των δεδομένων που συλλέχθηκαν σε διαφορετικά χρονικά διαστήματα (Singh, 1989).

Στον ευρωπαϊκό χώρο, οι αλλαγές στις χρήσεις/κάλυψη γης παρέχονται μέσω της απογραφής Corine Land Cover (CLC) (44 κατηγορίες κάλυψης, κλίμακα 1:100.000 με ελάχιστη μονάδα χαρτογράφησης 25 εκταρίων) και Urban Atlas (UA) (27 κατηγορίες κάλυψης, κλίμακα 1:10.000, ελάχιστη μονάδα χαρτογράφησης 0,25 εκταρίων για μεγάλες αστικές ζώνες με περισσότερους από 100.000 κατοίκους). Τα δεδομένα αυτά διευκολύνουν την παρακολούθηση των χωροχρονικών αλλαγών στις χρήσεις/κάλυψη γης επιτρέποντας διαχρονικές συγκρίσεις. (EEA, Corine Land Cover, Urban Atlas).

Υπάρχουν πολλές διαθέσιμες τεχνικές που εξυπηρετούν τον σκοπό της ανίχνευσης και της καταγραφής των αλλαγών (Singh, 1989, Dewidar, 2004). Οι τεχνικές αυτές κυμαίνονται από απλή οπτική σύγκριση μέχρι λεπτομερείς ποσοτικές προσεγγίσεις (Wickware & Howarth, 1981). Για την παρούσα διατριβή επιλέγεται η ανίχνευση αλλαγών που προσεγγίζεται μέσω των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) και μεθόδων τηλεπισκόπησης (Lu et al., 2004) καθώς τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών έχουν την ικανότητα να ενσωματώνουν διαφορετικές πηγές δεδομένων και διαφορετικές μορφές δεδομένων που έχουν συλλεχθεί σε διαφορετικά χρονικά διαστήματα (Petit & Lambin, 2001). Ως μέθοδος ανίχνευσης αλλαγών επιλέγεται η ανίχνευση μετά από την ταξινόμηση (post-classification) καθώς έχει αποδειχτεί από πολλές μελέτες ως η καταλληλότερη και είναι η πιο κοινή χρησιμοποιούμενη μέθοδος (Wickware & Howarth, 1981, Congalton & Green, 2019)

Ο συνδυασμός αεροφωτογραφιών και Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) είναι συνηθισμένος στην ανίχνευση αλλαγών στις χρήσεις/κάλυψη γης. Οι Lo & Shipman (1990), χρησιμοποίησαν αυτήν την προσέγγιση για να αξιολογήσουν τον αναπτυξιακό αντίκτυπο της πόλης του Χονγκ Κονγκ μελετώντας την δυναμική αλλαγή σε κάθε κατηγορία χρήσεων γης. Τα τελευταία χρόνια, πολλοί μελετητές ενσωματώνουν δεδομένα από διαφορετικές πηγές (αεροφωτογραφίες, δορυφορικές εικόνες, θεματικοί χάρτες) προκειμένου να εντοπιστούν οι αλλαγές στις χρήσεις/κάλυψη γης (Yang & Lo, 2002, Yuan, 2008, Hailemariam et al., 2016, Liping et al., 2018)



### 3.7 Εκτίμηση της ακρίβειας της ταξινόμησης

Για την επικύρωση της ταξινόμησης του χάρτη αλλαγών στις χρήσεις/κάλυψη γης είναι απαραίτητη η εκτίμηση της ακρίβειας (accuracy assessment). Η μέθοδος αξιολογεί την ποιότητα των πληροφοριών που έχουν συναχθεί από την ταξινόμηση των εικονοστοιχείων (pixels) των δεδομένων της τηλεπισκόπησης σε σχέση με την πραγματική επίγεια κατάσταση, συγκρίνοντας δεδομένα ταξινομημένων χαρτών με δεδομένα αναφοράς. Η αξιολόγηση αυτή μπορεί να είναι ποιοτική ή ποσοτική, με την τελευταία να εντοπίζει και να ποσοτικοποιεί το σφάλμα. Υπάρχουν διαφορετικά μοντέλα εκτίμησης ακρίβειας (Rosenfield & Fitzpatrick-Lins, 1986, Koukoulas & Blackburn, 2001) μεταξύ των οποίων ο πίνακας σφαλμάτων (ή μήτρα σφαλμάτων) (error matrix) ή αλλιώς πίνακας σφαλμάτων αναγνώρισης (error confusion matrix), ο οποίος αποτελεί δημοφιλή επιλογή για τα δεδομένα τηλεπισκόπησης (Congalton, 1991).

Πιο συγκεκριμένα, οι σειρές του πίνακα σφαλμάτων αντιστοιχούν στα δεδομένα της ταξινόμησης και οι στήλες στα δεδομένα επαλήθευσης (δείγματα εδάφους) του πίνακα. Τα διαγώνια στοιχεία του πίνακα δείχνουν τους αριθμούς των δειγμάτων στα οποία τα αποτελέσματα της ταξινόμησης συμφωνούν με τα στοιχεία επαλήθευσης. Τα στοιχεία του πίνακα που βρίσκονται εκτός της διαγωνίου αντιστοιχούν στους αριθμούς των δειγμάτων που έχουν καταχωρηθεί εσφαλμένα. Εν συνεχεία, δύναται να οριστούν δύο τύποι σφαλμάτων, το σφάλμα παρερμηνείας ή σφάλμα ένταξης (commission error) και το σφάλμα αποκλεισμού ή σφάλμα παράλειψης (omission error). Το σφάλμα παρερμηνείας ή σφάλμα ένταξης προκύπτει όταν η διαδικασία της ταξινόμησης εγγράφει εικονοστοιχεία σε μια κλάση στην οποία δεν ανήκουν. Το σφάλμα παράλειψης προκύπτει όταν ο ταξινομητής ταξινομεί τα στοιχεία που ανήκουν σε μια τάξη σε άλλη τάξη. Από τα παραπάνω προκύπτει και η συνολική ακρίβεια (overall accuracy) η οποία αντιπροσωπεύει το ποσοστό των σωστά ταξινομημένων εικονοστοιχείων και ισούται με τον συνολικό αριθμό των ορθά ταξινομημένων εικονοστοιχείων κάθε κατηγορίας προς το σύνολο των εικονοστοιχείων κάθε κατηγορίας.

Με τη βοήθεια του πίνακα σφαλμάτων προκύπτουν περιγραφικά στατιστικά όπως η ακρίβεια χρήστη (User's Accuracy – UA) και η ακρίβεια παραγωγού (Producer's Accuracy-PA). Η ακρίβεια χρήστη εκτιμά την επι της εκατό πιθανότητα με την οποία η ταξινόμηση αντιπροσωπεύει την πραγματικότητα ενώ η ακρίβεια παραγωγού εκτιμά την πιθανότητα επί τοις εκατό, σωστής αντιστοίχισης των δεδομένων αναφοράς στην κλάση της ταξινόμησης (Story & Congalton, 1986).

Ο συντελεστής K (Kappa coefficient) εισάχθηκε σαν μέτρο στο αντικείμενο της τηλεπισκόπησης στις αρχές του 1980 (Congalton et al., 1983) και μετράει το ποσοστό της συμφωνίας των δεδομένων, αφού οι τυχαίες συμφωνίες έχουν αφαιρεθεί από την εκτίμηση, είναι δηλαδή ένα μέτρο ακρίβειας της ταξινόμησης. Ο συντελεστής ορίζει εάν τα αποτελέσματα στον πίνακα σφαλμάτων είναι σημαντικά καλύτερα από τυχαία ή συμπτωματική ταξινόμηση. Οι τιμές του συντελεστή K κυμαίνονται από 0 έως 1. Όταν η τιμή είναι 1 επιτυγχάνεται τέλεια συμφωνία ενώ η τιμή 0 αντιστοιχεί σε πλήρη

ασυμφωνία των αποτελεσμάτων με την πραγματικότητα. Μια τιμή 0,88 εκφράζει ότι η ταξινόμηση απέφυγε το 88% των σφαλμάτων που θα προέκυπταν από μια τελείως τυχαία ταξινόμηση. Ο συντελεστής K θεωρείται αξιόπιστο μέτρο εκτίμησης της ακρίβειας της ταξινόμησης (Congalton, 2009).

Ο συντελεστής K δίδεται από τη σχέση:

$$K = \frac{P_0 - P_e}{1 - P_e}$$

Όπου:

$P_0$  = το ποσοστό των περιπτώσεων που ταξινομούνται σωστά (δηλαδή η συνολική ακρίβεια) =  $\sum p_{ii}$

$P_e$  = είναι το αναμενόμενο ποσοστό των περιπτώσεων που ταξινομήθηκαν σωστά, δηλ. ποσοστό ταξινομήσεων για αναμενόμενη πιθανότητα συμφωνίας =  $\sum (p_{i+})(p_{+i})$

Όπου:

$p_{i+}$  = υποσύνολο της γραμμής του  $p_{ij}$  για τη γραμμή  $i$

$p_{+i}$  = υποσύνολο της στήλης του  $p_{ij}$  για τη στήλη  $i$

Σύμφωνα με τον Anderson (1976), η ερμηνευτική ακρίβεια στις χρήσεις/κάλυψη γης δεν επιτρέπεται να είναι κάτω από 80%.

Οι Landis & Koch (1977), προτείνουν την ακόλουθη ερμηνεία για τις τιμές του συντελεστή K

< 0.0 Φτωχό/Δεν υπάρχει συμφωνία

0.00 – 0.20 Ασήμαντο

0.21 – 0.40 Ελάχιστο

0.41 – 0.60 Μέτριο

0.61 – 0.80 Ικανοποιητικό

0.81 – 1.00 Σχεδόν εξαιρετικό

### 3.8 Οι χωρικές μετρήσεις στις χρήσεις/κάλυψη γης

Τα τελευταία χρόνια, οι χρήσεις/κάλυψη γης και οι αλλαγές τους αποτελούν σημαντικά εργαλεία για τον σχεδιασμό και την λήψη αποφάσεων τόσο στον αστικό όσο και στον εξωαστικό χώρο. (Agarwal, 2002). Οι χωρικές μετρήσεις (McGarigal & Marks, 1995) μπορούν να προσδιορίσουν ποσοτικά και κατηγορικά δεδομένα όπως οι χρήσεις γης και αποτελούν το πρώτο βήμα για οποιαδήποτε ανάλυση των μοτίβων τους.

Οι χωρικές μετρήσεις συνεπώς, χρησιμοποιούνται ως ποσοτικά μέτρα των δομών και των μοτίβων στις χρήσεις/κάλυψη γης (Herold et al., 2002) κάνοντας δυνατό τον χαρακτηρισμό οποιουδήποτε χάρτη χρήσεων/καλύψεων γης (García-Álvarez & Paegelow, 2022) και προσφέροντας σημαντική θεωρητική βάση για έρευνα (Kong et al., 2012). Όπως επισημαίνουν οι Herold et al., (2005) η εφαρμογή των χωρικών

μετρήσεων βοηθά επιπλέον να αναδειχτούν η δυναμική και οι διαδικασίες αλλαγής των χρήσεων/κάλυψη γης.

Τα μοτίβα στις χρήσεις/κάλυψη γης παρουσιάζουν ποικιλία χωρικών χαρακτηριστικών ιδιαίτερα σε αστικά περιβάλλοντα, όπως το μέγεθος, το σχήμα και η συνδεσιμότητα. Η ακριβής αξιολόγηση του χωρικού μοτίβου σε διαφορετικές χρονικές στιγμές αποτελεί σημαντική διαδικασία προκειμένου να κατανοηθεί καλύτερα η δυναμική των χωρικών προτύπων, των διεργασιών τους και οι αλληλεπιδράσεις τους σε ένα ετερογενές περιβάλλον (Wu et al., 2000). Για την μελέτη των χρήσεων/κάλυψη γης χρησιμοποιούνται κυρίως το επίπεδο κλάσης (class level) και το επίπεδο του συνολικού τοπίου (landscape level).

Ο συνδυασμός των μετρήσεων που προκύπτουν από την ανίχνευση αλλαγών και τις χωρικές μετρήσεις προσφέρει ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο διερεύνησης και ανάλυσης για τα μοτίβα, τις τάσεις και τη δυναμική των χρήσεων/κάλυψη γης στις περιοχές μελέτης.

Η διατριβή υιοθετεί μια σειρά από χωρικές μετρήσεις προκειμένου να διερευνήσει την σύνθεση και τη διαμόρφωση της περιοχής μελέτης. Συγκεκριμένα πρόκειται για τις εξής οκτώ: Contagion Index (CONTAG), Total Core Area (TCA), Perimeter-Area Fractal Dimension (PAFRAC), Shannon's Diversity Index (SHDI), Patch Density (PD), Largest Patch Index (LPI), Patch Cohesion Index (COHESION) και Aggregation Index (AI) εκ των οποίων οι πρώτες τέσσερις εκτελούνται στο επίπεδο της συνολικής επιφάνειας της περιοχής μελέτης (landscape level) ενώ οι τέσσερις τελευταίες στο επίπεδο κατηγοριών ταξινόμησης (Class level). Οι μετρήσεις περιγράφονται στον πίνακα 3.1: (McGarigal, 2017).

**Πίνακας 3.1: Χωρικές μετρήσεις στις χρήσεις/κάλυψη γης**

Χωρική μέτρηση	Περιγραφή (McGarigal and Marks, 1995; McGarigal et al., 2002, 2012)	Μονάδες	Εύρος τιμών	Μαθηματική έκφραση
Επίπεδο της συνολικής επιφάνειας της περιοχής μελέτης (landscape level)				
Contagion Index (CONTAG)	Βασίζεται σε γειτονίες κελιών και περιγράφει την πιθανότητα δύο τυχαίων κελιών να ανήκουν στην ίδια κατηγορία	Ποσοστό	$0 < \text{Contag} \leq 100$	$\text{CONTAG} = 1 + \frac{\sum_{q=1}^{n_q} p_q \ln(p_q)}{2 \ln(t)}$ <p>Οπου: <math>p_q</math> ο πίνακας γειτνίασης για όλες τις τάξεις διαιρούμενος με το άθροισμα αυτού του πίνακα και <math>t</math> τον αριθμό των κλάσεων στο τοπίο.</p>

Total Core Area (TCA)	Ισούνται με το άθροισμα των πυρήνων όλων των μορφωμάτων στην περιοχή, διαιρούμενο με 10.000 (για μετατροπή σε εκτάρια).	Εκτάρια	TCA >= 0	$TCA = \sum_{j=1}^n a_{ij}^{core} * \left(\frac{1}{10000}\right)$ <p>Οπου:  <math>a_{ij}^{core}</math> = το εμβαδόν του πυρήνα (m<sup>2</sup>)</p>
Perimeter-Area Fractal Dimension (PAFRAC)	Το PAFRAC ισούται με 2 διαιρούμενο με την κλίση της γραμμής παλινδρόμησης που λαμβάνεται με παλινδρόμηση του λογαρίθμου του εμβαδού του μορφώματος (m <sup>2</sup> ) προς τον λογάριθμο της περιμέτρου του μορφώματος (m).	Χωρίς μονάδες	1 <= PAFRAC <= 2	$PAFRAC = \frac{2}{\beta}$ <p>Οπου: β είναι η κλίση της παλινδρόμησης της περιοχής προς την περίμετρο (λογάριθμος)</p> $N \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \ln a_{ij} = a + \beta N \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \ln p_{ij}$ <p>Οπου:  <math>a_{ij}</math> = το εμβαδόν του μορφώματος ij (m<sup>2</sup>)  <math>p_{ij}</math> = η περίμετρος του μορφώματος ij (m)  N = ο συνολικός αριθμός μορφωμάτων στην περιοχή μελέτης</p>
Shannon's Diversity Index (SHDI)	Το SHDI ισούται με το αρνητικό άθροισμα του γινόμενου (p <sub>i</sub> ) επί τον φυσικό λογάριθμο (ln) της αναλογίας (p <sub>i</sub> ).	Χωρίς μονάδες	SHDI >= 0	$SHDI = - \sum_{i=1}^m (P_i * \ln P_i)$ <p>Οπου: P<sub>i</sub> είναι το ποσοστό της κατηγορίας i.</p>

Επίπεδο κατηγοριών ταξινόμησης (Class level)

Patch density (PD) (class level)	Η πυκνότητα των μορφωμάτων. Η τιμή πολλαπλασιάζεται	Αριθμός ανά 100 εκτάρια	PD > 0, $PD = \frac{N}{A} (10.000)(100)$
----------------------------------	---	-------------------------	---

	αι με 10.000 και 100 ώστε να είναι ανά 100 εκτάρια			Όπου N = συνολικός αριθμός μορφωμάτων στην περιοχή μελέτης A = συνολική επιφάνεια περιοχής μελέτης ( m ).
Largest patch index (LPI) (class level)	Το εμβαδόν (m <sup>2</sup> ) του μεγαλύτερου μορφώματος στην περιοχή μελέτης διαιρούμενο με τη συνολική επιφάνεια της περιοχής μελέτης (m <sup>2</sup> ) πολλαπλασιαζόμενης επί 100 (για μετατροπή σε ποσοστό)	Ποσοστό	$0 \leq LPI < 100$	$LPI = \frac{\max(a_{ij})}{A} \cdot 100$ Όπου: a <sub>ij</sub> = εμβαδόν (m <sup>2</sup> ) του μορφώματος ij A = συνολικό εμβαδόν της περιοχής μελέτης (m <sup>2</sup> )
Patch Cohesion Index (COHESION) (class level)	ισούται με 1 μείον το άθροισμα της περιμέτρου του μορφώματος διαιρεμένο με το άθροισμα της περιμέτρου του μορφώματος επί την τετραγωνική ρίζα του εμβαδού του μορφώματος για τα μορφώματα του αντίστοιχου τύπου, επί 1 μείον 1 προς την τετραγωνική ρίζα του συνολικού αριθμού κελιών στο τοπίο, επί 100	Ποσοστό	$0 < COHESION < 100$	$COHESION = 1 - \left( \frac{\sum_{j=1}^n p_{ij}}{\sum_{j=1}^n p_{ij} \sqrt{a_{ij}}} \right) \cdot \left( 1 - \frac{1}{\sqrt{Z}} \right)^{-1} \cdot 100$ Όπου: p <sub>ij</sub> * = περίμετρος του μορφώματος του ij a <sub>ij</sub> * = το εμβαδόν του μορφώματος ij (m <sup>2</sup> ) Z = ο συνολικός αριθμός των κελιών στην περιοχή μελέτης

Aggregation index (AI) (class level)	Το AI ισούται με το λόγο του αριθμού ομοίων όμορων εικονοψηφίδων προς τον μέγιστο δυνατό αριθμό ομοίων όμορων εικονοψηφίδων δεδομένης της αναλογίας της περιοχής μελέτης που αποτελείται από κάθε είδος μορφώματος	Ποσοστό	0 <= AI <= 100
---	--	---------	----------------

$$AI = \left[ \sum_{i=1}^m \left( \frac{g_{ii}}{\max_{j \rightarrow g_{ii}} g_{ij}} \right) P_i \right] (100)$$

Όπου:

$g_{ii}$  = αριθμός ομοίων όμορων μεταξύ εικονοψηφίδων της κλάσης  $i$  με βάση τη μέθοδο της απλής καταμέτρησης.  
 $\max - g_{ii}$  = μέγιστος αριθμός ομοίων όμορων μεταξύ εικονοψηφίδων της κλάσης  $i$  με βάση τη μέθοδο της απλής καταμέτρησης  
 $P_i$  = αναλογία της περιοχής που αποτελείται από κάθε είδος μορφώματος

Πηγή: *Ιδία επεξεργασία*

**CONTAG:** Ο δείκτης αποτελεί μέτρο συγκέντρωσης, προσδιορίζοντας τον βαθμό με τον οποίο οι διαφορετικοί τύποι χρήσεων/κάλυψη γης συγκεντρώνονται ή διασκορπίζονται. Βασίζεται στη γειτνίαση των κελιών και εξετάζει την πιθανότητα ένα κελί  $i$  να βρίσκεται δίπλα σε ένα κελί  $j$ . Χρειάζονται τουλάχιστον δύο κλάσεις για να χρησιμοποιηθεί ο δείκτης CONTAG.

**TCA:** Το μέτρο αφορά τον πυρήνα και ισούται με το άθροισμα όλων των πυρήνων των μορφωμάτων στην περιοχή μελέτης. Ένα κελί ορίζεται ως πυρήνας όταν το κελί δεν έχει γείτονα με διαφορετική τιμή από τη δική του. Επιπλέον, αποτελεί μέτρο διαμόρφωσης του τοπίου γιατί το άθροισμα των ακμών αυξάνει καθώς τα μορφώματα γίνονται λιγότερο συγκεντρωμένα.

**PAFRAC:** Ο δείκτης αποτελεί μέτρο πολυπλοκότητας του σχήματος των χρήσεων/κάλυψη γης. Μια τιμή κοντά στο 1 σε ένα δισδιάστατο τοπίο υποδηλώνει σχήματα με απλές περιμέτρους (τετράγωνα) ενώ όταν η τιμή προσεγγίζει το 2 υποδηλώνει πολύπλοκα σχήματα. Ο δείκτης χρησιμοποιεί τεχνικές παλινδρόμησης και υπόκειται σε προβλήματα μικρών δειγμάτων και σε αυτές τις περιπτώσεις δεν θα πρέπει να χρησιμοποιείται. Ο δείκτης είναι ανεξάρτητος από την κλίμακα.

SHDI: Ο δείκτης αποτελεί μέτρο πολυμορφίας και ετερογένειας στις χρήσεις/κάλυψη γης. Παρέχει πληροφορίες για τον πλούτο και την ομαλότητα των κατηγοριών κάλυψης γης σε μια περιοχή. Το μέτρο λαμβάνει την τιμή μηδέν όταν το τοπίο διαθέτει ένα μόνο μόρφωμα, ενώ υψηλότερη τιμή υποδηλώνει διαφορετικές χρήσεις/κάλυψη γης.

PD: Η πυκνότητα των μορφωμάτων Patch density, είναι σημαντικός δείκτης του τοπίου και ανήκει στην κατηγορία που μετρά την πολυπλοκότητα των μορφωμάτων. (μετρήσεις εμβαδού, ακμών και σχήματος). Αποτελεί μέτρο κατακερματισμού του τοπίου σε μια κατηγορία χρήσεων/κάλυψης γης το οποίο προσδιορίζει την πυκνότητα των κατακερματισμένων χρήσεων/καλύψεων. Οι τιμές αυτού του δείκτη επηρεάζονται από το μέγεθος του εικονοστοιχείου

LPI: Ο δείκτης αποτελεί μέτρηση της επικράτησης (κυριαρχίας) Όταν η τιμή βρίσκεται κοντά στο μηδέν, το μεγαλύτερο μόρφωμα είναι πολύ μικρό ενώ όταν η τιμή γίνει εκατό σημαίνει ότι υπάρχει ένα μόνο μόρφωμα,

COHESION: Ο δείκτης αποτελεί μέτρο συγκέντρωσης και χαρακτηρίζει την συνδεσιμότητα των μορφωμάτων. Χρησιμοποιείται για να εκτιμήσει εάν τα μορφώματα της ίδιας κατηγορίας βρίσκονται συγκεντρωμένα ή απομονωμένα. Το μέτρο δίνει πληροφορίες για τη διαμόρφωση του τοπίου.

AI: Ο δείκτης ανήκει στις μετρήσεις διαμόρφωσης και μετρά τη συνάθροιση ή τη διασπορά των μορφωμάτων. Αξιολογεί επίσης το επίπεδο συγκέντρωσης ενός τύπου χρήσεων/κάλυψης γης. Η τιμή του κυμαίνεται μεταξύ μηδέν και εκατό με το μηδέν να αντιπροσωπεύει το μέγιστο διαχωρισμένο τοπίο και το εκατό το μέγιστο επίπεδο συνάθροισης.

Η επιλογή των μετρήσεων που ακολουθεί η παρούσα έρευνα βασίζεται στην δυνατότητα των συγκεκριμένων χωρικών μετρήσεων να ποσοτικοποιούν και να ερμηνεύουν τις χρήσεις/κάλυψη γης όπως απέδειξαν αντίστοιχες εργασίες (Sui & Zeng, 2001, Herold et al., 2002, Herold et al., 2003, Deng et al., 2009, Aguilera et al., 2011, Kong et al., 2012, Liu & Weng, 2013, Perović et al., 2018, Gabril et al., 2019) με τις μεθόδους να είναι αρκετά τυποποιημένες

### Βιβλιογραφία κεφαλαίου 3

Agarwal, C. (2002). A review and assessment of land-use change models: dynamics of space, time, and human choice.

Aguilera, F., Valenzuela, L. M., & Botequilha-Leitão, A. (2011). Landscape metrics in the analysis of urban land use patterns: A case study in a Spanish metropolitan area. *Landscape and Urban Planning*, 99(3-4), 226-238.

Anderson, J. R. (1976). *A land use and land cover classification system for use with remote sensor data* (Vol. 964). US Government Printing Office.

Bennett, A. F., & Saunders, D. A. (2010). Habitat fragmentation and landscape change. *Conservation biology for all*, 93, 1544-1550.

Briassoulis, H. (2009). Factors influencing land-use and land-cover change. *Land cover, land use and the global change, encyclopaedia of life support systems (EOLSS)*, 1, 126-146.

Butt, A., Shabbir, R., Ahmad, S. S., & Aziz, N. (2015). Land use change mapping and analysis using Remote Sensing and GIS: A case study of Simly watershed, Islamabad, Pakistan. *The Egyptian journal of remote sensing and space science*, 18(2), 251-259.

Büttner, G. (2014). CORINE land cover and land cover change products. In *Land use and land cover mapping in Europe: practices & trends* (pp. 55-74). Dordrecht: Springer Netherlands.

Cassettari, S. (2003). A new generation of land use mapping in the UK. *The Cartographic Journal*, 40(2), 121-130.

Congalton, R. G., Oderwald, R. G., & Mead, R. A. (1983). Assessing Landsat classification accuracy using discrete multivariate analysis statistical techniques. *Photogrammetric engineering and remote sensing*, 49(12), 1671-1678.

Congalton, R. G. (1991). A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. *Remote sensing of environment*, 37(1), 35-46.

Congalton, R. G. (2009). Accuracy and error analysis of global and local maps: Lessons learned and future considerations. *Remote Sensing of Global Croplands for Food Security*, 441, 47-55.

Congalton, R. G., & Green, K. (2019). *Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices*. CRC press.



DeFries, R. S., Foley, J. A., & Asner, G. P. (2004). Land-use choices: Balancing human needs and ecosystem function. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2(5), 249-257.

Dewidar, K. M. (2004). Detection of land use/land cover changes for the northern part of the Nile delta (Burullus region), Egypt. *International journal of remote sensing*, 25(20), 4079-4089.

Deng, J. S., Wang, K., Hong, Y., & Qi, J. G. (2009). Spatio-temporal dynamics and evolution of land use change and landscape pattern in response to rapid urbanization. *Landscape and urban planning*, 92(3-4), 187-198.

Di Gregorio A. & Jansen L. J.M. (2000), Land Cover Classification System (LCCS): Classification Concepts and user manual, FAO, Rome

Di Gregorio, A. (2005). *Land cover classification system: classification concepts and user manual: LCCS* (Vol. 2). Food & Agriculture Org.

Di Gregorio, A., & Latham, J. (2009). AFRICOVER land cover classification and mapping project. *Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)*; Werheve, W., Ed, 236-254.

Gabril, E. M. A., Denis, D. M., Nath, S., Paul, A., & Kumar, M. (2019). Quantifying LULC change and landscape fragmentation in Prayagraj district, India using geospatial techniques. *The Pharma Innovation Journal*, 8(5), 670-675.

García-Álvarez, D., & Paegelow, M. (2022). Spatial Metrics to Validate Land Use Cover Maps. In *Land Use Cover Datasets and Validation Tools: Validation Practices with QGIS* (pp. 205-228). Cham: Springer International Publishing.

Goodchild, M. F., Steyaert, L. T., Parks, B. O., Johnston, C., Maidment, D., Crane, M., & Glendinning, S. (Eds.). (1996). GIS and environmental modeling: progress and research issues.

Dupras, J., Marull, J., Parcerisas, L., Coll, F., Gonzalez, A., Girard, M., & Tello, E. (2016). The impacts of urban sprawl on ecological connectivity in the Montreal Metropolitan Region. *Environmental science & policy*, 58, 61-73.

European Environmental Agency (EEA) (2004) <https://www.eea.europa.eu/help/glossary/eea-glossary/land-use>

FAO, UNEP (1997) The future of our Land. Facing the challenge <https://www.fao.org/3/X3810E/x3810e04.htm>

Gibson, P. J., & Power, C. H. (2000). Introductory remote sensing: Digital image processing and applications. (*No Title*).

Harris, P. M., & Ventura, S. J. (1995). The integration of geographic data with remotely sensed imagery to improve classification in an urban area. *Photogrammetric engineering and remote sensing*, 61(8), 993-998.

Hasse, J. E., & Lathrop, R. G. (2003). Land resource impact indicators of urban sprawl. *Applied geography*, 23(2-3), 159-175.

Hailemariam, S. N., Soromessa, T., & Teketay, D. (2016). Land use and land cover change in the bale mountain eco-region of Ethiopia during 1985 to 2015. *Land*, 5(4), 41.

Herold, M., Scepan, J., & Clarke, K. C. (2002). The use of remote sensing and landscape metrics to describe structures and changes in urban land uses. *Environment and planning A*, 34(8), 1443-1458.

Herold, M., Couclelis, H., & Clarke, K. C. (2005). The role of spatial metrics in the analysis and modeling of urban land use change. *Computers, environment and urban systems*, 29(4), 369-399.

Homer, C., Dewitz, J., Yang, L., Jin, S., Danielson, P., Xian, G., & Megown, K. (2015). Completion of the 2011 National Land Cover Database for the conterminous United States—representing a decade of land cover change information. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 81(5), 345-354.

Huth, J., Kuenzer, C., Wehrmann, T., Gebhardt, S., Tuan, V. Q., & Dech, S. (2012). Land cover and land use classification with TWOPAC: Towards automated processing for pixel-and object-based image classification. *Remote Sensing*, 4(9), 2530-2553.

Jat, M. K., Garg, P. K., & Khare, D. (2008). Monitoring and modelling of urban sprawl using remote sensing and GIS techniques. *International journal of Applied earth Observation and Geoinformation*, 10(1), 26-43.

Καρτέρης, Μ.Α. & Τσομπανίκος Δ., 1984. Σύστημα ταξινόμησης χρήσεων/κάλυψης της γης. Πρακτικά Συνεδρίου "Ολοκληρωμένες Πληροφορίες Γης-Θεμέλιο για Ανάπτυξη", Τομέας Κτηματολογίου και Φωτογραμμετρίας, Πολυτεχνική Σχολή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Θεσσαλονίκη, σελ. 583-603

Kong, F., Yin, H., Nakagoshi, N., & James, P. (2012). Simulating urban growth processes incorporating a potential model with spatial metrics. *Ecological Indicators*, 20, 82-91.

Kosztra, B., Büttner, G., Hazeu, G., & Arnold, S. (2019). Updated CLC illustrated nomenclature guidelines. *European Environment Agency: Wien, Austria*, 1-124.

- Koukoulas, S., & Blackburn, G. A. (2001). Introducing new indices for accuracy evaluation of classified images representing semi-natural woodland environments. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 67(4), 499-510.
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *biometrics*, 159-174.
- Lambin, E. F. (1997). Modelling and monitoring land-cover change processes in tropical regions. *Progress in physical geography*, 21(3), 375-393.
- Lambin, E. F., Rounsevell, M. D., & Geist, H. J. (2000). Are agricultural land-use models able to predict changes in land-use intensity?. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 82(1-3), 321-331.
- Li, X., & Yeh, A. G. O. (1998). Principal component analysis of stacked multi-temporal images for the monitoring of rapid urban expansion in the Pearl River Delta. *International Journal of Remote Sensing*, 19(8), 1501-1518.
- Lillesand, T., Kiefer, R. W., & Chipman, J. (2015). *Remote sensing and image interpretation*. John Wiley & Sons.
- Lin, G. C., & Ho, S. P. (2003). China's land resources and land-use change: insights from the 1996 land survey. *Land use policy*, 20(2), 87-107.
- Liping, C., Yujun, S., & Saeed, S. (2018). Monitoring and predicting land use and land cover changes using remote sensing and GIS techniques—A case study of a hilly area, Jiangle, China. *PloS one*, 13(7), e0200493.
- Liu, H., & Weng, Q. (2013). Landscape metrics for analysing urbanization-induced land use and land cover changes. *Geocarto International*, 28(7), 582-593.
- Lo, C. P., & Shipman, R. L. (1990). A GIS approach to land-use change dynamics detection. *PE&RS, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 56(1), 1483-1491.
- Lu, D., Mausel, P., Brondizio, E., & Moran, E. (2004). Change detection techniques. *International journal of remote sensing*, 25(12), 2365-2401.
- Masser, I. (2001). Managing our urban future: the role of remote sensing and geographic information systems. *Habitat international*, 25(4), 503-512.
- McGarigal, K. (2017). Landscape metrics for categorical map patterns. *Lecture notes*.
- Nedd, R., Light, K., Owens, M., James, N., Johnson, E., & Anandhi, A. (2021). A synthesis of land use/land cover studies: Definitions, classification systems, meta-studies, challenges and knowledge gaps on a global landscape. *Land*, 10(9), 994.

Newbold, T., Hudson, L. N., Hill, S. L., Contu, S., Lysenko, I., Senior, R. A., ... & Purvis, A. (2015). Global effects of land use on local terrestrial biodiversity. *Nature*, 520(7545), 45-50.

Noaa, N. O. S. (2015). What is the difference between land cover and land use.

Pal, S., & Ziaul, S. K. (2017). Detection of land use and land cover change and land surface temperature in English Bazar urban centre. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 20(1), 125-145.

Petit, C. C., & Lambin, E. F. (2001). Integration of multi-source remote sensing data for land cover change detection. *International journal of geographical information science*, 15(8), 785-803.

Perović, V., Jakšić, D., Jaramaz, D., Koković, N., Čakmak, D., Mitrović, M., & Pavlović, P. (2018). Spatio-temporal analysis of land use/land cover change and its effects on soil erosion (Case study in the Oplenac wine-producing area, Serbia). *Environmental monitoring and assessment*, 190, 1-18.

Ram, B., & Kolarkar, A. S. (1993). Remote sensing application in monitoring land-use changes in arid Rajasthan. *International Journal of Remote Sensing*, 14(17), 3191-3200.

Rosenfield, G. H., & Fitzpatrick-Lins, K. (1986). A coefficient of agreement as a measure of thematic classification accuracy. *Photogrammetric engineering and remote sensing*, 52(2), 223-227.

Sala, O. E., Stuart Chapin, F. I. I., Armesto, J. J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., & Wall, D. H. (2000). Global biodiversity scenarios for the year 2100. *science*, 287(5459), 1770-1774.

Sapena, M., & Ruiz, L. Á. (2019). Analysis of land use/land cover spatio-temporal metrics and population dynamics for urban growth characterization. *Computers, environment and urban systems*, 73, 27-39.

Seto, K. C., Güneralp, B., & Hutyra, L. R. (2012). Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(40), 16083-16088.

Sinclair, R. (1967). Von Thünen and urban sprawl. *Annals of the Association of American Geographers*, 57(1), 72-87.

Singh, A. (1989). Review article digital change detection techniques using remotely-sensed data. *International journal of remote sensing*, 10(6), 989-1003

Sleeter, B. M., Sohl, T. L., Loveland, T. R., Auch, R. F., Acevedo, W., Drummond, M. A & Stehman, S. V. (2013). Land-cover change in the conterminous United States from 1973 to 2000. *Global environmental change*, 23(4), 733-748.

Sokal, R. R. (1974). Classification: Purposes, Principles, Progress, Prospects: Clustering and other new techniques have changed classificatory principles and practice in many sciences. *Science*, 185(4157), 1115-1123. [Crossref]

Song, C., Woodcock, C. E., Seto, K. C., Lenney, M. P., & Macomber, S. A. (2001). Classification and change detection using Landsat TM data: when and how to correct atmospheric effects?. *Remote sensing of Environment*, 75(2), 230-244.

Star, J. L., Estes, J. E., & McGwire, K. C. (Eds.). (1997). *Integration of geographic information systems and remote sensing* (Vol. 5). Cambridge University Press.

Stemn, E., & Agyapong, E. (2014). Assessment of urban expansion in the Sekondi-Takoradi Metropolis of Ghana using remote-sensing and GIS approach. *International Journal of Science and Technology*, 3(8), 452-460.

Story, M., & Congalton, R. G. (1986). Accuracy assessment: a user's perspective. *Photogrammetric Engineering and remote sensing*, 52(3), 397-399.

Stow, D. A., & Chen, D. M. (2002). Sensitivity of multitemporal NOAA AVHRR data of an urbanizing region to land-use/land-cover changes and misregistration. *Remote sensing of Environment*, 80(2), 297-307.

Sui, D. Z., & Zeng, H. (2001). Modeling the dynamics of landscape structure in Asia's emerging desakota regions: a case study in Shenzhen. *Landscape and urban planning*, 53(1-4), 37-52.

Torrens, P. M., & Alberti, M. (2000). Measuring sprawl.

Turner, B., Meyer, W. B., & Skole, D. L. (1994). Global land-use/land-cover change: towards an integrated study. *Ambio. Stockholm*, 23(1), 91-95.

Turner, B. L. (1997). The sustainability principle in global agendas: implications for understanding land-use/cover change. *Geographical Journal*, 133-140.

Παπαρηγορίου Ι. Β. Πολεοδομία (εισαγωγή, θεσμοί, πολιτική), 4η έκδοση 2011, Σάκκουλας Αθήνα-Θεσσαλονίκη

United States Environmental Protection Agency (EPA), <https://www.epa.gov/report-environment/land-use>

Veldkamp, A., & Lambin, E. F. (2001). Predicting land-use change. *Agriculture, ecosystems & environment*, 85(1-3), 1-6.

- Verburg, P. H., Veldkamp, A., & Fresco, L. O. (1999). Simulation of changes in the spatial pattern of land use in China. *Applied geography*, 19(3), 211-233.
- Weng, Y. C. (2007). Spatiotemporal changes of landscape pattern in response to urbanization. *Landscape and urban planning*, 81(4), 341-353.
- Wiatkowska, B., Słodczyk, J., & Stokowska, A. (2021). Spatial-temporal land use and land cover changes in urban areas using remote sensing images and GIS analysis: The case study of Opole, Poland. *Geosciences*, 11(8), 312.
- Wickware, G. M., & Howarth, P. J. (1981). Change detection in the Peace—Athabasca delta using digital Landsat data. *Remote Sensing of Environment*, 11, 9-25.
- Wilkie, D. S., & Finn, J. T. (1996). *Remote sensing imagery for natural resources monitoring: a guide for first-time users*. Columbia University Press.
- Χαϊνταρλής Μ. (2010). Χρήσεις γης, Περιβάλλον & Δίκαιο
- Yang, H., Li, S., Chen, J., Zhang, X., & Xu, S. (2017). The standardization and harmonization of land cover classification systems towards harmonized datasets: A review. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 6(5), 154.
- Yang, X., & Lo, C. P. (2002). Using a time series of satellite imagery to detect land use and land cover changes in the Atlanta, Georgia metropolitan area. *International Journal of Remote Sensing*, 23(9), 1775-1798.
- Yeh, A. G. O., & Li, X. (1997). An integrated remote sensing and GIS approach in the monitoring and evaluation of rapid urban growth for sustainable development in the Pearl River Delta, China. *International Planning Studies*, 2(2), 193-210.
- Yuan, F. (2008). Land-cover change and environmental impact analysis in the Greater Mankato area of Minnesota using remote sensing and GIS modelling. *International Journal of Remote Sensing*, 29(4), 1169-1184.
- Wu, J., Jelinski, D. E., Luck, M., & Tueller, P. T. (2000). Multiscale analysis of landscape heterogeneity: scale variance and pattern metrics. *Geographic information sciences*, 6(1), 6-19.
- Zhang, Z., Wang, X., Zhao, X., Liu, B., Yi, L., Zuo, L., & Hu, S. (2014). A 2010 update of National Land Use/Cover Database of China at 1: 100000 scale using medium spatial resolution satellite images. *Remote sensing of environment*, 149, 142-154.

## Κεφάλαιο 4

### Οι κινητήριες δυνάμεις

#### 4.1 Εισαγωγή

Από την δεκαετία του 1990 η επιστημονική κοινότητα αναπτύσσει ενδιαφέρον για τις κινητήριες δυνάμεις (driving forces) ή δυνάμεις αλλαγών χρήσεων γης (drivers of land use change). Η αντίληψη ότι οι αλλαγές των χρήσεων γης αποτελούν έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν το παγκόσμιο περιβάλλον (Dale et al., 1993) καθώς και η στόχευση της παγκόσμιας έρευνας στην κατανόηση των αιτιών και των συνεπειών αυτών των αλλαγών στις χρήσεις γης (Hersperger et al., 2010), ώθησε πολλούς μελετητές να συγκεκριμενοποιήσουν τις συνθήκες και τις διαδικασίες κάτω από τις οποίες πραγματοποιούνται αυτές οι αλλαγές, ορίζοντας έτσι κατάλληλα πλαίσια για την μελέτη τους. Ως αποτέλεσμα, η κατανόηση των κινητήριων δυνάμεων των αλλαγών χρήσης γης μπορεί να προσφέρει πολύτιμες πληροφορίες για το περιβάλλον και επίσης τη δυνατότητα ελέγχου ή επιρροής της αλλαγής του τοπίου αναγνωρίζοντας τις σχέσεις μεταξύ τομέων και παραγόντων (Lambin et al., 2003). Οι νέες αντιλήψεις σχετικά με την αλλαγή χρήσης γης μπορούν επίσης να συμβάλουν σημαντικά στη μελλοντική διαχείριση των φυσικών και πολιτιστικών αξιών καθώς και δομών και διαδικασιών στον χωροταξικό σχεδιασμό (Bürgi et al., 2004). Η χρήση των κινητηρίων δυνάμεων ως πλαίσιο για την κατανόηση των αιτιών, των διαδικασιών και των αποτελεσμάτων της αλλαγής του τοπίου έχει πλέον καταστεί απαραίτητη για την αξιολόγηση των παρεμβάσεων πολιτικών για το χώρο (Klijn, 2004). Στο Ευρωπαϊκό πλαίσιο, αυτή η άποψη αντανακλάται στην Ευρωπαϊκή Σύμβαση για το Τοπίο (ELC, 2000), η οποία ενοποιεί την προστασία, τον σχεδιασμό και την διαχείριση των τοπίων (Plieninger et al., 2016) αλλά και στην μελέτη για την αστική διάχυση με στόχο την υιοθέτηση κατάλληλων πολιτικών για τον περιορισμό της.

#### 4.2 Κινητήριες δυνάμεις - Έννοιες και Ορισμοί

Σύμφωνα με τον Klijn (2004), οι κινητήριες δυνάμεις μπορούν να θεωρηθούν ως ανεξάρτητες, αυτόνομες, «εξωτερικές» δυνάμεις που επηρεάζουν άμεσα ή έμμεσα ένα (εξαρτώμενο) σύστημα. Αυτές οι δυνάμεις μπορεί είτε να είναι απαραίτητες για τη διατήρηση της λειτουργίας συστημάτων σε ισορροπία (π.χ. ποτάμια ή υδροφορείς που τροφοδοτούν τη βροχόπτωση) είτε να προκαλέσουν μια προσωρινή ή μόνιμη αλλαγή στην κατάστασή τους (π.χ. υψηλές ποσότητες βροχοπτώσεων που προκαλούν πλημμύρες). Λαμβάνοντας το τοπίο ως σύστημα, μπορεί κανείς να εντοπίσει τις «εξωτερικές δυνάμεις» που είναι υπεύθυνες για τις αλλαγές του τοπίου.

Ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος (EEA, glossary term) ορίζει τις κινητήριες δυνάμεις ως «κοινωνικές, δημογραφικές και οικονομικές εξελίξεις στις κοινωνίες και τις αντίστοιχες αλλαγές στον τρόπο ζωής, τα συνολικά επίπεδα κατανάλωσης και τα πρότυπα παραγωγής». Αυτός ο ορισμός ο οποίος εμφανίζεται από το 2002 και παραμένει ενεργός στο γλωσσάριο των ορισμών, περιορίζεται στις κοινωνικές

διαδικασίες και δεν περιλαμβάνει βιοφυσικές ή φυσικές εξελίξεις. Αργότερα, στην έκθεση του Ιουνίου 2016 για την αστική διάχυση στην Ευρώπη, ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος υιοθετεί το πλαίσιο κατά Bürgi et al., (2004).

Κατά τους Bürgi et al., (2004), «κινητήριες δυνάμεις είναι οι δυνάμεις που προκαλούν εμφανείς αλλαγές του τοπίου, δηλαδή είναι διαδικασίες που επηρεάζουν την εξελικτική τροχιά του». Οι δυνάμεις αυτές έχουν επίσης ονομαστεί βασικές διεργασίες (Marcucci, 2000), ή αιτιώδεις παράγοντες (Geist et al., 2006). Είναι προφανές ότι ο παραπάνω ευρύς ορισμός επιτρέπει την ενσωμάτωση πολύπλοκων παραγόντων που προκαλούν αλλαγές, ενώ ταυτόχρονα μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην εμπειρική έρευνα συμβάλλοντας στην εφαρμοσμένη γνώση. Σύμφωνα με τους Verburg et al., (2004), οι κινητήριες δυνάμεις ορίζονται ως πολύ σημαντικές για την μοντελοποίηση των αλλαγών των χρήσεων γης. Οι κινητήριες δυνάμεις σχηματίζουν ένα σύνθετο σύστημα εξαρτήσεων, αλληλεπιδράσεων και ανατροφοδότησης επηρεάζοντας πολλά χρονικά και χωρικά επίπεδα, καθώς τα τοπία αναδιαμορφώνονται από τις τοπικές, εθνικές και διεθνείς διαδικασίες. Είναι επομένως δύσκολο να αναλυθούν και να αναπαρασταθούν επαρκώς (Bürgi et al., 2004, Hersperger & Bürgi, 2007).

Κατά τις τελευταίες δεκαετίες οι μελέτες πάνω στις κινητήριες δυνάμεις αυξήθηκαν, υποστηριζόμενες από τα διαθέσιμα δεδομένα και την τεχνολογική εξειδίκευση (Antrop, 2005), επιτρέποντας τη δημιουργία διαφορετικών πλαισίων και προσεγγίσεων στο θέμα της ανάλυσης των κινητηρίων δυνάμεων.

### **4.3 Προσεγγίσεις και θεωρητικά πλαίσια στη μελέτη των κινητηρίων δυνάμεων**

Για την κατανόηση και συστηματοποίηση των κινητηρίων δυνάμεων, έχουν προταθεί διαφορετικές προσεγγίσεις και θεωρητικά πλαίσια. Άλλες από αυτές τις προσεγγίσεις θεωρούν ότι οι κινητήριες δυνάμεις είναι ένα μίγμα ανθρωπογενών και βιοφυσικών παραγόντων, άλλες διαχωρίζουν τις κινητήριες δυνάμεις σε άμεσες και έμμεσες και άλλες κατηγοριοποιούν τις κινητήριες δυνάμεις σε προσεγγίσεις που βασίζονται στην διαδικασία (process-based approaches), προσεγγίσεις που βασίζονται στην δομή (structure-based approaches) και ολοκληρωμένες προσεγγίσεις, δηλαδή προσεγγίσεις που ενσωματώνουν διαδικασίες και δομές (integrating processes and structures approaches). Οι διαφορετικές αυτές προσεγγίσεις δείχνουν επίσης τα εξελικτικά στάδια από την αρχή της έρευνας και των αρχικών θεωρητικών διατυπώσεων έως τη δημιουργία ολοκληρωμένων θεωρητικών πλαισίων για τις κινητήριες δυνάμεις.

#### **4.3.1 Οι κινητήριες δυνάμεις ως ένα μείγμα ανθρωπογενών και βιοφυσικών παραγόντων**

Κατά τους Verburg et al., (2004), οι κινητήριες δυνάμεις αποτελούν το πλαίσιο στο οποίο συνδέεται το φυσικό και κοινωνικό περιβάλλον καθώς οι άνθρωποι ανταποκρίνονται στα παραπάνω προκειμένου να αυξήσουν την ευημερία τους. Συνεπώς, οι κινητήριες δυνάμεις οι οποίες διαχωρίζονται σε κοινωνικοοικονομικές (ανθρωπογενείς) και βιοφυσικές, αποτελούν τους κύριους μοχλούς αλλαγών στις



χρήσεις γης. Στις ανθρωπογενείς ανήκουν οι κοινωνικές, πολιτικές, οικονομικές, δημογραφικές, τεχνολογικές και πολιτιστικές κινητήριες δυνάμεις. Στις βιοφυσικές κινητήριες δυνάμεις ανήκουν το κλίμα, το έδαφος, η τοπογραφία, τα φυτά, οι ηφαιστειακές εκρήξεις κ.α. (Veldkamp & Fresco 1996, Briassoulis, 2000)

Οι παραπάνω μελετητές διαπιστώνουν ότι αν και οι βιοφυσικοί παράγοντες ως επί το πλείστον δεν οδηγούν άμεσα σε αλλαγή των χρήσεων γης, μπορούν ωστόσο να προκαλούν αλλαγές στην κάλυψη της γης (π.χ. μέσω της κλιματικής αλλαγής) και να επηρεάζουν την κατανομή της χρήσης γης (ποιότητα) ενώ κύριοι παράγοντες αλλαγής των χρήσεων θεωρούνται οι ανθρωπογενείς.

#### **4.3.2 Οι κινητήριες δυνάμεις διαχωρισμένες σε άμεσες και έμμεσες**

Κατά τους Lambin et al., (2003), οι κινητήριες δυνάμεις μπορούν να διακριθούν σε άμεσες (proximate) και έμμεσες (underlying). Οι άμεσες κινητήριες δυνάμεις αναφέρονται σε ανθρώπινες δραστηριότητες σε τοπικό επίπεδο που έχουν ως αποτέλεσμα την αλλαγή του τοπίου, όπως η οικιστική επέκταση. Οι έμμεσες κινητήριες δυνάμεις περιλαμβάνουν τις θεμελιώδεις κοινωνικές και φυσικές διαδικασίες οι οποίες είτε λειτουργούν σε τοπικό επίπεδο ή έχουν πιο έμμεσο αντίκτυπο στο εθνικό ή παγκόσμιο επίπεδο. Σε αυτές συγκαταλέγονται πολιτικές, οικονομικές, πολιτιστικές, τεχνολογικές και φυσικές δυνάμεις (Brandt et al., 1999)

Οι άμεσες κινητήριες δυνάμεις προϋποθέτουν φυσική δραστηριότητα πάνω στο τοπίο. Οι δυνάμεις αυτές λειτουργούν γενικά σε τοπικό επίπεδο (μεμονωμένα αγροκτήματα, νοικοκυριά ή κοινότητες). Οι έμμεσες κινητήριες δυνάμεις λειτουργούν περισσότερο διάχυτα (ακόμα και από απόσταση), συχνά αλλάζοντας μία ή περισσότερες άμεσες κινητήριες δυνάμεις. Οι δυνάμεις αυτές μπορεί να προέρχονται από το περιφερειακό επίπεδο (περιφέρειες, χώρα) ή ακόμη και από το παγκόσμιο επίπεδο, με περίπλοκες αλληλεπιδράσεις μεταξύ των επιπέδων τους. (Geist & Lambin, 2002). Οι έμμεσες κινητήριες δυνάμεις είναι συχνά εξωγενείς ως προς το τοπικό επίπεδο που διαχειρίζεται τη γη και επομένως ανεξέλεγκτες. Για τον λόγο αυτό η ανατροφοδότηση της διοίκησης με πληροφορίες για τις επιπτώσεις αυτών των δυνάμεων είναι εξαιρετικά σημαντική, καθώς είναι σε θέση μέσω θεσμικών ενεργειών να αμβλύνουν, εμποδίσουν ή εξουδετερώσουν τις επιπτώσεις. Τέτοια παραδείγματα είναι η άμεση ρύθμιση πρόσβασης στους φυσικούς πόρους, προσαρμογές της αγοράς ή κοινωνικές ρυθμίσεις. (Geist & Lambin, 2003).

#### **4.3.3 Οι κινητήριες δυνάμεις κατηγοριοποιημένες σε προσεγγίσεις βασισμένες στη διαδικασία, προσεγγίσεις βασισμένες στη δομή και προσεγγίσεις που ενσωματώνουν διαδικασίες και δομές**

Κατά τους Eiter & Potthoff (2016), οι κινητήριες δυνάμεις δύναται να ενταχθούν σε τρεις διαφορετικές κατηγορίες: προσεγγίσεις που βασίζονται στην διαδικασία (process-based approaches), προσεγγίσεις που βασίζονται στην δομή (structure-based approaches) και ολοκληρωμένες προσεγγίσεις, δηλαδή προσεγγίσεις που ενσωματώνουν διαδικασίες και δομές (integrating processes and structures

approaches). Οι διαφορετικές αυτές προσεγγίσεις έχουν μεγάλη χρησιμότητα ανάλογα με την χωρική κλίμακα της μελέτης (Eiter & Potthoff, 2016)

#### **4.3.3.1 Προσεγγίσεις που βασίζονται στη διαδικασία (Process-based approaches)**

Κατά τον Antrop (2005), οι αλλαγές στο τοπίο οφείλονται σε τέσσερεις κύριες κινητήριες δυνάμεις οι οποίες δρουν ταυτόχρονα και με διαφορετική αμοιβαιότητα κάθε φορά. Αυτές είναι η προσπελασιμότητα, η αστικοποίηση, η παγκοσμιοποίηση και οι καταστροφές. Οι δυνάμεις αυτές των αλλαγών δημιουργούν αλληλοσυνδεδεμένες διαδικασίες όπως, για παράδειγμα, νέα δίκτυα μεταφορών και αστικοποίηση: Οι περιοχές που προσεγγίζονται από τις νέες υποδομές αλλάζουν γρήγορα συνεπώς επιτρέπουν και προσελκύουν την ανάπτυξη νέων οικισμών, δηλαδή αυξάνουν την αστικοποίηση των περιοχών αυτών.

Κατά τους Wang et al., (2008), οι αλλαγές στη γεωργική γη στο οροπέδιο του Θιβέτ την περίοδο 1990 - 2000 οφείλονται σε δύο σημαντικές κινητήριες δυνάμεις. στην κλιματική αλλαγή και στην οικονομική ανάπτυξη

#### **4.3.3.2 Προσεγγίσεις που βασίζονται στη δομή (Structure-based approaches)**

Στην κατηγορία αυτή υπάγονται μελέτες οι οποίες περιλαμβάνουν δομικές παραμέτρους ώστε να μπορέσει αργότερα να προσδιοριστεί ποιες από τις παραμέτρους αυτές είναι οι σημαντικότερες για τις αλλαγές που παρατηρούνται στις χρήσεις γης. Οι παράμετροι αυτοί θεωρούνται οι κινητήριες δυνάμεις της περιοχής μελέτης. (Eiter & Potthoff, 2016).

Οι Serra et al., (2008), χρησιμοποίησαν τη θερμοκρασία, το υψόμετρο, τις κλίσεις, τις χρήσεις γης και τις δασικές πυρκαγιές.

Ομοίως, οι De Koning et al., (1998), χρησιμοποίησαν δομικές μεταβλητές όπως το είδος του εδάφους, το υψόμετρο, ο πληθυσμός, οι χρήσεις γης, οι αποστάσεις από το κέντρο της πόλης και οι αποστάσεις από το πλησιέστερο οδικό δίκτυο.

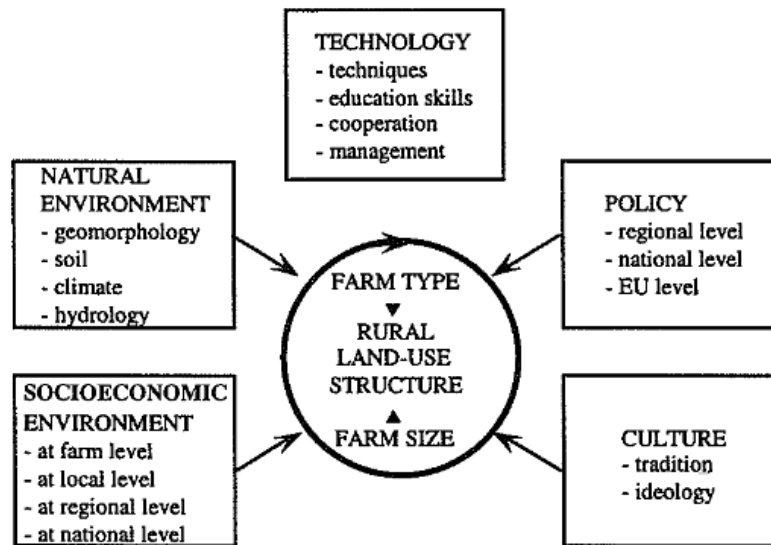
#### **4.3.3.3 Προσεγγίσεις που ενσωματώνουν διαδικασίες και δομές (Approaches integrating processes and structures)**

Οι προσεγγίσεις αυτές ενσωματώνουν διαδικασίες και δομές και θεωρούνται ως οι πλέον ολοκληρωμένες. Οι προσεγγίσεις αυτές έχουν επίσης κυριαρχήσει τα τελευταία χρόνια καθώς συγκεράζουν τόσο άυλες όσο και υλικές πτυχές για τις δυνάμεις που μεταμορφώνουν το τοπίο. Ο τρόπος τον οποίον χρησιμοποιούν είναι η κατηγοριοποίηση ή η ομαδοποίηση των κινητηρίων δυνάμεων (Eiter & Potthoff, 2016).

Οι Brandt et al., (1999), ξεχωρίζουν πέντε βασικές κινητήριες δυνάμεις οι οποίες αποτελούνται από την τεχνολογία, το φυσικό περιβάλλον, το κοινωνικοοικονομικό περιβάλλον, την πολιτική και τον πολιτισμό. Στην τεχνολογία τοποθετούνται οι τεχνικές, οι εκπαιδευτικές δεξιότητες, η συνεργασία και το μάνατζμεντ, στο φυσικό

περιβάλλον τοποθετούνται η γεωμορφολογία, το έδαφος, το κλίμα και η υδρολογία, στο κοινωνικοοικονομικό περιβάλλον τοποθετούνται τα επίπεδα σχεδιασμού (τοπικό, περιφερειακό και εθνικό), στην πολιτική τοποθετούνται επίπεδα πολιτικής (περιφερειακό, εθνικό, Ε.Ε) και στον πολιτισμό τοποθετούνται η ιδεολογία και η παράδοση. Σύμφωνα με τους Brandt et al., (1999) το περιγραφικό αναλυτικό πλαίσιο θα πρέπει να συμπληρωθεί με γεωγραφικές πληροφορίες και στατιστικά στοιχεία ώστε να αποτελέσει χρήσιμο οδηγό για την κατανόηση της δυναμικής των προτύπων χρήσεων γης στο χώρο και στο χρόνο.

**Εικόνα 4.1: Εννοιολογικό πλαίσιο για τις κατηγορίες των κινητηρίων δυνάμεων**

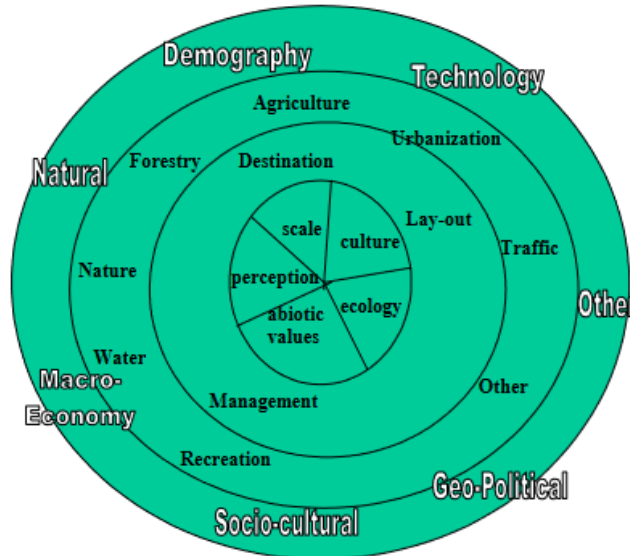


Πηγή: Brandt et al. (1999)

Ο Klijn (2004), παρουσιάζει ένα εννοιολογικό μοντέλο ή «νοητικό χάρτη» όπως το χαρακτηρίζει, για την ανάλυση τοπίων, τις αξίες του τοπίου και τις κινητήριες δυνάμεις. Το μοντέλο διαρθρώνεται σε ομόκεντρους κύκλους στους οποίους στο κέντρο βρίσκονται τα τοπία και οι άμεσα σχετιζόμενες αξίες τους (η οικολογία και η πολιτιστική ιστορία μεταξύ άλλων), ως οι πιο εξαρτημένες μεταβλητές. Στον επόμενο δακτύλιο τοποθετούνται οι άμεσες επιρροές λόγω αποφάσεων χρήσης γης ακολουθούμενες από έμμεσες, κοντινές και απομακρυσμένες αιτίες στους επόμενους δύο δακτυλίους του διαγράμματος. Ο εξωτερικός δακτύλιος περιέχει τις πιο απομακρυσμένες ή κύριες κινητήριες δυνάμεις στις οποίες περιλαμβάνονται φυσικές κινητήριες δυνάμεις (τεκτονικές κινήσεις, κλιματική αλλαγή κ.α.) όσο και ανθρωπογενείς, όπως η δημογραφία (αύξηση, μείωση ή γήρανση του πληθυσμού κ.α.), η τεχνολογία (μηχανοποίηση, αυτοματισμός κ.α.), η μακροοικονομία (τάσεις παγκοσμιοποίησης κ.α.), οι γεωπολιτικές αλλαγές (ο σχηματισμός της ΕΕ, η διάλυση της ΕΣΣΔ κ.α.) και οι κοινωνικο-πολιτιστικές αλλαγές (ηθική συνείδηση, πρότυπα κατανάλωσης κ.α.)

Το διάγραμμα δείχνει ότι πολλές έμμεσες, «αυτόνομες», μεγάλης κλίμακας, μακροχρόνιες κινητήριες δυνάμεις εργάζονται μέσω ενδιάμεσων σταδίων. Το κοντινό ενδιάμεσο στάδιο αντιπροσωπεύει τις αλλαγές και την πίεση που προκύπτει από διάφορους κοινωνικοοικονομικούς τομείς που διεκδικούν χώρο. Οι αλλαγές που προκύπτουν στη χρήση γης είναι αλλαγές στην κατανομή της χρήσης γης ανάμεσα σε συγκεκριμένη κάλυψη γης. Αυτός ο νοητικός χάρτης, τονίζει ο Klijn (2004), υποδηλώνει ότι πολλές διαδικασίες είναι αλληλένδετες.

**Εικόνα 4.2: Νοητικός χάρτης των κινητηρίων δυνάμεων**



Πηγή: Klijn (2004)

Το 2004 οι Bürgi et al., πρότειναν ένα τροποποιημένο πλαίσιο για τις κινητήριες δυνάμεις βασιζόμενοι στο πλαίσιο κατά Brandt et al., (1999). Το ολοκληρωμένο αυτό πλαίσιο θα αναλυθεί διεξοδικά παρακάτω, καθώς αποτελεί και το πλαίσιο το οποίο υιοθετεί και η παρούσα διδακτορική διατριβή.

#### 4.3.4 Το ολοκληρωμένο πλαίσιο των κινητηρίων δυνάμεων

Έχοντας ως βάση το αναλυτικό πλαίσιο των Brandt et al., (1999), οι Bürgi et al., (2004), πρότειναν ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο το οποίο αποτελείται από πέντε βασικές κατηγορίες κινητηρίων δυνάμεων: πολιτικές, οικονομικές, πολιτιστικές, τεχνολογικές, φυσικές (συμπεριλαμβανομένων και των κινητηρίων δυνάμεων που προέρχονται από τη χωρική διαμόρφωση- αυτός ο τύπος ονομάζεται φυσική/χωρική διαμόρφωση).

Οι πολιτικές κινητήριες δυνάμεις ποικίλλουν από την πολιτική υποδομών έως τις πολιτικές για τη προστασία του φυσικού περιβάλλοντος και την άμυνα

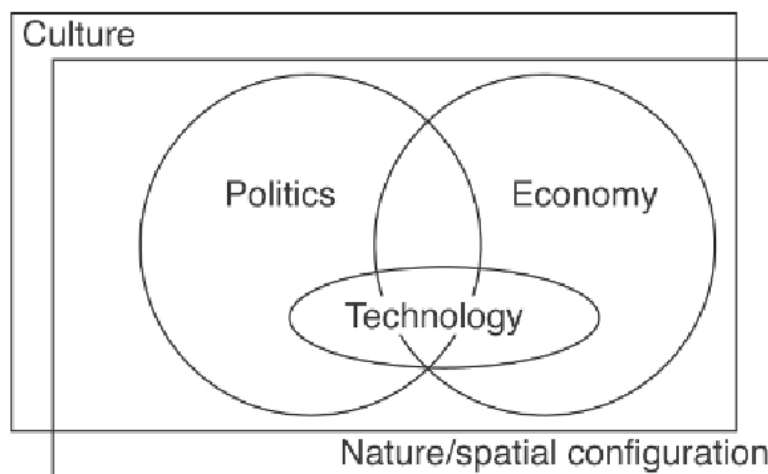
Οι οικονομικές κινητήριες δυνάμεις περιλαμβάνουν τη ζήτηση του καταναλωτή, τη δομή της αγοράς και τις διαρθρωτικές αλλαγές, καθώς και κρατικές επιδοτήσεις και τα κίνητρα.

Οι πολιτιστικές κινητήριες δυνάμεις περιλαμβάνουν τον τρόπο ζωής, τη δημογραφία και την παλαιότερη ανάπτυξη της κοινωνίας. Επίσης, στις πολιτιστικές κινητήριες δυνάμεις συμπεριλαμβάνονται οι στάσεις, οι πεποιθήσεις, οι αξίες και οι παραδόσεις (Schneeberger et al., 2007). Αν και σύμφωνα με τους Bürgi et al., (2004), η δημογραφία συμπεριλαμβάνεται στην ομάδα των πολιτιστικών κινητήριων δυνάμεων, καθώς η πληθυσμιακή αύξηση εξαρτάται από τις ανάγκες των ανθρώπων, τον τρόπο ζωής τους και άρα τις στάσεις και τις αξίες τους, υπάρχουν ωστόσο, άλλες μελέτες που δίνουν μεγαλύτερη βαρύτητα στη δημογραφία ως ανεξάρτητη κινητήρια δύναμη (Wear & Boldstad, 1998, EEA, 2016)

Οι τεχνολογικές κινητήριες δυνάμεις περιλαμβάνουν ανθρωπογενή τεχνουργήματα, γνώση της παραγωγής και χρήσης τους, αλλά και κοινωνικές και οργανωτικές τεχνικές. Στα παραδείγματα ανήκουν οι συνέπειες της μηχανοποίησης της γεωργίας.

Τέλος, οι φυσικές/χωρικές κινητήριες δυνάμεις διαμόρφωσης περιλαμβάνουν τη χωρική διαμόρφωση, τις υφιστάμενες χρήσεις γης, τα δίκτυα μεταφορών, την τοπογραφία, τα χαρακτηριστικά του εδάφους, το κλίμα και τις φυσικές καταστροφές. Επίσης, περιλαμβάνει και τη χωρική δομή αλλά και την προσβασιμότητα.

**Εικόνα 4.3: Εννοιολογικό πλαίσιο για τις πέντε κατηγορίες των κινητήριων δυνάμεων**



Πηγή: Hersperger & Bürgi, (2007)

Οι πέντε κατηγορίες των κινητήριων δυνάμεων κατέχουν διακριτές θέσεις εντός του πλαισίου. Οι πολιτιστικές κινητήριες δυνάμεις καθορίζουν το κοινωνικό πλαίσιο. Οι κινητήριες δυνάμεις φυσικής/χωρικής διαμόρφωσης ορίζουν το φυσικό υπόβαθρο για τις άλλες κινητήριες δυνάμεις. Μεμονωμένοι παράγοντες των αλλαγών, σπάνια μπορούν να τροποποιήσουν αυτές τις δύο ομάδες κινητήριων δυνάμεων. Πολιτικές και οικονομικές κινητήριες δυνάμεις είναι αλληλένδετες αφού οι οικονομικές ανάγκες και οι πιέσεις αντανακλώνται στα πολιτικά προγράμματα και στους οικονομικούς μηχανισμούς που χρησιμοποιούνται ώστε να εφαρμοστούν οι πολιτικές κινητήριες

δυνάμεις. Οι τεχνολογικές κινητήριες δυνάμεις σχετίζονται με τις πολιτικές και οικονομικές κινητήριες δυνάμεις. (Hersperger & Bürgi, 2007)

Σε προσεγγίσεις σαν την παραπάνω, το γεγονός ότι μια κινητήρια δύναμη μπορεί να χωρέσει σε περισσότερες από μια κατηγορίες συνιστά μεθοδολογική πρόκληση (Hersperger & Bürgi, 2009)

Οι κινητήριες δυνάμεις σε υψηλό επίπεδο λεπτομέρειας είναι συνήθως πολυάριθμες, με αποτέλεσμα να είναι αδύνατο να πραγματοποιηθεί μια επισκόπηση των κινητήριων δυνάμεων ειδικά όταν ο χρονικός ορίζοντας είναι μεγάλος (Schneeberger et al., 2007). Γι' αυτό το λόγο, πολλές μελέτες απλοποιούν την πραγματικότητα και επικεντρώνονται μόνο σε έναν μικρό αριθμό κινητηρίων δυνάμεων. Αυτό ισχύει σαφώς για προσεγγίσεις μοντελοποίησης όπου οι στατιστικές μέθοδοι μπορεί να περιορίσουν τον αριθμό των ανεξάρτητων μεταβλητών (Alig et al., 2004, Aguayo et al., 2007, Zhai et al., 2020). Επίσης, πολλές περιγραφικές προσεγγίσεις και περιπτώσιολογικές μελέτες εστιάζονται σε μικρό αριθμό κινητηρίων δυνάμεων. Τέτοιες προσεγγίσεις μπορεί να είναι κατάλληλες για να ευρεθεί, για παράδειγμα, η επίδραση μιας συγκεκριμένης πολιτικής στην πάροδο του χρόνου (π.χ. Bürgi & Schuler, 2003). Σε κάθε περίπτωση, για να διαφανούν καλύτερα οι κινητήριες δυνάμεις αλλαγής, θα πρέπει η πολυπλοκότητα να διατηρείται υπό έλεγχο, οι κινητήριες δυνάμεις να συγκεντρωθούν στο κατάλληλο επίπεδο λεπτομέρειας και να υπάρχει μια αντιστάθμιση μεταξύ ακρίβειας και γενίκευσης (Bürgi et al., 2004, Schneeberger et al., 2007). Οι Bürgi et al., (2004), προτείνουν να μειωθεί η πολυπλοκότητα περιορίζοντας τη μελέτη στις κύριες κινητήριες δυνάμεις, δηλαδή στις κινητήριες δυνάμεις που δρουν άμεσα στα χαρακτηριστικά του τοπίου.

#### **4.4 Το ζήτημα της κλίμακας στη μελέτη των κινητηρίων δυνάμεων**

Όπως τονίζουν οι Burgi et al., (2004), κάθε κινητήριος δύναμη καθορίζεται από τη χωρική, χρονική και θεσμική κλίμακα του υπό μελέτη συστήματος. Αυτό είναι κεφαλαιώδους σημασίας καθώς η κλίμακα είναι εκείνη που καθορίζει τι μπορεί να θεωρηθεί κινητήριος δύναμη και τι όχι και συνεπώς να εξασφαλιστεί η αξιοπιστία της μελέτης (Eiter & Potthoff, 2007, Hersperger & Bürgi, 2009). Η σημαντικότητα της κλίμακας μπορεί να γίνει κατανοητή από το γεγονός ότι τα φαινόμενα και οι διαδικασίες έχουν διαφορετικά αποτελέσματα ανάλογα με την κλίμακα (Veldkamp & Lambin, 2001). Στο σχεδιασμό των κινητηρίων δυνάμεων δεν θα πρέπει να παραβλέπεται το γεγονός ότι οι κινητήριες δυνάμεις λειτουργούν σε πολλές χρονικές και χωρικές κλίμακες καθώς υπάρχει μεγάλη μεταβλητότητα χρόνου και χώρου σε περιβάλλοντα που συνδέονται με τις αλλαγές των χρήσεων γης (Lambin et al., 2003)

Επίσης ο Klijn (2004), συνδέει τον χώρο με τις κινητήριες δυνάμεις και την κλίμακα καταλήγοντας ότι τα τοπία είναι πολύπλοκα και ετερογενή συστήματα με μια συγκεκριμένη χωρική και χρονική κλίμακα.

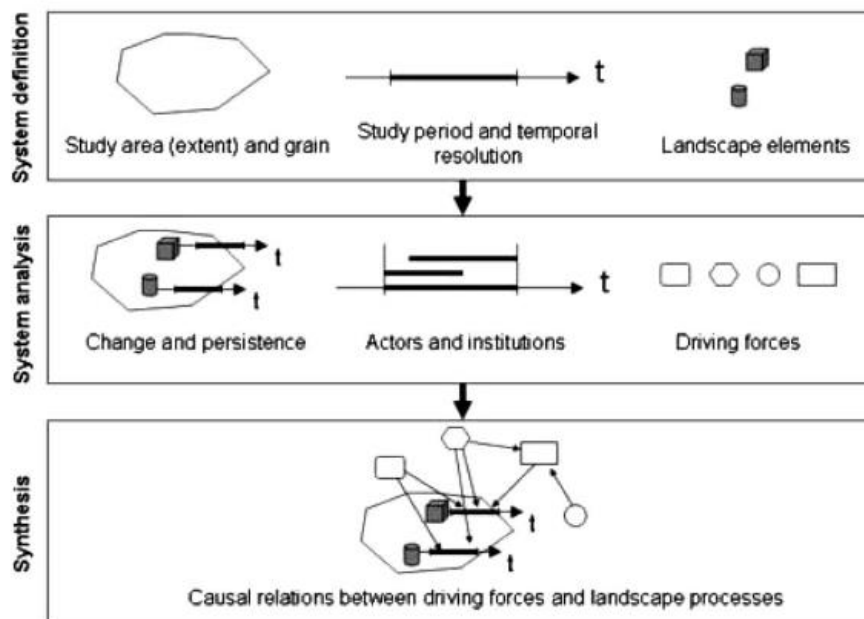
Τη σχέση κλίμακας και αλλαγών των χρήσεων γης συνόψισαν οι Verburg et al., (2004), στις ακόλουθα σημεία:

- Οι χρήσεις γης είναι αποτέλεσμα πολλαπλών διαδικασιών που δρουν σε διαφορετικές κλίμακες. Σε κάθε κλίμακα διαφορετικές διαδικασίες έχουν κυρίαρχη επιρροή στη χρήση γης.
- Η συνάθροιση λεπτομερών διαδικασιών σε μια κλίμακα δεν οδηγεί αυτόματα σε σωστή αναπαράσταση των διαδικασιών αυτών σε κλίμακα ανώτερου επιπέδου.
- Οι παρατηρήσεις δεσμεύονται από την έκταση και την ανάλυση της μέτρησης έχοντας ως αποτέλεσμα κάθε παρατήρηση να παρέχει μόνο μερική περιγραφή του συστήματος των χρήσεων γης

#### 4.5 Τυπική διαδικασία για τη μελέτη των κινητήριων δυνάμεων της αλλαγής χρήσεων γης

Οι Bürgi et al., (2004), ανέπτυξαν σε συνδυασμό με το εννοιολογικό πλαίσιο για τις κινητήριες δυνάμεις μια τυπική διαδικασία που έχει τις ρίζες της στην γενική θεωρία συστημάτων. Η διαδικασία περιλαμβάνει τρία βασικά βήματα (Εικόνα 4.4):

**Εικόνα 4.4: Τυπική διαδικασία για τη μελέτη των κινητήριων δυνάμεων της αλλαγής χρήσεων γης**



Πηγή: Bürgi et al., (2004)

(1) ορισμός συστήματος, όπου ορίζονται η περιοχή μελέτης και η περίοδος μελέτης καθώς και τα στοιχεία ενδιαφέροντος του τοπίου, Σε αυτό το στάδιο θα πρέπει να αξιολογηθούν η διαθεσιμότητα και η ποιότητα των στοιχείων. Ειδικά το τελευταίο είναι σημαντικό, καθώς οι μελέτες που λαμβάνουν υπόψη αναδρομικά στοιχεία συχνά περιορίζονται από τη διαθεσιμότητα των πηγών.

(2) η ανάλυση συστήματος, η οποία εστιάζει σε τρία υποσυστήματα: στην αλλαγή και τη διατήρηση του φυσικού τοπίου, στους παράγοντες και στους θεσμούς και στις κινητήριες δυνάμεις. Πρώτα καθορίζονται οι αλλαγές σε διάφορα χρονικά διαστήματα ώστε οι ρυθμοί μεταβολής να μπορούν να μελετηθούν. Επίσης, πριν ξεκινήσει η συλλογή δεδομένων θα πρέπει να οριστεί η κλίμακα. Οι παράγοντες επιλέγονται με βάση τις πιθανές επιπτώσεις στην περιοχή μελέτης. Τα περισσότερα τοπία επηρεάζονται από κινητήριες δυνάμεις που ανήκουν και στις πέντε κατηγορίες, ωστόσο είναι σκόπιμο να περιοριστεί μια μελέτη σε ένα υποσύνολο των κινητήριων δυνάμεων που πιστεύεται ότι είναι οι πιο σημαντικές για την κατανόηση των αλλαγών της περιοχής μελέτης.

(3) σύνθεση συστήματος, στην οποία οι φορείς, οι θεσμοί και οι κινητήριες δυνάμεις συνδέονται με σχέσεις αιτιότητας και προσδιορίζεται ο αντίκτυπός τους στα στοιχεία του τοπίου που μελετώνται.

Έχοντας εφαρμόσει την παραπάνω διαδικασία για τη μελέτη των κινητηρίων δυνάμεων σε μεγάλη ποικιλία μελετών και για διάφορες κλίμακες οι Bürgi et al., (2010), κατέληξαν στις κάτωθι διαπιστώσεις:

(1) Οι αλλαγές του τοπίου παραμένουν στενά συνδεδεμένες με τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά των περιοχών.

(2) Οι μετασχηματισμοί του τοπίου είναι η έκφραση μιας κοινωνικοοικονομικής ζήτησης για συγκεκριμένα αγαθά και υπηρεσίες.

(3) Η τεχνολογία καθορίζει πώς η ζήτηση για ορισμένα αγαθά και υπηρεσίες μεταφράζεται σε χρήση γης. Οι νέες τεχνολογίες πρέπει να είναι προσιτές, κοινωνικά αποδεκτές και να ανταποκρίνονται σε μια απαίτηση ώστε να εφαρμοστούν ευρέως και να προκαλέσουν τεχνολογικό μετασχηματισμό και κατά συνέπεια μεταμόρφωση του τοπίου

#### **4.6 Οι κινητήριες δυνάμεις στην μελέτη της αστικής διάχυσης**

Με βάση το πλαίσιο των Hersperger & Bürgi (2007), το οποίο κατηγοριοποιεί τις κινητήριες δυνάμεις και λαμβάνοντας υπόψη την τυπική διαδικασία των Bürgi et al., (2004) η οποία θέτει τα βήματα και τις διαδικασίες για τη μελέτη των κινητηρίων δυνάμεων, το παρόν κεφάλαιο εξειδικεύει τις κινητήριες δυνάμεις που αφορούν στην μελέτη της αστικής διάχυσης. Συγκεκριμένα, αναφέρονται χαρακτηριστικά παραδείγματα από τη βιβλιογραφική έρευνα που αφορούν στις κινητήριες δυνάμεις οι οποίες εμφανίζονται στη μελέτη της αστικής διάχυσης. Τα αντίστοιχα παραδείγματα έχουν ταξινομηθεί και παρουσιαστεί κάτω από τις πέντε βασικές κατηγορίες κινητηρίων δυνάμεων, σύμφωνα με το ολοκληρωμένο πλαίσιο κατά Bürgi et al., (2004): πολιτιστικές κινητήριες δυνάμεις, οικονομικές κινητήριες δυνάμεις, πολιτικές κινητήριες δυνάμεις, τεχνολογικές κινητήριες δυνάμεις, φυσικές κινητήριες δυνάμεις (συμπεριλαμβανομένων και των κινητηρίων δυνάμεων που προέρχονται από τη χωρική διαμόρφωση)



#### 4.6.1 Πολιτιστικές κινητήριες δυνάμεις

Η δημογραφία (πληθυσμός, πληθυσμιακή πυκνότητα) είναι η πλέον κυρίαρχη κινητήρια δύναμη στην μελέτη της αστικής διάχυσης. Αυτό δεν είναι παράδοξο, εάν αναλογιστεί κανείς ότι οι πληθυσμιακοί δείκτες είναι επίσης ενδεικτικοί για την ύπαρξη της αστικής διάχυσης. Η βαρύτητα των δημογραφικών μετρήσεων αποτυπώνεται και βιβλιογραφικά όπου σε αρκετές μελέτες πολλοί μελετητές θεωρούν τη δημογραφία ως ανεξάρτητη κινητήρια δύναμη (Wear & Boldstad, 1998, EEA, 2016)

Όπως σημειώνουν οι Li & Li (2019), για μια χώρα του μεγέθους της Κίνας, η πυκνότητα του πληθυσμού είναι κρίσιμος παράγοντας για τα αστικά μεγέθη. Με την επιτάχυνση της διαδικασίας της αστικοποίησης προκειμένου να καλυφθεί η ταχέως αυξανόμενη ζήτηση του αστικού πληθυσμού για γη, η σταδιακή επέκταση της αστικής περιοχής είναι συχνά αναπόφευκτη με αποτέλεσμα την αστική διάχυση

Όμως, και στα ευρωπαϊκά κείμενα πολιτικής η δημογραφία αποτελεί την κύρια κινητήρια δύναμη για την αστική διάχυση. «Η Δημογραφία ως μια σημαντική κινητήρια δύναμη: Η αύξηση του πληθυσμού, η σύνθεση των νοικοκυριών και η διαδικασία της προαστικοποίησης είναι παράγοντες που προκαλούν αστική διάχυση» (ESPON FOCI, 2009)

Ακόμα μια πολιτιστική κινητήριος δύναμη που συμβάλλει στην αστική διάχυση αφορά στις οικιστικές προτιμήσεις αλλά και στα χαρακτηριστικά των κατοικημένων περιοχών. Όπως σημειώνουν οι Couch & Karecha, (2006), σε έρευνα στην ευρύτερη περιοχή του Λίβερπουλ, τα νοικοκυριά τείνουν να μετακινούνται εκτός του αστικού πυρήνα προκειμένου να απομακρυνθούν από τα κοινωνικά προβλήματα ή την εγκληματικότητα. Υπάρχει επίσης μια τάση για μετακίνηση εκτός του πυρήνα όταν πραγματοποιείται αγορά πρώτης κατοικίας. Άλλες αιτίες είναι η αλλαγή του μεγέθους του νοικοκυριού (αύξηση ή μείωση) και το ανεπαρκές μέγεθος της υπάρχουσας οικίας εντός του πυρήνα. Λίγο διαφορετική είναι η εικόνα για τα πιο εύπορα νοικοκυριά που λαμβάνουν αποφάσεις μετακίνησης από τον πυρήνα θεωρώντας την κατοικία ως επενδυτικό αγαθό, το οποίο αργότερα δύναται να επιφέρει κέρδος.

Η δευτερεύουσα κατοικία αποτελεί άλλη μια κινητήρια δύναμη πίσω από την αστική διάχυση. Στις μεσογειακές χώρες αλλά και στην Αυστρία, τη Σλοβενία και τη Σουηδία, η δευτερεύουσα κατοικία αλλά και η μετατροπή δευτερευουσών κατοικιών σε κύριες αποτελούν φαινόμενα που συμβάλλουν στην αστική διάχυση (Christiansen & Loftsgarden, 2011). Στη Σουηδία, ο δήμος του Värmdö θεωρείται ως ο δήμος με την μεγαλύτερη αστική διάχυση καθώς σε αυτόν περιλαμβάνονται περισσότερες από 15.000 εξοχικές κατοικίες. Όπως σημειώνουν οι Arnstberg & Bergstrom, (2007), η δευτερεύουσα κατοικία έχει πολύ μεγαλύτερη αξία από την κύρια κατοικία καθώς φέρνει μαζί της και τη συνεκδοχή ενός χαρούμενου σπιτικού.

#### 4.6.2 Οικονομικές κινητήριες δυνάμεις

Μια σημαντική οικονομική κινητήριος δύναμη για την αστική διάχυση αφορά στο θέμα των υποδομών μεγάλης κλίμακας. Όπως τονίζουν οι Leontidou et al., (2007), οι Ολυμπιακοί αγώνες της Αθήνας το 2004 δημιούργησαν ένα καινούργιο δυναμικό σύνολο καθώς τα κτίρια των Ολυμπιακών εγκαταστάσεων, το καινούργιο αεροδρόμιο στα Σπάτα, οι νέοι αυτοκινητόδρομοι και ο προαστιακός σιδηρόδρομος δημιούργησαν ένα καινούργιο κύμα αστικής διάχυσης, καθώς ο πληθυσμός και οι βιομηχανικές εγκαταστάσεις ακολούθησαν τις νέες υποδομές με αποτέλεσμα να απλωθούν κυρίως στην ευρύτερη περιοχή της Ανατολικής Αττικής και ιδιαίτερα στα Μεσόγεια.

Οι μεταφορές αποτελούν μια πολύ ισχυρή κινητήριος δύναμη. Η ανάπτυξη της μεταφορικής υποδομής στην πόλη της Σαγκάης βελτίωσε την κυκλοφοριακή κατάσταση για κάθε περιφέρεια ενισχύοντας την επιχειρηματική επικοινωνία μεταξύ των περιφερειών. Παράλληλα όμως δημιούργησε αστική διάχυση καθώς η αστική επέκταση της πόλης αναπτύχθηκε κατά μήκος των κύριων αρτηριών κυκλοφορίας ακολουθώντας τη γραμμή του κυκλοφοριακού διαδρόμου (Shi et al., 2009)

Η εξάρτηση από το αυτοκίνητο θεωρείται από τους κυριότερους παράγοντες της αστικής διάχυσης Glaeser & Kahn (2004). Το αυτοκίνητο παρέχει το πλεονέκτημα της ευελιξίας και της εξοικονόμησης χρόνου. Όμως, για να ξεδιπλώσει όλα τα πλεονεκτήματα απαιτεί ένα καλά ανεπτυγμένο οδικό δίκτυο το οποίο με τη σειρά του συμβάλλει περαιτέρω στην ανάπτυξη των περιοχών με αποτέλεσμα τα προάστια γίνονται περισσότερο ελκυστικά Με τον τρόπο αυτό όπως ξεκινά ένας φαύλος κύκλος που οδηγεί σε υψηλότερη αστική διάχυση (Verburg et al., 2004),

Ένα ακόμα παράδειγμα αφορά στον προσανατολισμό της οικονομίας προς τις υπηρεσίες, οι οποίες σχετίζονται με αλλαγές στο δομημένο περιβάλλον. Έτσι, μεγάλα πάρκα γραφείων κατασκευάζονται συχνά στις παρυφές των πόλεων επειδή οι περιοχές αυτές είναι φτηνότερες. Με τον τρόπο αυτό δημιουργείται ανάπτυξη που απαιτεί διευρυμένο οδικό δίκτυο, περισσότεροι κάτοικοι έλκονται από τις υποδομές και τις υπηρεσίες και έτσι αυξάνει η αστική διάχυση.

#### 4.6.3 Πολιτικές κινητήριες δυνάμεις

Όπως τόνισαν οι Bürgi et al., (2004), οι πολιτικές και οι οικονομικές κινητήριες δυνάμεις είναι αλληλένδετες και παίζουν καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση των χωρικών πολιτικών.

Η έλλειψη συνεκτικής χωρικής πολιτικής μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την οικονομική ανταγωνιστικότητα και την περιβαλλοντική βιωσιμότητα μιας περιοχής, όπως αποτυπώνεται στα ολυμπιακά έργα της Αθήνας το 2004 σε συνδυασμό με το νέο αεροδρόμιο στα Σπάτα και τους νέους αυτοκινητόδρομους. Η Αθήνα είχε για πολλές δεκαετίες έναν από τους χαμηλότερους δείκτες ανταγωνιστικότητας στην Ευρώπη λόγω μιας ποικιλίας παραγόντων που σχετίζονται με τα εσωστρεφή οικονομικά της χαρακτηριστικά, τα μακροχρόνια περιβαλλοντικά προβλήματα και την ξεπερασμένη

υποδομή. Οι Ολυμπιακοί Αγώνες αποτέλεσαν την ευκαιρία ώστε να προβληθεί η Αθήνα ως μια πρωτεύουσα που εκτός από ένδοξο παρελθόν έχει και μέλλον. Όμως, αν και η προώθηση χωρικών πολιτικών που σχετίζονται με την ανταγωνιστικότητα είναι μια διεθνώς διαδεδομένη πρακτική, δεν λήφθηκαν τα κατάλληλα μέτρα που θα εστίαζαν σε μια συνεκτική χωρική πολιτική για τη βιώσιμη μητροπολιτική ανάπτυξη με αποτέλεσμα η ευρύτερη περιοχή στα Μεσόγεια να βρεθεί σε καθεστώς αστικής διάχυσης (Chorianopoulos et al. 2010).

Παράλληλα, η περίπτωση του Κουρδιστάν μετά την αλλαγή του πολιτικού συστήματος το 1991 καταδεικνύει τον τρόπο με τον οποίο οι πολιτικές κινητήριες δυνάμεις επηρεάζουν την αστική διάχυση. Η δημιουργία αυτόνομης κυβέρνησης στο βόρειο Ιράκ οδήγησε σε νέα στρατηγική οικοδόμησης. Σε έρευνα για την αστική διάχυση ανάμεσα σε 45 συμμετέχοντες, το 33% ανέφερε ότι η πολιτική της αυτονομίας είναι η κορυφαία αιτία της αστικής διάχυσης, ενώ το 24% δήλωσε ότι η πολιτική σύγκρουσης στις αποφάσεις και η έλλειψη κατάλληλων πολιτικών σχεδιασμού είναι η κύρια αιτία της αστικής διάχυσης στη Σουλεϊμανίγια (Jarrah et al., 2019)

#### 4.6.4 Τεχνολογικές κινητήριες δυνάμεις

Σύμφωνα με τον Knowles (2006), η καθιέρωση και η μεγάλη διαθεσιμότητα του ιδιωτικού αυτοκινήτου στο δεύτερο μισό του 20<sup>ου</sup> αιώνα, μείωσε τη σημασία του να ζει κανείς κοντά στον τόπο εργασίας του. Παράλληλα με το υψηλό κόστος ζωής στις κεντρικές αστικές περιοχές, το αυτοκίνητο βοήθησε τους κατοίκους να μετακινηθούν προς τη μεθόριο. Ως αποτέλεσμα δημιουργήθηκε μια μορφή του χώρου περισσότερο διάσπαρτη (ΕΕΑ, 2016)

Ένα άλλο παράδειγμα τεχνολογικών κινητηρίων δυνάμεων προσφέρει η ανάπτυξη και η καινοτομία που συντελείται στον τομέα των επικοινωνιών. Σύμφωνα με τον ΕΕΑ (2016), καθώς η τεχνολογική ανάπτυξη συνεχίζεται, περαιτέρω καινοτομίες στις τεχνολογίες επικοινωνιών αλλά και αυτοματοποιήσεις είναι πιθανό να καταστήσουν την εργασία από σπίτι πιο εφικτή από ποτέ. Αυτή η τεχνολογική αλλαγή μπορεί να μειώσει την ανάγκη για μετακίνηση, η οποία θα μπορούσε να οδηγήσει σε μεγαλύτερη διασπορά κατοικιών στο τοπίο και άρα, περαιτέρω αύξηση της αστικής διάχυσης.

#### 4.6.5 Φυσικές κινητήριες δυνάμεις

Οι φυσικές κινητήριες δυνάμεις είναι οι λιγότερο διαδεδομένες βιβλιογραφικά. Η τοπογραφία και οι περιοχές που είναι ακατάλληλες για δόμηση (π.χ. παγετώνες, λίμνες κ.λπ.), περιορίζουν τη διαθεσιμότητα χώρου για κατοικημένες περιοχές και, ως εκ τούτου, μειώνουν την πιθανότητα αστικής εξάπλωσης.

Κατά τον ΕΕΑ (2016), η διάχυση των οικιστικών και βιομηχανικών περιοχών είναι λιγότερο εφικτή στα ορεινά περιβάλλοντα

Επίσης, τα γόνιμα εδάφη τα οποία είναι σημαντικός πόρος για την γεωργική παραγωγή έχει παρατηρηθεί ότι βρίσκονται σε επίπεδες περιοχές. Στην Ελβετία, το 47% των

κοιλάδων και των πεδιάδων είναι γεωργική γη, ενώ μόνο το 14% των περιοχών με κλίσεις είναι γεωργική γη (ΕΕΑ, 2016). Αυτές οι περιοχές εάν βρίσκονται κοντά σε υπάρχουσες αστικές περιοχές, δέχονται πιέσεις να μετατραπούν σε οικιστικές ή εμπορικές περιοχές.

## Βιβλιογραφία κεφαλαίου 4

- Aguayo, M. I., Wiegand, T., Azócar, G. D., Wiegand, K., & Vega, C. E. (2007). Revealing the driving forces of mid-cities urban growth patterns using spatial modeling: a case study of Los Ángeles, Chile. *Ecology and Society*, 12(1).
- Alig, R. J., & Plantinga, A. J. (2004). Future forestland area: Impacts from population growth and other factors that affect land values. *Journal of Forestry*, 102(8), 19-24.
- Antrop, M. (2005). Why landscapes of the past are important for the future. *Landscape and urban planning*, 70(1-2), 21-34
- Arnstberg, K. O., & Bergstrom, I. (2007). No place like second home: weekends, holidays, retirement and urban sprawl. *Urban sprawl in Europe: landscapes, land-use change and policy*, 163-80.
- Brandt, J., Primdahl, J., & Reenberg, A. (1999). Rural land-use and landscape dynamics-analysis of 'driving forces' in space and time. *Man and the Biosphere Series*, 24, 81-102.
- Briassoulis, H. (2020). Analysis of land use change: theoretical and modeling approaches, the web book of regional Science. *Regional research institute, West Virginia University, USA*.
- Bürgi, M., Hersperger, A.M. & Schneeberger, N., (2004). Driving forces of landscape change – current and new directions. *Landscape ecology* 19, pp. 857-868.
- Bürgi, M., Hersperger, A. M., & Schneeberger, N. (2005). Driving forces of landscape change-current and new directions. *Landscape ecology*, 19(8), 857-868.
- Bürgi, M., Straub, A., Gimmi, U., & Salzmann, D. (2010). The recent landscape history of Limpach valley, Switzerland: considering three empirical hypotheses on driving forces of landscape change. *Landscape Ecology*, 25(2), 287-297
- Bürgi, M., Celio, E., Diogo, V., Hersperger, A. M., Kizos, T., Lieskovsky, J., & Verburg, P. H. (2022). Advancing the study of driving forces of landscape change. *Journal of Land Use Science*, 1-16.
- Chorianopoulos, I., Pagonis, T., Koukoulas, S., & Drymoniti, S. (2010). Planning, competitiveness and sprawl in the Mediterranean city: The case of Athens. *Cities*, 27(4), 249-259.
- Christiansen, P., & Loftsgarden, T. (2011). Drivers behind urban sprawl in Europe. *TØI report, 1136*, 2011.

Couch, C., & Karecha, J. (2006). Controlling urban sprawl: Some experiences from Liverpool. *Cities*, 23(5), 353-363.

Dale V.H., O'Neill R.V., Pedlowski M. and Southworth F. (1993). Causes and effects of land-use change in Central Rondonia, Brazil. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 59: 997–1005.

De Koning, G. H. J., Veldkamp, A., & Fresco, L. O. (1998). Land use in Ecuador: a statistical analysis at different aggregation levels. *Agriculture, ecosystems & environment*, 70(2-3), 231-247.

EEA (2016), Urban sprawl in Europe-joint EEA-FOEN report.

Eiter, S., & Potthoff, K. (2016). Landscape changes in Norwegian mountains: Increased and decreased accessibility, and their driving forces. *Land Use Policy*, 54, 235-245.

ELC. (2000). European landscape convention. In *European treaty series*

Geist, H. J., & Lambin, E. F. (2002). Proximate Causes and Underlying Driving Forces of Tropical Deforestation Tropical forests are disappearing as the result of many pressures, both local and regional, acting in various combinations in different geographical locations. *BioScience*, 52(2), 143-150

Geist, H., McConnell, W., Lambin, E. F., Moran, E., Alves, D., & Rudel, T. (2006). Causes and trajectories of land-use/cover change. In *Land-use and land-cover change* (pp. 41-70). Springer, Berlin, Heidelberg

Glaeser, E. L., & Kahn, M. E. (2004). Sprawl and urban growth. In *Handbook of regional and urban economics* (Vol. 4, pp. 2481-2527). Elsevier.

Hersperger, A. M., & Bürgi, M. (2007). Driving forces of landscape change in the urbanizing Limmat valley, Switzerland. In *Modelling land-use change* (pp. 45-60). Springer, Dordrecht.

Hersperger, A. M., & Bürgi, M. (2009). Going beyond landscape change description: Quantifying the importance of driving forces of landscape change in a Central Europe case study. *Land Use Policy*, 26(3), 640-648.

Hersperger, A. M., Gennaio, M. P., Verburg, P. H., & Bürgi, M. (2010). Linking land change with driving forces and actors: four conceptual models. *Ecology and Society*, 15(4).

Jarah, S. H. A., Zhou, B., Abdullah, R. J., Lu, Y., & Yu, W. (2019). Urbanization and urban sprawl issues in city structure: A case of the Sulaymaniah Iraqi Kurdistan Region. *Sustainability*, 11(2), 485.

- Klijn, J. A. (2004). Driving forces behind landscape transformation in Europe, from. *The new dimensions of the European landscapes*, 4, 201.
- Knowles, R. D. (2006). Transport shaping space: differential collapse in time–space. *Journal of transport geography*, 14(6), 407-425.
- Lambin, E. F., Geist, H. J., & Lepers, E. (2003). Dynamics of land-use and land-cover change in tropical regions. *Annual review of environment and resources*, 28(1), 205-241.
- Leontidou, L., Afouxenidis, A., Kourliouros, E., & Marmaras, E. (2007). Infrastructure-related urban sprawl: Mega-events and hybrid peri-urban landscapes in Southern Europe. *Urban sprawl in Europe: Landscapes, land-use change and policy*, 71-101.
- Li, G., & Li, F. (2019). Urban sprawl in China: Differences and socioeconomic drivers. *Science of the total environment*, 673, 367-377.
- Marcucci D.J. (2000). Landscape history as a planning tool. *Landscape and Urban Planning* 49: 67–81.
- Plieninger, T., Draux, H., Fagerholm, N., Bieling, C., Bürgi, M., Kizos, T., & Verburg, P. H. (2016). The driving forces of landscape change in Europe: A systematic review of the evidence. *Land use policy*, 57, 204-214.
- Schneeberger, N., Bürgi, M., Hersperger, A. M., & Ewald, K. C. (2007). Driving forces and rates of landscape change as a promising combination for landscape change research—An application on the northern fringe of the Swiss Alps. *Land use policy*, 24(2), 349-361
- Shi, L., Shao, G., Cui, S., Li, X., Lin, T., Yin, K., & Zhao, J. (2009). Urban three-dimensional expansion and its driving forces—A case study of Shanghai, China. *Chinese Geographical Science*, 19(4), 291-298.
- Veldkamp, A., & Fresco, L. O. (1996). CLUE: a conceptual model to study the conversion of land use and its effects. *Ecological modelling*, 85(2-3), 253-270.
- Veldkamp, A., & Lambin, E. F. (2001). Predicting land-use change. *Agriculture, ecosystems & environment*, 85(1-3), 1-6.
- Verburg, P. H., Schot, P. P., Dijst, M. J., & Veldkamp, A. (2004). Land use change modelling: current practice and research priorities. *GeoJournal*, 61(4), 309-324.
- Wang, X., Zheng, D., & Shen, Y. (2008). Land use change and its driving forces on the Tibetan Plateau during 1990–2000. *Catena*, 72(1), 56-66

Serra, P., Pons, X., & Saurí, D. (2008). Land-cover and land-use change in a Mediterranean landscape: a spatial analysis of driving forces integrating biophysical and human factors. *Applied Geography*, 28(3), 189-209.

Wear, D. N., & Bolstad, P. (1998). Land-use changes in southern Appalachian landscapes: spatial analysis and forecast evaluation. *Ecosystems*, 1(6), 575-594

Zhai, R., Zhang, C., Li, W., Zhang, X., & Li, X. (2020). Evaluation of driving forces of land use and land cover change in new England area by a mixed method. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(6), 350



## Κεφάλαιο 5

### Ζητήματα Χωρικής Ανάλυσης και ο ρόλος των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS)

#### 5.1 Εισαγωγή

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS) αποτελούν κορυφαίο εργαλείο με το οποίο συνδυάζονται τα χωρικά δεδομένα (δεδομένα με πραγματικές συντεταγμένες σε δοσμένο σύστημα αναφοράς) με τα περιγραφικά δεδομένα, ώστε να επιτρέπεται η δημιουργία, αποθήκευση, ανάλυση και οπτικοποίηση των γεωχωρικών πληροφοριών. Ως αποτέλεσμα, οι χρήστες είναι σε θέση να κατανοούν, να ερμηνεύουν και να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις για τον κόσμο γύρω τους. Τα δεδομένα περιλαμβάνουν διάφορους τύπους χωρικών πληροφοριών, συμπεριλαμβανομένων χαρτών, δορυφορικών εικόνων, αεροφωτογραφιών, δεδομένων GPS κ.α.

Από τους πιο δημοφιλείς ορισμούς είναι αυτός του Burrough (1986), σύμφωνα με τον οποίο τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών είναι ένα ισχυρό σύνολο εργαλείων συλλογής, αποθήκευσης, ανάκτησης, μετατροπής και οπτικοποίησης χωρικών δεδομένων του πραγματικού κόσμου, αλλά και του Aronoff (1995), ο οποίος θεωρεί τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών ως συστήματα που βασίζονται σε υπολογιστές οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση και τον χειρισμό γεωγραφικών πληροφοριών.

Στο παρόν κεφάλαιο επισημαίνεται ο ρόλος των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών στην ανάλυση του χώρου, αναλύονται οι γεωχωρικές βάσεις δεδομένων, εξερευνάται η σχέση της χωρικής ανάλυσης με τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, υπογραμμίζεται η κεντρική σημασία των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών στη μελέτη της αστικής διάχυσης και διερευνάται η σχέση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών με την τηλεπισκόπηση και τις μεταβολές των χρήσεων γης.

#### 5.2 Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS) στην ανάλυση του χώρου

Από τα μέσα της δεκαετίας του '60 μέχρι σήμερα, ο ρόλος των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) στην ανάλυση του χώρου επεκτάθηκε από τη βασική χαρτογράφηση και οπτικοποίηση δεδομένων σε μια ολοκληρωμένη σειρά εργαλείων και τεχνικών για την ανάλυση και την ερμηνεία των χωρικών δεδομένων. Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών συνεχίζουν να αναπτύσσονται με γνώμονα τις εξελίξεις στην τεχνολογία, τη διαθεσιμότητα δεδομένων και την αυξανόμενη ζήτηση για χωρικές πληροφορίες σε διάφορους τομείς, παρέχοντας ένα ισχυρό πλαίσιο για τη συλλογή, διαχείριση, ανάλυση και οπτικοποίηση των χωρικών δεδομένων. Η κεντρική συνεισφορά τους στην ανάλυση του χώρου συνοψίζεται στα εξής:

**Ενοποίηση δεδομένων:** Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών επιτρέπουν την ενοποίηση ποικίλων πηγών δεδομένων όπως δορυφορικές εικόνες, αεροφωτογραφίες, δεδομένα ερευνών και δημογραφικές πληροφορίες. Συνδυάζοντας αυτά τα διαφορετικά σύνολα δεδομένων επιτρέπουν τη χωρική ανάλυση που ενσωματώνει διάφορες προοπτικές και διαστάσεις των χωρικών φαινομένων. (Fischer & Scholten, 1994)

**Διαχείριση χωρικών δεδομένων:** Παρέχοντας ένα δομημένο περιβάλλον για την οργάνωση και τη διαχείριση χωρικών δεδομένων τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών αποθηκεύουν, ανακτούν και ενημερώνουν τα δεδομένα αυτά με τυποποιημένο τρόπο και κεντρικό έλεγχο. Αυτή η οργανωμένη διαχείριση διασφαλίζει την ακεραιότητα, τη συνέπεια και την προσβασιμότητα των δεδομένων, διευκολύνοντας την αποτελεσματική χωρική ανάλυση. (Goodchild et al., 1992)

**Χωρική αναζήτηση (Spatial Querying):** Η χωρική αναζήτηση αποτελεί μια από τις πλέον βασικές διαδικασίες. Με αυτόν τον τρόπο, οι χρήστες ανακτούν συγκεκριμένα υποσύνολα χωρικών δεδομένων με βάση χωρικές σχέσεις και χαρακτηριστικά. Χρησιμοποιώντας χωρικούς τελεστές και φίλτρα, δίνεται η δυνατότητα να εκτελεστούν ερωτήματα όπως η εύρεση χαρακτηριστικών σε μια συγκεκριμένη απόσταση, σε μια συγκεκριμένη περιοχή ή με συγκεκριμένες συνθήκες. Η χωρική αναζήτηση αποτελεί τη βάση για διάφορες χωρικές αναλύσεις (Goodchild et al., 1992)

**Εργαλεία Γεωεπεξεργασίας και Ανάλυσης:** Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών ενσωματώνουν ένα ευρύ φάσμα εργαλείων γεωεπεξεργασίας και ανάλυσης για την εκτέλεση πολύπλοκων χωρικών λειτουργιών. Αυτά τα εργαλεία περιλαμβάνουν ανάλυση εγγύτητας, ανάλυση δικτύου, ανάλυση επικάλυψης, χωρικές στατιστικές, ανάλυση εδάφους και δυνατότητες μοντελοποίησης. Επιτρέπουν στους χρήστες να εξάγουν σημαντικές πληροφορίες, να εντοπίζουν πρότυπα και να αντλούν εξειδικευμένες γνώσεις (Wade & Sommer, 2006)

**Οπτικοποίηση και χαρτογράφηση:** Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών παρέχουν ισχυρές δυνατότητες απεικόνισης και χαρτογράφησης. Οι χρήστες μπορούν να δημιουργήσουν χάρτες και γραφήματα για την αποτελεσματική επικοινωνία των χωρικών πληροφοριών (Παππάς, 2011). Με την οπτικοποίηση των χωρικών δεδομένων, τα πρότυπα και οι τάσεις γίνονται εμφανή, βοηθώντας στην κατανόηση και ερμηνεία των χωρικών σχέσεων. (Tomlin, 1990, Yeh, 1999)

**Χωρικά Μοντέλα και Προσομοίωση:** Τα εργαλεία των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών επιτρέπουν στους χρήστες να αναπτύσσουν μοντέλα που προσομοιώνουν χωρικές διεργασίες του πραγματικού κόσμου. Αυτό επιτρέπει την εξερεύνηση υποθετικών σεναρίων, την αξιολόγηση των πιθανών επιπτώσεων και την πρόβλεψη των χωρικών προτύπων. Η χωρική μοντελοποίηση βοηθά στη λήψη αποφάσεων και στις διαδικασίες σχεδιασμού. (Fotheringham & Wegener, 1999)

**Χρονική Ανάλυση:** Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών υποστηρίζουν τη χρονική ανάλυση, η οποία περιλαμβάνει την εξέταση χωρικών προτύπων και αλλαγών με την πάροδο του χρόνου. Η ενσωμάτωση χρονικών δεδομένων επιτρέπει τη μελέτη των τάσεων, την παρακολούθηση των αλλαγών και την ανάλυση των δυναμικών διαδικασιών. Η χρονική ανάλυση βοηθά στον εντοπισμό προτύπων, στην ανίχνευση ανωμαλιών και στην κατανόηση της εξέλιξης των χωρικών φαινομένων (Kucera, 1992).

**Υποστήριξη αποφάσεων:** Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών χρησιμεύουν επίσης ως σύστημα υποστήριξης αποφάσεων ενσωματώνοντας τη χωρική ανάλυση με άλλα μη χωρικά δεδομένα και διαδικασίες λήψης αποφάσεων, υποστηρίζοντας έτσι το σχεδιασμό και την ανάπτυξη πολιτικής βάσει στοιχείων (Fedra & Reitsma, 1990)

### 5.2.1 Οι Γεωχωρικές Βάσεις Δεδομένων

Η συλλογή, δόμηση και ιεράρχηση των δεδομένων καταλαμβάνει ένα σημαντικό μέρος της έρευνας. Χαρακτηριστικά, όπως σημειώνει και η Nedovic-Budic (2000), η προσπάθεια που καταβάλλεται για την ανάπτυξη των γεωχωρικών βάσεων δεδομένων είναι τεράστια, καθώς οι βάσεις αυτές πρέπει να βασίζονται στη σαφή κατανόηση των προβλημάτων σχεδιασμού, των διαδικασιών και του πλαισίου της έρευνας.

Οι γεωχωρικές βάσεις δεδομένων αποτελούν εργαλείο διαχείρισης και ανάλυσης των δεδομένων που εισάγονται σε ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών. Τα σύνολα των γεωχωρικών δεδομένων είναι συχνά ετερογενή και περιλαμβάνουν πηγές δεδομένων με διαφορετικές κλίμακες, συστήματα συντεταγμένων, ακρίβειες και κάλυψη περιοχής. Ως αποτέλεσμα, η διαχείριση και η ανάλυση γεωχωρικών δεδομένων δεν μπορεί να επιτευχθεί κατάλληλα με την εφαρμογή ενός τυπικού συστήματος διαχείρισης βάσεων δεδομένων. Οι γεωχωρικές βάσεις δεδομένων χειρίζονται την αποθήκευση των χωρικών χαρακτηριστικών, των ιδιοτήτων τους και των χωρικών σχέσεων μεταξύ τους. Διασφαλίζουν την ακεραιότητα των δεδομένων, επιβάλλουν κανόνες επικύρωσης δεδομένων και διευκολύνουν την αναζήτηση και την ανάλυση δεδομένων (Densham & Goodchild, 1989). Επιπροσθέτως, καθώς οι γεωχωρικές βάσεις δεδομένων προέρχονται συνήθως από τη συλλογή στοιχείων από πολλές και διαφορετικές πηγές, από διαφορετικές κλίμακες και από διαφορετικές ποιότητες, είναι απαραίτητο να εφαρμόζονται οι κανόνες διαλειτουργικότητας και ενσωμάτωσης (Devogele et al., 1998).

Οι βασικές αρχές της γεωχωρικής βάσης δεδομένων συνοψίζονται στα εξής:

**Τύποι γεωχωρικών δεδομένων:** Μια γεωχωρική βάση δεδομένων υποστηρίζει συγκεκριμένους τύπους δεδομένων για την ακριβή αναπαράσταση χωρικών αντικειμένων. Σε αυτούς τους τύπους περιλαμβάνονται διανυσματικά δεδομένα (σημεία, γραμμές, πολύγωνα), ψηφιδωτά δεδομένα αλλά και άλλοι τύποι δεδομένων (annotation, tin, δίκτυα κ.α). Το σύστημα διαχείρισης της βάσης δεδομένων παρέχει

μεθόδους για την αποτελεσματική αποθήκευση και τον χειρισμό αυτών των τύπων χωρικών δεδομένων (Güting & Schneider, 1993, Schneider, 1999)

**Χωρική Δεικτοδότηση:** Στη γεωχωρική βάση περιλαμβάνονται δομές δεικτοδότησης ειδικές για χωρικά δεδομένα, όπως R-trees, Quadtree ή Grid-based indexing. Αυτές οι τεχνικές βελτιστοποιούν την απόδοση των χωρικών ερωτημάτων (Lu & Ooi, 1993).

**Χωρική Αναζήτηση:** Επιτρέπει τη χωρική αναζήτηση, δίνοντας τη δυνατότητα στους χρήστες να ανακτούν χωρικά δεδομένα με βάση χωρικές σχέσεις και συνθήκες. Υποστηρίζει χωρικές γλώσσες ερωτημάτων, όπως SQL (Structured Query Language) με χωρικές επεκτάσεις, παρέχοντας τελεστές και συναρτήσεις για χωρικά κατηγορήματα, χωρικές ενώσεις, χωρική ανάλυση και χωρικές μετρήσεις (Güting, 1994).

**Λειτουργίες χωρικής ανάλυσης:** Περιλαμβάνει ενσωματωμένες λειτουργίες και τελεστές για την εκτέλεση εργασιών χωρικής ανάλυσης. Αυτές οι λειτουργίες επιτρέπουν κατ' ελάχιστο χωρικές μετρήσεις, γεωμετρικές λειτουργίες, προσωρινή αποθήκευση, ανάλυση εγγύτητας, ανάλυση επικάλυψης, ανάλυση δικτύου και στατιστική ανάλυση χωρικών δεδομένων (Güting, 1994).

**Διαχείριση Τοπολογίας:** Υποστηρίζει τη διαχείριση τοπολογίας για τη διαχείριση χωρικών σχέσεων και τη διασφάλιση της ακεραιότητας των δεδομένων. Επιβάλλει τοπολογικούς κανόνες, όπως η συνδεσιμότητα, η γειτνίαση και ο περιορισμός, μεταξύ χωρικών αντικειμένων. Η διαχείριση τοπολογίας διασφαλίζει συνεπείς χωρικές σχέσεις και επιτρέπει την προηγμένη χωρική ανάλυση (Egenhofer et al., 1990)

**Συστήματα συντεταγμένων και προβολές:** Χειρίζεται διαφορετικά συστήματα συντεταγμένων και προβολές για την ακριβή αναπαράσταση των χωρικών δεδομένων. Υποστηρίζει τον μετασχηματισμό και τη μετατροπή συντεταγμένων μεταξύ διαφορετικών συστημάτων (Rigaux et al., 2002)

**Ενοποίηση δεδομένων και διαλειτουργικότητα:** Επιτρέπει την ενοποίηση χωρικών δεδομένων από διάφορες πηγές και μορφές. Υποστηρίζει μηχανισμούς εισαγωγής και εξαγωγής δεδομένων για διαλειτουργικότητα με διαφορετικό λογισμικό GIS (Devogele et al., 1998)

**Έλεγχος συγχρονισμού και διαχείριση συναλλαγών:** Εφαρμόζει μηχανισμούς ελέγχου ταυτόχρονης διαχείρισης για τη διασφάλιση της ταυτόχρονης πρόσβασης σε χωρικά δεδομένα από πολλούς χρήστες. Εξασφαλίζει την ακεραιότητα και τη συνέπεια των δεδομένων κατά τη διάρκεια ταυτόχρονων λειτουργιών ανάγνωσης και εγγραφής. Η διαχείριση συναλλαγών παρέχει ιδιότητες ατομικότητας, συνέπειας, απομόνωσης και ανθεκτικότητας για τη διατήρηση της ακεραιότητας και της δυνατότητας ανάκτησης των δεδομένων (Dai, 2009)

Οπτικοποίηση δεδομένων και χαρτογραφία: Υποστηρίζει δυνατότητες απεικόνισης δεδομένων και χαρτογραφίας. Παρέχει επίσης δυνατότητες δημιουργίας συμβόλων για την αποτελεσματική παρουσίαση των χωρικών πληροφοριών (Rigaux et al., 2002, Samson et al., 2013)

### **5.2.2 Χωρική Ανάλυση (spatial analysis) και Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών**

Η χωρική ανάλυση (Spatial analysis), είναι ένα σύνολο από τεχνικές που επινοήθηκαν για να υποστηρίξουν την χωρική προοπτική των δεδομένων. Για να διακριθεί από άλλες μορφές ανάλυσης, η χωρική ανάλυση μπορεί επίσης να οριστεί ως ένα σύνολο από τεχνικές των οποίων τα αποτελέσματα εξαρτώνται από τις γεωγραφικές θέσεις των αντικειμένων απαιτώντας πρόσβαση τόσο στις γεωγραφικές θέσεις όσο και στα περιγραφικά χαρακτηριστικά των αντικειμένων (Goodchild, 1987). Οι Bailey & Gatrell (1995), ορίζουν τη χωρική ανάλυση ως την ποσοτική ανάλυση/μελέτη των χωρικών φαινομένων που βρίσκονται στο γεωγραφικό χώρο. Ένας άλλος ορισμός, ορίζει την χωρική ανάλυση ως ένα σύνολο τεχνικών που έχουν σχεδιαστεί για την εύρεση προτύπων, την ανίχνευση ανωμαλιών ή τον έλεγχο υποθέσεων και θεωριών, με βάση χωρικά δεδομένα. (Goodchild, 2008). Οι τεχνικές της χωρικής ανάλυσης κυμαίνονται από απλά περιγραφικά μέτρα έως πολύπλοκες στατιστικές δοκιμές (Ripley, 2005, Burt et al., 2009).

Επίσης, η χωρική ανάλυση περιλαμβάνει τόσο ποσοτικές όσο και ποιοτικές προσεγγίσεις για την ανάλυση των χωρικών προτύπων, των χωρικών σχέσεων και της χωρικής μεταβλητότητας. Επιτρέπει τη διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο κατανομούνται τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά, πώς αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και πώς σχετίζονται με άλλα χαρακτηριστικά ή παράγοντες (Longley & Batty, 1997). Μέσω της χωρικής ανάλυσης επιτυγχάνεται η βαθύτερη κατανόηση των γεωχωρικών δεδομένων οδηγώντας στη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων.

Η αλματώδης ανάπτυξη της υπολογιστικής ισχύος και η διαθεσιμότητα μεγάλου όγκου δεδομένων τα τελευταία χρόνια, μαζί με τις τεχνικές της εξόρυξης δεδομένων (data mining) και της ανάλυσης μεγάλων δεδομένων (big data analysis) έδωσε νέα ώθηση στη χωρική ανάλυση (Καλογήρου, 2015)

Η χωρική ανάλυση περιλαμβάνει αρκετά θεμελιώδη ζητήματα που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά τη διάρκεια της αναλυτικής διαδικασίας, όπως η κατάλληλη κλίμακα, η χωρική αυτοσυσχέτιση και η χωρική ετερογένεια (Miller, 2004)

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών παρέχουν τα απαραίτητα εργαλεία, τη λειτουργικότητα και την υποδομή για την υποστήριξη της χωρικής ανάλυσης. Επιτρέπει στους χρήστες να ενσωματώνουν και να χειρίζονται διαφορετικούς τύπους χωρικών δεδομένων, να εκτελούν διάφορες αναλυτικές λειτουργίες και να οπτικοποιούν τα αποτελέσματα με τη μορφή χαρτών, διαγραμμάτων ή αναφορών (Fotheringham et al., 2000).

Εντός του περιβάλλοντος των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών είναι δυνατόν να εφαρμοστούν μεθοδολογίες και τεχνικές της χωρικής ανάλυσης, όπως ανάλυση εγγύτητας, επίθεση χαρτών, ανάλυση δικτύου, χωρική παρεμβολή, χωρική ομαδοποίηση και χωρικές στατιστικές. Αυτές οι τεχνικές βοηθούν στην ανάδυση χωρικών μοτίβων στην περιοχή μελέτης.

### **5.3 Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών στην μελέτη της αστικής διάχυσης και των μεταβολών των χρήσεων/κάλυψη γης**

#### **5.3.1 Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών στην μελέτη της αστικής διάχυσης**

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών χρησιμοποιούνται ευρέως στη μέτρηση της αστικής διάχυσης, λόγω των δυνατοτήτων χωρικής ανάλυσης που παρέχουν. Επιπροσθέτως, μπορούν να ενσωματώσουν συναρτήσεις και μεταβλητές με την βοήθεια των οποίων αναλύονται και οπτικοποιούνται χωρικά φαινόμενα. Ορισμένες βασικές μεθοδολογίες είναι ο υπολογισμός της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας, η πληθυσμιακή πυκνότητα, η μέτρηση της αστικής διάχυσης με την μέθοδο της Σταθμισμένης Αστικής Εξάπλωσης Weighted urban proliferation (WUP), οι χωρικές μετρήσεις, οι αναλύσεις δικτύου κ.α. Ως αποτέλεσμα, αναλύοντας χωρικά δεδομένα σχετικά με την κατανομή του πληθυσμού ή το κτιριακό αποτύπωμα, τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών παρέχουν πληροφορίες για τη διασπορά της αστικής διάχυσης.

Πολλοί μελετητές έχουν χρησιμοποιήσει στις εργασίες τους υπολογισμούς πυκνότητας για τη μέτρηση της αστικής διάχυσης με τη βοήθεια των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, όπως: Torrens & Alberti, (2000), Cheng & Masser, (2003), Xiao et al., (2006), Sudhira et al., (2004), Jat et al., (2008), Angel et al., (2008), Frenkel & Ashkenazi, (2008). Siedentop & Fina (2010), Ottensmann, (2018).

Την μεθοδολογία της μέτρησης της αστικής διάχυσης με την μέθοδο της Σταθμισμένης Αστικής Εξάπλωσης Weighted urban proliferation (WUP) κάνοντας χρήση του εργαλείου Landscape Metrics Tool που γράφτηκε σε γλώσσα Python για το ArcGIS Pro από τους Adamczyk και Tiede (2017), έχουν επίσης ενσωματώσει πολλοί μελετητές, όπως οι: Wissen Hayek et al., (2011), Jaeger & Schwick (2014), Hennig et al., (2015), Hennig et al., (2016), Nazarnia et al., (2016), Weilenmann et al., (2017), Pourali et al., (2022)

Οι χωρικές μετρήσεις αποτελούν άλλη μια εξαιρετικά δημοφιλή μεθοδολογία ποσοτικοποιώντας χωρικά χαρακτηριστικά του αστικού και εξωαστικού χώρου. Οι χωρικές μετρήσεις δύναται να χρησιμοποιηθούν μέσω εξειδικευμένης εργαλειοθήκης σε GIS περιβάλλον ή να χρησιμοποιηθεί αυτόνομο πρόγραμμα χωρικών μετρήσεων. Χαρακτηριστικές εργασίες έχουν πραγματοποιήσει οι Aguilera et al., (2001), Herold et al., (2003), Huang et al., (2007), Yu & Ng (2007), Prastakos et al., (2012),

Triantakostas & Stathakis (2015), Jiao et al., (2015), Dai et al., (2018), Magidi & Ahmed (2019).

### 5.3.2 Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, η Τηλεπισκόπηση και οι μεταβολές των χρήσεων/κάλυψη γης

Η ανάπτυξη της τεχνολογίας των υπολογιστών τόσο στο επίπεδο της ταχύτητας όσο και σε αυτό της ανάπτυξης λογισμικού, έκανε εφικτό τον σχεδιασμό νέων τεχνικών επεξεργασίας που συνδυάζουν γεωχωρικά δεδομένα και διαδικασίες τηλεπισκόπησης με στόχο την βελτίωση της ποιότητας και της αποτελεσματικότητας στην παρακολούθηση των αλλαγών των χρήσεων γης (Lindgren, 1985, Michalak, 1993)

Σύμφωνα με τον Trotter (1991), η απόκτηση και ενσωμάτωση δεδομένων αποτελεί ένα από τα πλέον σημαντικά και χρονοβόρα ζητήματα σε ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών. Τα δεδομένα τηλεπισκόπησης (αεροφωτογραφίες ή δορυφορικά δεδομένα), χρησιμοποιούνται ευρέως ως μια αξιόπιστη πηγή δεδομένων και συνδυάζονται εύκολα με άλλες γεωχωρικές βάσεις (Mesev, 1997). Επιπροσθέτως, τα δεδομένα τηλεπισκόπησης είναι εξαιρετικά χρήσιμα στην χωρική ανάλυση, στην χαρτογράφηση των χρήσεων γης, στην ανίχνευση και παρακολούθηση των αλλαγών στο χώρο, στην διαχείριση φυσικών κινδύνων και καταστροφών, στη γεωργία και στην χαρτογράφηση και αξιολόγηση της αστικής διάχυσης (Sutton, 1997, Wentz et al., 2014)

Οι αεροφωτογραφίες, η πλέον παλαιά μορφή δεδομένων τηλεπισκόπησης, προσφέρουν πολλά θετικά αποτελέσματα όταν εισαχθούν σε ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών:

Όπως επισημαίνουν οι Read et al., (2019), η υψηλή ανάλυση και η συνήθως μεγάλη κλίμακα των αεροφωτογραφιών διευκολύνουν τον εντοπισμό και τη χαρτογράφηση χαρακτηριστικών όπως κτίρια, δρόμοι, τύποι βλάστησης και μοτίβα κάλυψης γης. Εντός ενός Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών, ενισχύουν την ακρίβεια της χωρικής ανάλυσης. Επίσης, οι αεροφωτογραφίες προσφέρουν οπτική αναπαράσταση του χώρου, επιτρέποντας την αναγνώριση και την ερμηνεία των χαρακτηριστικών της γήινης επιφάνειας, των τύπων κάλυψης γης, αλλά και των αλλαγών τους με την πάροδο του χρόνου. Επιτρέπουν επίσης τον εντοπισμό και την ανάλυση περιοχών ενδιαφέροντος. Η παλαιότερη αστική εφαρμογή τηλεπισκόπησης ήταν η οριοθέτηση αστικής έκτασης μέσω οπτικής ερμηνείας αεροφωτογραφιών, με στόχο την παρακολούθηση της αστικής μεγέθυνσης (Bowden & Brooner, 1970).

Κατά τον Mas (1999), οι αεροφωτογραφίες που λαμβάνονται σε διαφορετικές χρονικές περιόδους είναι χρήσιμες για τον εντοπισμό και την παρακολούθηση των αλλαγών των μοτίβων του χώρου, όπως η αστική μεγέθυνση, οι αλλαγές στις χρήσεις γης/κάλυψη γης, η ανάπτυξη των υποδομών, οι αλλαγές στη βλάστηση κ.α. Με τη σύγκριση και την ανάλυση των αεροφωτογραφιών καθίσταται δυνατός ο εντοπισμός τάσεων, μοτίβων και επιπτώσεων των αλλαγών. Αυτό είναι πολύτιμο για την παρακολούθηση

της αστικής διάχυσης, της αποψίλωσης των δασών, των αλλαγών των οικοτόπων και άλλων δυναμικών διεργασιών στην επιφάνεια της γης.

Επιπροσθέτως, οι αεροφωτογραφίες αποτελούν αξιόπιστες πηγές ιστορικών δεδομένων παρέχοντας πολύτιμες πληροφορίες για τη μελέτη προηγούμενων μορφών/μοτίβων του χώρου όπως για παράδειγμα οι χρήσεις γης, η αστικοποίηση κ.α. Η ενσωμάτωση των αεροφωτογραφιών σε ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών επιτρέπει στους χρήστες να μελετήσουν τη μακροπρόθεσμη δυναμική των φαινομένων, να αξιολογήσουν τις ιστορικές τάσεις και να κατανοήσουν την εξέλιξη των τοπίων με την πάροδο του χρόνου (DeFries, 2013). Τέλος, οι αεροφωτογραφίες μπορούν να γεωαναφερθούν με γνωστό σύστημα συντεταγμένων, επιτρέποντας ακριβή χωρική αναφορά (Morgan et al., 2010). Ακόμη, ενσωματώνονται με άλλα γεωχωρικά σύνολα δεδομένων σε ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών επιτρέποντας ολοκληρωμένη ανάλυση. (Wentz et al., 2014)

Τα αρνητικά της ενσωμάτωσης αεροφωτογραφιών σε ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών αφορούν στην διαθεσιμότητα των προϊόντων, στον αποθηκευτικό χώρο που καταλαμβάνουν και κυρίως, στην επεξεργασία και ανάλυση των δεδομένων των αεροφωτογραφιών καθώς απαιτούνται πολλά βήματα προεπεξεργασίας πριν αυτές ενσωματωθούν: μετατροπή τους σε συμβατή μορφή, γεωαναφορά, διόρθωση, δημιουργία φωτομωσαϊκού και έλεγχος ποιότητας. Οι διαδικασίες αυτές είναι χρονοβόρες και απαιτητικές ιδιαίτερα για μεγάλα σύνολα δεδομένων

Η αξιολόγηση των αλλαγών των χρήσεων/κάλυψη γης με τη βοήθεια της τηλεπισκόπησης και των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών έχει αποτελέσει αντικείμενο πολλών σύγχρονων μελετών (Muller & Zeller 2002, Herold et al., 2003). Δεδομένου ότι οι μεταβολές των χρήσεων γης είναι σημαντικοί δείκτες για την κατανόηση της σχέσης μεταξύ περιβάλλοντος και ανθρωπογενών πιέσεων, τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών παρέχουν ένα ισχυρό σύνολο εργαλείων αναφορικά με τη διαχείριση της γης. Για να είναι το αποτέλεσμα αποδεκτό πρέπει να ικανοποιούνται μια σειρά κριτηρίων στα οποία συμπεριλαμβάνονται:

- η υψηλή ποιότητα και η ακρίβεια των δεδομένων (αξιοπιστία)
- η συχνότητα παρακολούθησης των αλλαγών η οποία πρέπει να ακολουθεί τον ρυθμό των αστικών και περιφερειακών αλλαγών (περιοδικότητα)
- το τυποποιημένο μοντέλο δεδομένων (φορητότητα) και
- η ευκολία χρήσης και ανάκτησης των δεδομένων (ευελιξία).

Πιο αναλυτικά, τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών παρέχουν εργαλεία για την ανίχνευση αλλαγών, μοτίβων, τάσεων και σχέσεων μέσα στο μεταβαλλόμενο τοπίο βοηθώντας στον ποσοτικό προσδιορισμό των χρήσεων γης αλλά και στην αξιολόγηση της έκτασης των αλλαγών με την πάροδο του χρόνου. Ως αποτέλεσμα, συγκρίνοντας παλαιότερους και σημερινούς χάρτες χρήσεων γης, οι χρήστες μπορούν να εντοπίσουν περιοχές αστικής επέκτασης, μετατροπής φυσικής ή γεωργικής γης σε αστική γη και αλλαγές στην ένταση χρήσης γης.



Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών υποστηρίζουν επίσης τη μοντελοποίηση και την προσομοίωση, επιτρέποντας την προβολή μελλοντικών σεναρίων χρήσης γης. Ακόμα, προσφέρουν εργαλεία οπτικοποίησης για την αποτελεσματική επικοινωνία σύνθετων χωρικών προτύπων και τάσεων. Τέλος, παρέχουν σαφείς χωροταξικές πληροφορίες και επιτρέπουν τη συνεχή παρακολούθηση και αξιολόγηση των αλλαγών των χρήσεων γης και τη λήψη αποφάσεων.

Η επεξεργασία και ανάλυση δεδομένων τηλεπισκόπησης (χρονοσειρών) για τον εντοπισμό διαχρονικών μεταβολών χρήσεων/κάλυψη γης σε περιβάλλον Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών έχουν γίνει αντικείμενο πολλών μελετών καθώς βοηθούν στην αξιολόγηση των αλλαγών στο ανθρωπογενές περιβάλλον (Lambin 1997, Lopez et al. 2001). Χαρακτηριστικές εργασίες έχουν πραγματοποιήσει: Wu et al., (2006), Thapa & Murayama (2009), Rawat & Kumar (2015), Butt et al. (2015), Kleemann et al., (2017), Wiatkowska et al., (2021)

## Βιβλιογραφία κεφαλαίου 5

Aguilera, F., Valenzuela, L. M., & Botequilha-Leitão, A. (2011). Landscape metrics in the analysis of urban land use patterns: A case study in a Spanish metropolitan area. *Landscape and Urban Planning*, 99(3-4), 226-238.

Angel, S., Parent, J., & Civco, D. (2007, May). Urban sprawl metrics: an analysis of global urban expansion using GIS. In *Proceedings of ASPRS 2007 Annual Conference, Tampa, Florida May* (Vol. 7, No. 11). Citeseer.

Aronoff, S. (1995). Geographic information systems (GIS): a management perspective.

Bailey, T. C., & Gatrell, A. C. (1995). *Interactive spatial data analysis* (Vol. 413, No. 8). Essex: Longman Scientific & Technical.

Bowden, L. W., & Brooner, W. G. (1970). Aerial photography: A diversified tool. *Geoforum*, 1(2), 19-32.

Burrough, P. A. (1986). Principles of geographical. *Information systems for land resource assessment*. Clarendon Press, Oxford.

Burt, J. E., Barber, G. M., & Rigby, D. L. (2009). *Elementary statistics for geographers*. Guilford Press.

Butt, A., Shabbir, R., Ahmad, S. S., & Aziz, N. (2015). Land use change mapping and analysis using Remote Sensing and GIS: A case study of Simly watershed, Islamabad, Pakistan. *The Egyptian journal of remote sensing and space science*, 18(2), 251-259.

Cheng, J., & Masser, I. (2003). Urban growth pattern modeling: a case study of Wuhan city, PR China. *Landscape and urban planning*, 62(4), 199-217.

Dai, J. (2009). *Efficient concurrent operations in spatial databases* (Doctoral dissertation, Virginia Tech).

Dai, E., Wu, Z., & Du, X. (2018). A gradient analysis on urban sprawl and urban landscape pattern between 1985 and 2000 in the Pearl River Delta, China. *Frontiers of Earth Science*, 12(4), 791-807.

DeFries, R. (2013), Remote sensing and image processing in Encyclopedia of Biodiversity (Second Edition) (2013), pp. 389-399

Densham, P. J., & Goodchild, M. F. (1989). Spatial decision support systems: A research agenda. *Journal of Environmental Sciences (China) English Ed*, 707-716.

- Devoegele, T., Parent, C., & Spaccapietra, S. (1998). On spatial database integration. *International Journal of Geographical Information Science*, 12(4), 335-352.
- Egenhofer, M. J., Frank, A. U., & Jackson, J. P. (1990). A topological data model for spatial databases. In *Design and Implementation of Large Spatial Databases: First Symposium SSD'89 Santa Barbara, California, July 17/18, 1989 Proceedings 1* (pp. 271-286). Springer Berlin Heidelberg.
- Fedra, K., & Reitsma, R. F. (1990). Decision support and geographical information systems. In *Geographical information systems for urban and regional planning* (pp. 177-188). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Fischer, M. M., & Scholten, H. J. (1994). *Geographic Information Systems, Spatial Data Analysis and Spatial Modelling.-Problems and Possibilities.*
- Fotheringham, S., & Wegener, M. (1999). *Spatial models and GIS: New and potential models* (Vol. 7). CRC press.
- Fotheringham, A. S., Brunsdon, C., & Charlton, M. (2000). *Quantitative geography: perspectives on spatial data analysis*. Sage.
- Frenkel, A., & Ashkenazi, M. (2008). Measuring urban sprawl: how can we deal with it?. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 35(1), 56-79.
- Goodchild, M. F. (1987). A spatial analytical perspective on geographical information systems. *International journal of geographical information system*, 1(4), 327-334.
- Goodchild, M., Haining, R., & Wise, S. (1992). Integrating GIS and spatial data analysis: problems and possibilities. *International journal of geographical information systems*, 6(5), 407-423.
- Goodchild, M. (2008). Data Analysis, Spatial. In: Shekhar, S., Xiong, H. (eds) *Encyclopedia of GIS*. Springer, Boston, MA. [https://doi.org/10.1007/978-0-387-35973-1\\_236](https://doi.org/10.1007/978-0-387-35973-1_236)
- Güting, R. H., & Schneider, M. (1993). Realms: A foundation for spatial data types in database systems. In *Advances in Spatial Databases: Third International Symposium, SSD'93 Singapore, June 23-25, 1993 Proceedings 3* (pp. 14-35). Springer Berlin Heidelberg.
- Güting, R. H. (1994). An introduction to spatial database systems. *the VLDB Journal*, 3, 357-399.

- Herold, M., Goldstein, N. C., & Clarke, K. C. (2003). The spatiotemporal form of urban growth: measurement, analysis and modeling. *Remote sensing of Environment*, 86(3), 286-302.
- Hennig, E. I., Schwick, C., Soukup, T., Orlitová, E., Kienast, F., & Jaeger, J. A. (2015). Multi-scale analysis of urban sprawl in Europe: Towards a European de-sprawling strategy. *Land use policy*, 49, 483-498.
- Hennig, E. I., Soukup, T., Orlitova, E., Schwick, C., Kienast, F., & Jaeger, J. A. (2016). Annexes 1-5: Urban Sprawl in Europe. Joint EEA-FOEN report. No 11/2016.
- Huang, J., Lu, X. X., & Sellers, J. M. (2007). A global comparative analysis of urban form: Applying spatial metrics and remote sensing. *Landscape and urban planning*, 82(4), 184-197.
- Jaeger, J. A., & Schwick, C. (2014). Improving the measurement of urban sprawl: Weighted Urban Proliferation (WUP) and its application to Switzerland. *Ecological indicators*, 38, 294-308.
- Jiao, L., Mao, L., & Liu, Y. (2015). Multi-order landscape expansion index: Characterizing urban expansion dynamics. *Landscape and Urban Planning*, 137, 30-39
- Jat, M. K., Garg, P. K., & Khare, D. (2008). Monitoring and modelling of urban sprawl using remote sensing and GIS techniques. *International journal of Applied earth Observation and Geoinformation*, 10(1), 26-43.
- Καλογήρου, Σ. (2015). *Χωρική ανάλυση* [Προπτυχιακό εγχειρίδιο]. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις. <https://hdl.handle.net/11419/5029>
- Kleemann, J., Baysal, G., Bulley, H. N., & Fürst, C. (2017). Assessing driving forces of land use and land cover change by a mixed-method approach in north-eastern Ghana, West Africa. *Journal of environmental management*, 196, 411-442.
- Kucera, G. (1992). *Time in geographic information systems*. CRC Press.
- Lambin, E. F. (1997). Modelling and monitoring land-cover change processes in tropical regions. *Progress in physical geography*, 21(3), 375-393.
- Lindgren, D. T. (1985). *Land use planning and remote sensing* (Vol. 2). Taylor & Francis.
- Longley, P. A., & Batty, M. (Eds.). (1997). *Spatial analysis: modelling in a GIS environment*. John Wiley & Sons.

López, E., Bocco, G., Mendoza, M., & Duhau, E. (2001). Predicting land-cover and land-use change in the urban fringe: A case in Morelia city, Mexico. *Landscape and urban planning*, 55(4), 271-285.

Lu, H., & Ooi, B. C. (1993). Spatial indexing: Past and future. *IEEE Data Eng. Bull.*, 16(3), 16-21.

Magidi, J., & Ahmed, F. (2019). Assessing urban sprawl using remote sensing and landscape metrics: A case study of City of Tshwane, South Africa (1984–2015). *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 22(3), 335-346.

Mas, J. F. (1999). Monitoring land-cover changes: a comparison of change detection techniques. *International journal of remote sensing*, 20(1), 139-152.

Mesev, V. (1997). Remote sensing of urban systems: hierarchical integration with GIS. *Computers, Environment and Urban Systems*, 21(3-4), 175-187.

Michalak, W. Z. (1993). GIS in land use change analysis: integration of remotely sensed data into GIS. *Applied geography*, 13(1), 28-44

Miller, H. J. (2004). Tobler's first law and spatial analysis. *Annals of the association of American geographers*, 94(2), 284-289.

Morgan, J. L., Gergel, S. E., & Coops, N. C. (2010). Aerial photography: a rapidly evolving tool for ecological management. *BioScience*, 60(1), 47-59.

Muller, D., & Zeller, M. (2002). Land use dynamics in the central highlands of Vietnam: a spatial model combining village survey data with satellite imagery interpretation. *Agricultural Economics*, 27(3), 333-354.

Nazarnia, N., Schwick, C., & Jaeger, J. A. (2016). Accelerated urban sprawl in Montreal, Quebec City, and Zurich: Investigating the differences using time series 1951–2011. *Ecological indicators*, 60, 1229-1251.

Nedovic-Budic, Z. (2000). Geographic information science implications for urban and regional planning.

Ottensmann, J. R. (2018). An alternative approach to the measurement of urban sprawl. Available at SSRN 3202981.

Παππάς Β., (2011). *Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και Σχεδιασμός του Χώρου*, Εκδόσεις Πανεπιστημίου Πατρών

- Pourali, M., Townsend, C., Kross, A., Guindon, A., & Jaeger, J. A. (2022). Urban sprawl in Canada: Values in all 33 Census Metropolitan Areas and corresponding 469 Census Subdivisions between 1991 and 2011. *Data in Brief*, 41, 107941.
- Prastacos, P., Chrysoulakis, N., & Kochilakis, G. (2012). Spatial metrics for Greek cities using land cover information from the Urban Atlas. *Multidisciplinary Research on Geographical Information in Europe and Beyond*, 24(27), 261-266.
- Rawat, J. S., & Kumar, M. (2015). Monitoring land use/cover change using remote sensing and GIS techniques: A case study of Hawalbagh block, district Almora, Uttarakhand, India. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 18(1), 77-84.
- Rigaux, P., Scholl, M., & Voisard, A. (2002). *Spatial databases: with application to GIS*. Morgan Kaufmann.
- Ripley, B. D. (2005). *Spatial statistics*. John Wiley & Sons.
- Read, J. M., Chambers, C., & Torrado, M. (2019). Remote sensing. In *International Encyclopedia of Human Geography, Second Edition* (pp. 411-422). Elsevier.
- Samson, G. L., Lu, J., Usman, M. M., & Xu, Q. (2017). Spatial databases: An overview. *Ontologies and big data considerations for effective intelligence*, 111-149.
- Schneider, M. (1999). Spatial data types: Conceptual foundation for the design and implementation of spatial Database systems and GIS. In *Proceedings of 6th International Symposium on Spatial Databases*.
- Siedentop, S., & Fina, S. (2010). Monitoring urban sprawl in Germany: towards a GIS-based measurement and assessment approach. *Journal of Land Use Science*, 5(2), 73-104.
- Sudhira, H. S., Ramachandra, T. V., & Jagadish, K. S. (2004). Urban sprawl: metrics, dynamics and modelling using GIS. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 5(1), 29-39.
- Sutton, P. (1997). Modeling population density with night-time satellite imagery and GIS. *Computers, Environment and Urban Systems*, 21(3-4), 227-244.
- Thapa, R. B., & Murayama, Y. (2009). Examining spatiotemporal urbanization patterns in Kathmandu Valley, Nepal: Remote sensing and spatial metrics approaches. *Remote Sensing*, 1(3), 534-556.
- Tomlin, C. D. (1990). *Geographic information systems and cartographic modeling* (Vol. 249). Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

- Torrens, P. M., & Alberti, M. (2000). Measuring sprawl.
- Triantakonstantis, D., & Stathakis, D. (2015). Examining urban sprawl in Europe using spatial metrics. *Geocarto International*, 30(10), 1092-1112.
- Trotter, C. M. (1991). Remotely-sensed data as an information source for geographical information systems in natural resource management a review. *International Journal of Geographical Information System*, 5(2), 225-239.
- Wade, T., & Sommer, S. (2006). *A to Z GIS, An illustrated dictionary of geographic information systems*.
- Weilenmann, B., Seidl, I., & Schulz, T. (2017). The socio-economic determinants of urban sprawl between 1980 and 2010 in Switzerland. *Landscape and Urban Planning*, 157, 468-482.
- Wentz, Elizabeth A., et al. "Supporting global environmental change research: A review of trends and knowledge gaps in urban remote sensing." *Remote Sensing* 6.5 (2014): 3879-3905.
- Wiatkowska, B., Słodczyk, J., & Stokowska, A. (2021). Spatial-temporal land use and land cover changes in urban areas using remote sensing images and GIS analysis: The case study of Opole, Poland. *Geosciences*, 11(8), 312.
- Wissen Hayek, U., Jaeger, J. A., Schwick, C., Jarne, A., & Schuler, M. (2011). Measuring and assessing urban sprawl: What are the remaining options for future settlement development in Switzerland for 2030?. *Applied Spatial Analysis and Policy*, 4(4), 249-279.
- Wu, Q., Li, H. Q., Wang, R. S., Paulussen, J., He, Y., Wang, M., ... & Wang, Z. (2006). Monitoring and predicting land use change in Beijing using remote sensing and GIS. *Landscape and urban planning*, 78(4), 322-333.
- Yeh, A. G. (1999). Urban planning and GIS. *Geographical information systems*, 2(877-888), 1.
- Yu, X. J., & Ng, C. N. (2007). Spatial and temporal dynamics of urban sprawl along two urban-rural transects: A case study of Guangzhou, China. *Landscape and urban planning*, 79(1), 96-109.
- Xiao, J., Shen, Y., Ge, J., Tateishi, R., Tang, C., Liang, Y., & Huang, Z. (2006). Evaluating urban expansion and land use change in Shijiazhuang, China, by using GIS and remote sensing. *Landscape and urban planning*, 75(1-2), 69-80.

## Κεφάλαιο 6

### Διερεύνηση των κινητηρίων δυνάμεων μέσω κοινωνικής έρευνας

Για τον προσδιορισμό των κινητηρίων δυνάμεων στην περιοχή μελέτης χρησιμοποιήθηκε η τεχνική της συνέντευξης με προνομιακούς συνομιλητές (elite interview). Το κεφάλαιο αυτό εξειδικεύει τους λόγους για τους οποίους επιλέχθηκε η συνέντευξη με προνομιακούς συνομιλητές, αναλύει την ημι-δομημένη συνέντευξη που αποτελεί την επιλογή του τύπου της συνέντευξης που εφαρμόστηκε και παρουσιάζει τον οδηγό συνέντευξης και το ημι-δομημένο ερωτηματολόγιο που δημιουργήθηκε.

#### 6.1 Συνέντευξη με προνομιακούς συνομιλητές (elite interview).

Η συνέντευξη αποτελεί συχνότατο εργαλείο στις κοινωνικές και πολιτικές επιστήμες (Berry, 2002, Lilleker, 2003). Κατά την Morris (2009), το 90% όλων των ερευνών κοινωνικών επιστημών χρησιμοποιούν κάποιο είδους συνέντευξη. Σύμφωνα με τον Harvey (2011), τις τελευταίες δεκαετίες οι κοινωνικοί επιστήμονες έχουν στρέψει το ενδιαφέρον τους στην διεξαγωγή συνεντεύξεων με προνομιακούς συνομιλητές (elite interviewees). Οι λόγοι είναι πολλοί:

Κατά τον McDowell (1998), οι προνομιακοί συνομιλητές διαθέτουν εξειδικευμένες γνώσεις και εμπειρία στους αντίστοιχους τομείς ενδιαφέροντος τους, με αποτέλεσμα να λαμβάνονται πληροφορίες που μπορεί να μην είναι διαθέσιμες από άλλες πηγές

Η συνέντευξη με άτομα αναγνωρισμένα ως εμπειρογνώμονες ενισχύει την αξιοπιστία της έρευνας. Οι απόψεις των προνομιακών συνομιλητών έχουν βαρύτητα. Ως αποτέλεσμα οι ερευνητές μπορούν να βελτιώσουν την ποιότητα και την εγκυρότητα των ευρημάτων τους. (Richards, 1996, Welch et al., 2002)

Οι Solarino & Aguinis (2021), θεωρούν ότι οι προνομιακοί συνομιλητές είναι ιδιαίτερα πολύτιμοι όταν ερευνώνται περίπλοκα ή εξειδικευμένα θέματα που απαιτούν εις βάθος κατανόηση και εξειδίκευση. Επίσης, οι συνεντεύξεις με προνομιακούς συνομιλητές εξασφαλίζουν τις απόψεις εκείνων που κατέχουν σημαντικές θέσεις για τη χάραξη πολιτικής ή για τη λήψη αποφάσεων. (Duke, 2002, Robson, 2008). Τέλος, οι προνομιακοί συνομιλητές μπορούν να συνεισφέρουν με μια πολύτιμη άποψη που συμπληρώνει την υπάρχουσα γνώση ή τις προκλήσεις που επικρατούν. (Harvey, 2011)

#### 6.2 Η επιλογή της ημι-δομημένης συνέντευξης

Ο τύπος συνέντευξης που επιλέχθηκε είναι η ημι-δομημένη συνέντευξη. Ο τύπος αυτός ταιριάζει με τους προνομιακούς συνομιλητές καθώς οι ερευνητές μπορούν να έχουν πρόσβαση στην τεχνογνωσία των συνομιλητών, να εμπλέκουν τους συμμετέχοντες σε ουσιαστικό διάλογο, να εξερευνούν λεπτούς παράγοντες του θέματος που διερευνάται και να δημιουργούν πλούσια ποιοτικά δεδομένα.



Σύμφωνα με τις καλές πρακτικές που αφορούν την συνέντευξη με προνομιακούς συνομιλητές (Solarino & Aguinis, 2021), η προσωπική συνέντευξη με ημι-δομημένα ερωτηματολόγια είναι η καλύτερη επιλογή όταν ο χρόνος είναι περιορισμένος ή η συνέντευξη μπορεί να γίνει μόνο μια φορά. Αυτή η προσέγγιση προσφέρει την ευκαιρία να καλυφθούν όλα τα σχετικά θέματα χωρίς να περιοριστεί η συζήτηση (Bernard, 2011). Τέλος, το ημι-δομημένο ερωτηματολόγιο μεταφέρει το μήνυμα ότι ο ερευνητής δεν προσπαθεί να ασκήσει υπερβολικό έλεγχο (Bernard, 2011).

Κατά τον Adams (2015), στα προτερήματα της ημι-δομημένης συνέντευξης συμπεριλαμβάνεται η δυνατότητα των ανοικτών ερωτήσεων με αποτέλεσμα να παρέχονται αναλυτικότερες πληροφορίες, ενώ παράλληλα ενθαρρύνεται η αμφίδρομη επικοινωνία.

Οι Barriball & While (1994), επισημαίνουν ότι η ημι-δομημένη συνέντευξη παρέχει ευκαιρίες για τη διερεύνηση ευαίσθητων θεμάτων. Επιπλέον, θεωρείται το καταλληλότερο μέσο για την εξερεύνηση στάσεων, αξιών, πεποιθήσεων και κινήτρων (Smith, 1992) προσφέροντας την κατάλληλη ευελιξία στους συνεντευξιαζόμενους (Wilson, 2013)

Στα προτερήματα της ημι-δομημένης συνέντευξης σημειώνεται επίσης η δυνατότητα αποσαφήνισης των πιο ενδιαφέροντων και σχετικών με το θέμα ζητημάτων που έθιξαν οι ερωτηθέντες (Hutchinson et al., 1992) ενώ επίσης ο συνεντευξιαστής έχει την ευκαιρία να προβεί σε συγκρίσεις μεταξύ των συνεντεύξεων (Wilson, 2013)

Τέλος, η ημι-δομημένη συνέντευξη παράγει ποιοτικά δεδομένα (Alvarez & Urla, 2002) και επιτρέπει πολυεπίπεδα συμπεράσματα καθώς μπορεί να παρακολουθήσει και τις μη λεκτικές απαντήσεις του προνομιακού συνομιλητή οι οποίες δύναται να αποκαλύψουν χρήσιμες κρυμμένες πληροφορίες (Ritchie et al., 2003).

Στα μειονεκτήματα της ημι-δομημένης συνέντευξης ο Adams (2015), επισημαίνει τον μεγάλο χρόνο που απαιτείται καθώς και το γεγονός ότι το πρόσωπο το οποίο θα διεξάγει την συνέντευξη πρέπει να είναι κατηρτισμένο. Επίσης, αυτός ο τύπος συνέντευξης λειτουργεί καλύτερα όταν ο αριθμός των συνεντευξιαζόμενων είναι μικρός (Drever, 1995). Τέλος, σύμφωνα με τον Wilson (2013), η ανάλυση των ποιοτικών δεδομένων αποτελεί χρονοβόρα διαδικασία

### **6.2.1 Οδηγός συνέντευξης και σύνταξη ημι-δομημένου ερωτηματολογίου**

Για την εξασφάλιση της ποιότητας και της συνέπειας της συνέντευξης, δημιουργήθηκε ο οδηγός συνέντευξης. Ο οδηγός εξασφαλίζει ένα δομημένο και οργανωμένο πλαίσιο για την κάλυψη των θεμάτων παρέχοντας επίσης την κατάλληλη ευελιξία στον ερευνητή επιτρέποντας την προσαρμοστικότητα και την εξερεύνηση πρόσθετων περιοχών με βάση τις απαντήσεις του ερωτώμενου (Ryan et al., 2009).

Κατά τους Kvale & Brinkmann (2009), ένας οδηγός αποτελεί ένα εργαλείο που συνδέει το ερευνητικό πρόβλημα και τα ερευνητικά ερωτήματα με τη σχετική βιβλιογραφία. Οι διερευνητικές, ανοικτές ερωτήσεις που σχεδιάζονται στα πλαίσια του οδηγού εξασφαλίζουν ότι οι σχετικές πληροφορίες συλλέγονται από όλους τους συμμετέχοντες. Επίσης, ο οδηγός διασφαλίζει ότι μια ολοκληρωμένη σειρά θεμάτων και ερωτήσεων συζητείται κατά τη διάρκεια της συνέντευξης χωρίς να παραβλέπονται σημαντικοί τομείς (Pedersen et al., 2016). Ακόμα, ο οδηγός βοηθά στη βελτιστοποίηση της χρήσης του χρόνου κατά τη διάρκεια της συνέντευξης.

Επιπροσθέτως, οι Polit & Hungler (1995), σημειώνουν ότι ο οδηγός πρέπει να αποτελείται από το περίγραμμα των κατηγοριών που σχετίζονται με την έρευνα ενώ η αλληλουχία των ερωτήσεων θα πρέπει να επιτρέπει στον ερωτώμενο να γνωρίζει για ποιους συγκεκριμένους τομείς ερωτάται. Τέλος, οι ερωτήσεις θα πρέπει να βοηθούν να αναδειχθούν οι προσωπικές εμπειρίες του ερωτώμενου για το εν λόγω θέμα (Bridges et al., 2008).

Για την σύνταξη του ημι-δομημένου ερωτηματολογίου οι καλές πρακτικές που εφαρμόζονται αφορούν: στην λογική και διαδοχική σειρά των ερωτήσεων ώστε να δίδεται χρόνος στους ερωτηθέντες να ασχοληθούν αποτελεσματικότερα με το θέμα (Mason, 2017), στον συνδυασμό ερωτήσεων ανοικτού τύπου και διερευνητικών ερωτήσεων ώστε να μπορούν οι συνεντευξιαζόμενοι να μοιραστούν τις σκέψεις και τις εμπειρίες τους (Wilson, 2013) και τέλος στην αλλαγή και προσαρμογή των ερωτήσεων ανάλογα με τον κάθε προνομιακό συνομιλητή (Silverman, 2013)

Ο οδηγός συνέντευξης που σχεδιάστηκε για τις συνεντεύξεις με τους προνομιακούς συνομιλητές παρουσιάζεται αναλυτικά στο παράρτημα, επισημαίνοντας ότι οι ερωτήσεις είναι ενδεικτικές. Ο οδηγός συνέντευξης και το ερωτηματολόγιο σχεδιάστηκαν με τρόπο ώστε να εξυπηρετείται το ολοκληρωμένο πλαίσιο των κινητηρίων δυνάμεων κατά Bürgi et al.,(2004) και Hersperger and Bürgi, (2007) το οποίο αποτελεί και το πλαίσιο που χρησιμοποιεί η παρούσα διδακτορική διατριβή. Επίσης, δημιουργήθηκαν ερωτήσεις που εστιάζουν στις αλλαγές των χρήσεων γης καθώς και στην τρωτότητα της αγροτικής γης έναντι των πιέσεων της αστικοποίησης.

## Βιβλιογραφία κεφαλαίου 6

Adams, W. C. (2015). Conducting semi-structured interviews. *Handbook of practical program evaluation*, 492-505.

Alvarez, R., & Urla, J. (2002). Tell me a good story: using narrative analysis to examine information requirements interviews during an ERP implementation. *ACM SIGMIS Database: the DATABASE for Advances in Information Systems*, 33(1), 38-52.

Barriball, K. L., & While, A. (1994). Collecting data using a semi-structured interview: a discussion paper. *Journal of Advanced Nursing-Institutional Subscription*, 19(2), 328-335.

Bernard, H. R. (2017). *Research methods in anthropology: Qualitative and quantitative approaches*. Rowman & Littlefield. Crossref

Berry, J. M. (2002). Validity and reliability issues in elite interviewing. *PS: Political Science & Politics*, 35(4), 679-682.

Bridges, J., Gray, W., Box, G., & Machin, S. (2008). Discovery interviews: a mechanism for user involvement. *International journal of older people nursing*, 3(3), 206-210.

Bürgi, M., Hersperger, A.M. & Schneeberger, N., (2004). Driving forces of landscape change – current and new directions. *Landscape ecology* 19, pp. 857-868.

Drever, E. (1995). *Using Semi-Structured Interviews in Small-Scale Research. A Teacher's Guide*. Crossref

Duke K. (2002). Getting beyond the ‘official line’: reflections on dilemmas of access, knowledge and power in researching policy networks. *Journal of Social Policy*, 31(1), 39–59

Harvey, W. S. (2011). Strategies for conducting elite interviews. *Qualitative research*, 11(4), 431-441.

Hersperger, A. M., & Bürgi, M. (2007). Driving forces of landscape change in the urbanizing Limmat valley, Switzerland. In *Modelling land-use change* (pp. 45-60). Springer, Dordrecht.

Hutchinson, S. A., Wilson, M. E., & Wilson, H. S. (1994). Benefits of participating in research interviews. *Image: The Journal of Nursing Scholarship*, 26(2), 161-166.

Kvale, S., & Brinkmann, S. (2009). *Interviews: Learning the craft of qualitative research interviewing*. sage.

Lilleker, D. G. (2003). Interviewing the political elite: Navigating a potential minefield. *Politics*, 23(3), 207-214.

Mason, J. (2017). Qualitative researching. *Qualitative researching*, 1-288.

McDowell, L. (1998). Elites in the City of London: some methodological considerations. *Environment and planning A*, 30(12), 2133-2146.

Morris, Z. S. (2009). The truth about interviewing elites. *Politics*, 29(3), 209-217.

Pedersen, B., Delmar, C., Falkmer, U., & Grønkjær, M. (2016). Bridging the gap between interviewer and interviewee: Developing an interview guide for individual interviews by means of a focus group. *Scandinavian Journal of Caring Sciences*, 30(3), 631-638.

Polit, D. F., & Beck, C. T. (2004). *Nursing research: Principles and methods*. Lippincott Williams & Wilkins. Crossref

Richards, D. (1996). Elite interviewing: Approaches and pitfalls. *Politics*, 16(3), 199-204.

Ritchie, J., Lewis, J., Nicholls, C. M., & Ormston, R. (Eds.). (2013). *Qualitative research practice: A guide for social science students and researchers*. sage.

Robson, M. J. (2009). Interviewing the Australian Business Elite: 'Let's get down to business'. In *Bridging the Gap between Ideas and Doing Research: Proceedings of the 3rd Annual Postgraduate Research Conference*. University of New England.

Ryan, F., Coughlan, M., & Cronin, P. (2009). Interviewing in qualitative research: The one-to-one interview. *International journal of therapy and rehabilitation*, 16(6), 309-314.

Silverman, D. (2021). Doing qualitative research. *Doing qualitative research*, 1-100.

Smith, L. (1992). Ethical issues in interviewing. *Journal of advanced nursing*, 17(1), 98-103.

Solarino, A. M., & Aguinis, H. (2021). Challenges and best-practice recommendations for designing and conducting interviews with elite informants. *Journal of Management Studies*, 58(3), 649-672.

Welch, C., Marschan-Piekkari, R., Penttinen, H., & Tahvanainen, M. (2002). Corporate elites as informants in qualitative international business research. *International business review*, 11(5), 611-628.

Wilson, C. (2013). *Interview techniques for UX practitioners: A user-centered design method*. Newnes.

## Κεφάλαιο 7

### Χωρική Στατιστική- Ανάλυση παλινδρόμησης

#### 7.1 Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια, η χωρική στατιστική αποτελεί κομβικό σημείο μεταξύ της στατιστικής, της γεωγραφίας και της επιστήμης των δεδομένων προσφέροντας νέα οπτική στην ανάλυση των χωρικών πληροφοριών. Η ενσωμάτωση της χωρικής στατιστικής στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών επαύξησε την αποτελεσματικότητά της: τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών επιτρέπουν την οπτικοποίηση, ερμηνεία και διαχείριση γεωχωρικών δεδομένων παρέχοντας ένα ισχυρό περιβάλλον χρήσης ενώ η χωρική στατιστική προσφέρει αναλυτικά εργαλεία για την αποκάλυψη προτύπων, σχέσεων και τάσεων στα γεωχωρικά δεδομένα. Ο συνδυασμός τους εντός ενός Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών επιτρέπει την διεξαγωγή προηγμένων αναλύσεων με στόχο την κατανόηση της δυναμικής πολύπλοκων γεωχωρικών συνόλων (Wong et al., 2009)

Οι Getis et al., (2004), ορίζουν την χωρική στατιστική ως μετρήσεις οι οποίες βασίζονται σε στατιστικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται για να χαρακτηρίσουν την κατανομή των γεγονότων στο χώρο, εστιάζοντας στη φύση των χωρικών δεδομένων. Ο Unwin (2009), θεωρεί ότι ο όρος χωρική στατιστική αναφέρεται στην εφαρμογή στατιστικών εννοιών και μεθόδων σε δεδομένα που έχουν χωρική θέση συνδεδεμένη με αυτά και στα οποία αυτό το στοιχείο τοποθεσίας χρησιμοποιείται ως σημαντικό και απαραίτητο μέρος της ανάλυσης.

Τα εργαλεία που προσφέρει η χωρική στατιστική βοηθούν αποτελεσματικά στην ανάλυση της αστικής διάχυσης αποκαλύπτοντας τις ποσοτικές πτυχές και τις δυναμικές τάσεις των παραγόντων που εμπλέκονται στην αστική διάχυση, όπως ο πληθυσμός, η κτισμένη επιφάνεια, το οδικό δίκτυο και οι χρήσεις γης. Αρκετοί μελετητές έχουν χρησιμοποιήσει το συνδυασμό Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών και Χωρικής Στατιστικής: Stein et al., (1998), Li & Yeh (2004), Kloog et al., (2009), Adhikari et al., (2017).

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται στην παρούσα έρευνα περιλαμβάνουν γεωστατιστικούς δείκτες χωρικής κατανομής (χωρικός μέσος, έλλειψη τυπικής απόκλισης) και ανάλυση σημειακών προτύπων (εκτίμηση πυκνότητας πυρήνα, ανάλυση του μέσου πλησιέστερου γείτονα και συνάρτηση K)

Τα μοντέλα παλινδρόμησης αποτελούν άκρως σημαντικά εργαλεία της στατιστικής ανάλυσης παρέχοντας τη δυνατότητα εξέτασης της σχέσης μεταξύ μιας εξαρτημένης μεταβλητής και μιας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών. Τα μοντέλα παλινδρόμησης μπορούν να ποσοτικοποιήσουν την μορφή των σχέσεων βοηθώντας στην κατανόηση του τρόπου με τον οποίο αλληλεπιδρούν οι μεταβλητές μεταξύ τους.

Στόχος είναι η προσαρμογή ενός μοντέλου σε δεδομένα παρατήρησης ώστε να χρησιμοποιηθεί για ανάλυση και πρόβλεψη.

Στην μελέτη της αστικής διάχυσης, τα μοντέλα παλινδρόμησης έχουν χρησιμοποιηθεί εκτενώς καθώς δύναται να ποσοτικοποιήσουν τη σχέση μεταξύ διάχυσης και κινητηρίων δυνάμεων. Η δυναμική βρίσκεται στην ικανότητα του μοντέλου να χειρίζεται πολλαπλές μεταβλητές παρέχοντας μια σύνθετη εικόνα. Στον πυρήνα της ανάλυσης, η πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση διευκολύνει την εξερεύνηση των σχέσεων μεταξύ μιας εξαρτημένης μεταβλητής, της αστικής διάχυσης, με πολλαπλές ανεξάρτητες μεταβλητές πρόβλεψης οι οποίες αντιπροσωπεύουν τις πιθανές κινητήριες δυνάμεις πίσω από αυτό το φαινόμενο. Αυτές οι δυνάμεις μπορούν να περιλαμβάνουν ένα ευρύ φάσμα παραγόντων, συμπεριλαμβανομένων των χρήσεων/κάλυψη γης, της πληθυσμιακής πυκνότητας, των μεταφορών κ.α. Στην συνέχεια, το μοντέλο υπολογίζει την ποσοτική αξιολόγηση της συμβολής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην αστική διάχυση. Η διαδικασία αυτή όχι μόνο εντοπίζει τις σημαντικές κινητήριες δυνάμεις, αλλά παρέχει επίσης πληροφορίες για τη δυναμική της αστικής διάχυσης. Η χρησιμότητα της ανάλυσης παλινδρόμησης στις μελέτες αστικής διάχυσης επιτρέπει επίσης την πρόβλεψη και την προσομοίωση (Hu & Lo, 2007)

Στην παρούσα έρευνα εξετάζονται το μοντέλο της Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης (MLR) και το μοντέλο Χωρικής Υστέρησης ή Χωρικά Αυτοπαλίνδρομο μοντέλο (SAR).

## 7.2 Γεωστατιστικοί Δείκτες Χωρικής Κατανομής

Οι γεωστατιστικοί δείκτες που υπολογίζονται εμπίπτουν στην κατηγορία των χωρικών περιγραφικών στατιστικών και αφορούν τον δείκτη κεντρικότητας (χωρικός μέσος) και την έλλειψη τυπικής απόκλισης (διακατευθυντική κατανομή).

Οι δείκτες αυτοί παρέχουν μια άμεση εικόνα για την χωρική κατανομή των δεδομένων καθώς χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση των αλλαγών των χωρικών μοτίβων, την χωρική τους διασπορά και τις κατευθυντικές τους τάσεις.

### 7.2.1 Χωρικός Μέσος (mean center)

Ο χωρικός μέσος είναι ένα στατιστικό μέτρο ανάλογο με τον αριθμητικό μέσο, ο οποίος αντιπροσωπεύει τη μέση γεωγραφική θέση ενός συνόλου σημείων ή άλλων χωρικών χαρακτηριστικών. Παρέχει την κεντρική τάση για τη χωρική κατανομή των δεδομένων, υποδεικνύοντας το σημείο γύρω από το οποίο συγκεντρώνονται τα χαρακτηριστικά (Chou, 1997)

Ο χωρικός μέσος υπολογίζεται από τις παρακάτω εξισώσεις:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad \text{και}$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \quad \text{όπου } i = \text{σημείο στο χώρο και } n \text{ ο αριθμός των παρατηρήσεων}$$

Ο χωρικός μέσος έχει έννοια μόνον όταν παρουσιάζεται γραφικά στο χάρτη. Το μέτρο βοηθά στην κατανόηση του συνολικού χωρικού μοτίβου ή της διαχρονικής μεταβολής ενός συνόλου δεδομένων.

Στο παρακάτω παράδειγμα γίνεται εφαρμογή του χωρικού μέσου θεωρώντας τέσσερα σημεία με τις εξής συντεταγμένες (X,Ψ)

A= (1,2)

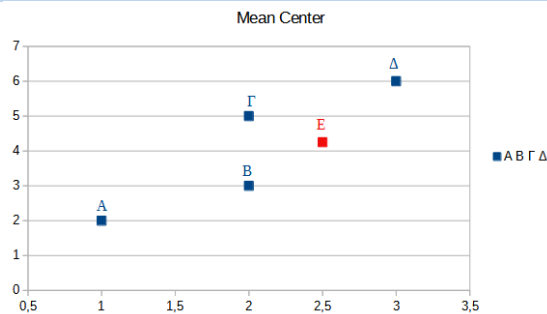
B= (2,3)

Γ= (2,5)

Δ= (3,6)

Σύμφωνα με τις εξισώσεις, ο χωρικός μέσος Ε έχει συντεταγμένες (2.5, 4.25)

**Εικόνα 7.1: Χωρικός Μέσος**



Πηγή: *Ιδία επεξεργασία*

### 7.2.2 Έλλειψη τυπικής απόκλισης (standard deviational ellipse)

Η έλλειψη τυπικής απόκλισης είναι ένα μέτρο υπολογισμού της διασποράς γύρω από τον χωρικό μέσο. Οι ελλείψεις, που προέρχονται από πίνακες χωρικής συνδιακύμανσης, αποτυπώνουν τη χωρική μεταβλητότητα και τον προσανατολισμό του συνόλου των δεδομένων (Chou, 1997). Οι ελλείψεις προσφέρουν μια οπτική αναπαράσταση της διασποράς των χαρακτηριστικών, βοηθώντας στον εντοπισμό των κατευθυντικών τάσεων στην κατανομή των δεδομένων.

Ένας κοινός τρόπος μέτρησης της τάσης για ένα σύνολο σημείων ή περιοχών είναι ο υπολογισμός της τυπικής απόστασης χωριστά στις κατευθύνσεις x, y. Αυτά τα μέτρα ορίζουν τους άξονες μιας έλλειψης (ή ελλειψοειδούς) που περιλαμβάνει την κατανομή των χαρακτηριστικών. Η έλλειψη αναφέρεται ως έλλειψη τυπικής απόκλισης καθώς η μέθοδος υπολογίζει την τυπική απόκλιση των συντεταγμένων x και y από το μέσο κέντρο για να ορίσει τους άξονες της έλλειψης (Mitchell, 2005)

Η έλλειψη τυπικής απόκλισης υπολογίζεται από τις παρακάτω εξισώσεις:

$$c = \begin{pmatrix} var(x) & cov(x, y) \\ cov(y, x) & var(y) \end{pmatrix} = \frac{1}{n} \begin{pmatrix} \sum_{i=1}^n \tilde{x}_i^2 & \sum_{i=1}^n \tilde{x}_i \tilde{y}_i \\ \sum_{i=1}^n \tilde{x}_i \tilde{y}_i & \sum_{i=1}^n \tilde{y}_i^2 \end{pmatrix} \text{ όπου:}$$

$$var(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \tilde{x}_i^2$$

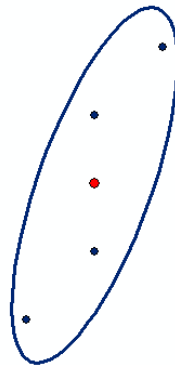
$$cov(x, y) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \tilde{x}_i \tilde{y}_i$$

$$var(y) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \tilde{y}_i^2$$

Ο κύριος άξονας της έλλειψης καθορίζει την κατεύθυνση της μέγιστης διασποράς ενώ ο δευτερεύων άξονας είναι κάθετος στον κύριο άξονα και αντιστοιχεί στην ελάχιστη διασπορά της κατανομής. Η μελέτη της διαχρονικής μεταβολής της έλλειψης τυπικής απόκλισης δίνει πολύτιμες πληροφορίες για τον βαθμό διασποράς και προσανατολισμού των δεδομένων.

Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα του παραδείγματος 7.2.1 και εφαρμόζοντας τις εξισώσεις, η έλλειψη τυπικής απόκλισης απεικονίζεται στο διάγραμμα 7.2. Ο χωρικός μέσος αποδίδεται και εδώ με κόκκινο χρώμα.

**Εικόνα 7.2: Έλλειψη Τυπικής Απόκλισης**



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

### 7.3 Ανάλυση σημειακών προτύπων

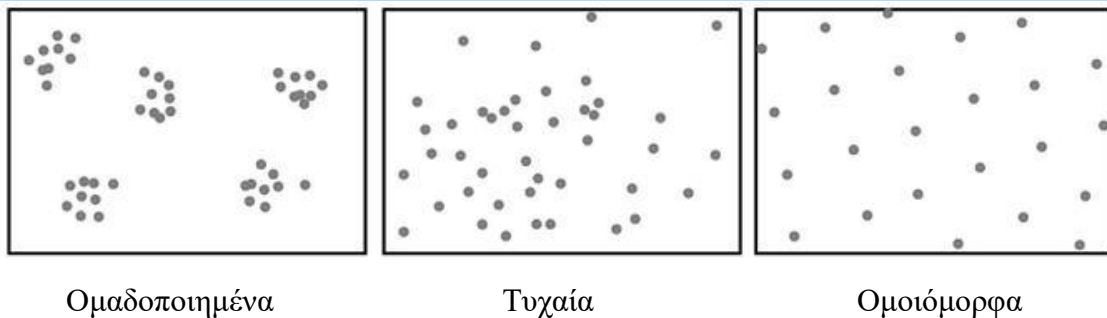
Η ανάλυση σημειακών προτύπων - point pattern analysis (Κυριακίδης, 2016) είναι ένα σύνολο τεχνικών που χρησιμοποιούνται στη χωρική στατιστική για την ανάλυση των προτύπων που σχηματίζονται από σημεία σε ένα χώρο. Αυτά τα σημεία αντιπροσωπεύουν συνήθως γεγονότα, τοποθεσίες ή χαρακτηριστικά στο γεωγραφικό χώρο. Η ανάλυση στοχεύει να προσδιορίσει εάν το παρατηρούμενο πρότυπο σημείων αποκλίνει από ένα άλλο πρότυπο που θα αναμενόταν κάτω από μια τυχαία κατανομή (Boots & Getis, 2020).



Οι απαρχές των τεχνικών που χρησιμοποιούνται σήμερα στη στατιστική ανάλυση των σημειακών προτύπων προέκυψαν από την οικολογία φυτών στο τέλος της δεκαετίας του '50 και αρχές της δεκαετίας του '60 (Gatrell et al., 1996) ενώ στα μέσα της δεκαετίας του '60 οι τεχνικές εφαρμόζονται σε αστικά περιβάλλοντα, όπως για παράδειγμα η κατανομή οικισμών (Dacey, 1962).

Στην ανάλυση σημειακών προτύπων η κατανομή των σημείων μπορεί να κατηγοριοποιηθεί σε τρεις κύριους τύπους: ομαδοποιημένα, όπου τα σημεία ομαδοποιούνται υποδεικνύοντας περιοχές υψηλής συγκέντρωσης, τυχαία, όπου τα σημεία κατανέμονται χωρίς κανένα ευδιάκριτο πρότυπο και κανονικά ή ομοιόμορφα, όπου τα σημεία είναι ομοιόμορφα κατανεμημένα διατηρώντας σταθερές αποστάσεις. Αυτή η συστηματική απόσταση συχνά υποδηλώνει ένα φυσικό ή τεχνητό μηχανισμό που αποθαρύνει τα σημεία από το να τοποθετούνται πολύ κοντά μεταξύ τους (Boots & Getis, 2020, Ποϊραζίδης, 2023)

**Εικόνα 7.3: Κύριοι τύποι κατανομής σημειακών προτύπων**



Πηγή: Krebs (1989)

Υπάρχουν δύο κύριες μέθοδοι για την ανάλυση των σημειακών προτύπων (Gatrell et al., 1996):

**Ανάλυση με βάση την πυκνότητα** (Density-based methods): Οι μέθοδοι αυτές χρησιμοποιούν την ένταση ή την πυκνότητα των σημείων σε όλη την περιοχή μελέτης εντοπίζοντας τις περιοχές που τα σημεία είναι συγκεντρωμένα ή αραιά. Οι αναλύσεις αυτές περιγράφουν επιδράσεις πρώτης τάξης και περιλαμβάνουν μεθόδους όπως η Εκτίμηση Πυκνότητας Πυρήνα (Kernel density estimation) η οποία δημιουργεί μια οπτική αναπαράσταση των πυκνοτήτων των σημείων για την επισήμανση των περιοχών ενδιαφέροντος.

**Ανάλυση με βάση την Απόσταση** (Distance-based methods): Οι μέθοδοι αυτές εμβαθύνουν στις σχέσεις και στις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των σημείων χρησιμοποιώντας τις αποστάσεις ανάμεσά τους. Εξερευνούν την τοποθέτηση των σημείων και την μεταξύ τους σχέση προσδιορίζοντας εάν υπάρχει μια τάση προς ομαδοποίηση ή διασπορά. Οι αναλύσεις αυτές περιγράφουν επιδράσεις δεύτερης τάξης και περιλαμβάνουν μεθόδους όπως η ανάλυση μέσου πλησιέστερου γείτονα, η οποία αναλύει το μοτίβο της κατανομής των σημείων εντός ενός καθορισμένου γεωγραφικού

χώρου και η συνάρτηση  $K$  του Ripley η οποία αξιολογεί την χωρική ομαδοποίηση σε διάφορες αποστάσεις. Η συνάρτηση  $L$ , ένας μετασχηματισμός της συνάρτησης  $K$  του Ripley, βοηθά περαιτέρω την ανάλυση απλοποιώντας την ερμηνεία.

Μία από τις βασικές προκλήσεις στην ανάλυση σημειακών προτύπων είναι η αντιμετώπιση των επιδράσεων των ακμών (edge effects), που εμφανίζονται λόγω των ορίων της περιοχής μελέτης. Αυτές οι επιδράσεις μπορούν να επηρεάσουν τα αποτελέσματα, ειδικά σε μεθόδους που βασίζονται σε μετρήσεις απόστασης. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος χρησιμοποιούνται τεχνικές όπως η διόρθωση ακμών (Haase, 1995).

Η ενσωμάτωση της ανάλυσης σημειακών προτύπων με άλλες χωρικές και στατιστικές μεθόδους παρέχει συχνά μια πιο ολοκληρωμένη κατανόηση των χωρικών φαινομένων, βοηθώντας στον εντοπισμό των χωρικών τάσεων και στην αξιολόγηση των προτύπων. Η χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη τόσο στην ανάλυση όσο και στην οπτικοποίηση των μοτίβων των σημείων επιτρέποντας λεπτομερείς ερμηνείες των δεδομένων (Rogerson & Fotheringham, 1994, Unwin, 1996)

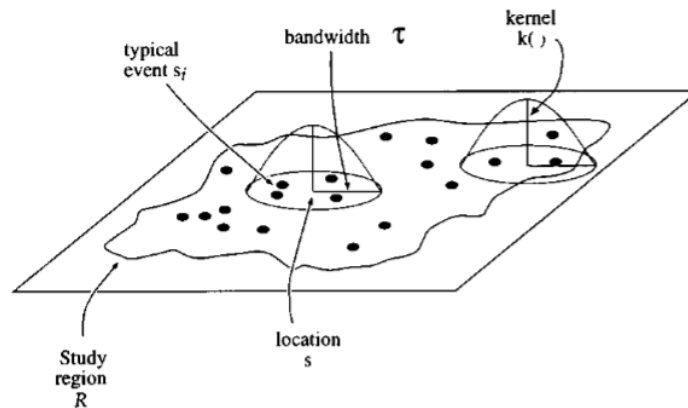
### 7.3.1 Ανάλυση Εκτίμησης Πυκνότητας Πυρήνα (kernel density estimation)

Η ανάλυση εκτίμησης πυκνότητας πυρήνα ή πιο απλά ανάλυση πυκνότητας πυρήνα είναι εργαλείο χωρικής στατιστικής που χρησιμοποιείται εκτενώς στη χωρική ανάλυση για την εκτίμηση της συνάρτησης πυκνότητας μιας τυχαίας μεταβλητής, ιδιαίτερα στο πλαίσιο των γεωγραφικών δεδομένων. Αυτή η παραμετρική μέθοδος είναι καθοριστικής σημασίας για τη μετατροπή διακριτών σημειακών δεδομένων σε μια συνεχή επιφάνεια, προσφέροντας οπτική και ποσοτική κατανόηση της χωρικής κατανομής γεγονότων ή χαρακτηριστικών.

Η μέθοδος λειτουργεί τοποθετώντας μια ομαλή, συνεχή συνάρτηση ή «πυρήνα», πάνω από κάθε σημείο δεδομένων. Ο όρος “Kernel” στη χωρική στατιστική αναφέρεται κυρίως σε μια διεργασία «παραθύρου» κεντραρισμένη πάνω σε μια περιοχή που συστηματικά κινείται σε κάθε τοποθεσία, υπολογίζοντας την αντίστοιχη συνάρτηση (Bailey & Gatrell, 1995). Πιο αναλυτικά, σε κάθε θέση ή «παραθύρο» η συνάρτηση πυρήνα είναι κεντραρισμένη και περιλαμβάνει ένα υποσύνολο χωρικών σημείων εντός του ενεργού εύρους που καθορίζεται από την παράμετρο εύρους ζώνης. Αυτή η παράμετρος υπαγορεύει τη χωρική έκταση της επιρροής του πυρήνα. Τα σημεία που βρίσκονται σε αυτό το εύρος ζώνης συμβάλλουν στην εκτίμηση της πυκνότητας με τη συνεισφορά τους να σταθμίζεται από την εγγύτητά τους στο κέντρο του πυρήνα. Ο μηχανισμός στάθμισης ακολουθεί τη λειτουργική μορφή του πυρήνα, όπου τα σημεία σε πιο κοντινή απόσταση ασκούν μεγαλύτερη επίδραση στην εκτίμηση της πυκνότητας από εκείνα που βρίσκονται πιο μακριά. Αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται καθώς το «παραθύρο» κινείται σε ολόκληρη την περιοχή μελέτης, δημιουργώντας μια λεία, συνεχή επιφάνεια που αντιπροσωπεύει την εκτιμώμενη πυκνότητα ή ένταση των σημείων. Το μέγεθος του παραθύρου, που συχνά αναφέρεται ως εύρος ζώνης, είναι κρίσιμο. Ένα μεγαλύτερο εύρος ζώνης αποδίδει μια πιο ομαλή, πιο γενικευμένη

επιφάνεια, καταγράφοντας ευρύτερες τάσεις, ενώ ένα μικρότερο εύρος ζώνης παρέχει λεπτότερες, πιο εντοπισμένες λεπτομέρειες (Gatrell et al., 1996). Ο τρόπος λειτουργίας της εκτίμησης πυκνότητας πυρήνα παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα:

**Εικόνα 7.4: Εκτίμηση Πυκνότητας Πυρήνα σημειακού προτύπου**



Πηγή: Bailey & Gatrell, 1995

Υπάρχουν διάφοροι τύποι πυρήνα που περιλαμβάνουν Gaussian (normal), uniform (rectangular), triangular, quadratic κ.α. Η διατριβή χρησιμοποιεί τον τεταρτοβάθμιο πυρήνα (quartic kernel) (Silverman, 1986), ο οποίος χρησιμοποιείται επίσης από το ArcGIS Pro (ESRI, 2022). Συνεπώς η συνάρτηση εκτίμησης πυκνότητας πυρήνα που χρησιμοποιείται υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$Density = \frac{1}{(radius)^2} \sum_{i=1}^n \left[ \frac{3}{\pi} \cdot \rho \rho_i \left( 1 - \left( \frac{dist_i}{radius} \right)^2 \right)^2 \right] \text{ για } dist_i < radius \text{ όπου:}$$

$i = 1, \dots, n$ : τα σημεία τα οποία συμπεριλαμβάνονται στη συνάρτηση και βρίσκονται εντός της ακτίνας του εύρους ζώνης για τη θέση (x,y)

$\rho \rho_i$ : το πεδίο για τον πληθυσμό του σημείου i, Προαιρετική τιμή.

$dist_i$ : η απόσταση μεταξύ του σημείου i και της θέσης (x,y)

### 7.3.2 Ανάλυση Μέσου Πλησιέστερου Γείτονα (Average Nearest Neighbor Analysis)

Η ανάλυση του μέσου πλησιέστερου γείτονα (ANN) είναι ένα εργαλείο χωρικής στατιστικής που χρησιμοποιείται για την ανάλυση του προτύπου κατανομής των σημειακών χαρακτηριστικών εντός ενός καθορισμένου γεωγραφικού χώρου. Παρέχει πληροφορίες σχετικά με το εάν η διάταξη των σημείων είναι πιο ομαδοποιημένη, διεσπαρμένη ή τυχαία από ό,τι θα αναμενόταν σε μια θεωρητική τυχαία κατανομή (Getis, 1999).

Η αρχική πρόταση της μεθόδου προτάθηκε από τους οικολόγους Clark & Evans (1954) καθώς θεωρήθηκε κατάλληλη για μεγάλο αριθμό σημείων που κατανεμήθηκαν τυχαία στο χώρο. Οι Pinder & Witherick (1975) και ο Ebdon (1976) βελτίωσαν τη μαθηματική μοντελοποίηση ώστε η ανάλυση να είναι εφαρμόσιμη σε κάθε μορφή σημείων στο χώρο.

Η ανάλυση υπολογίζει τη μέση απόσταση από κάθε σημείο στον πλησιέστερο γείτονά του η οποία στη συνέχεια συγκρίνεται με αυτό που θα αναμενόταν σε μια τυχαία κατανομή. Η τιμή του μέσου πλησιέστερου γείτονα δίδεται από τον τύπο:

$$ANN = \frac{\bar{D}O}{\bar{D}E} \text{ όπου:}$$

$\bar{D}O$  είναι η μέση παρατηρούμενη απόσταση του κάθε χαρακτηριστικού σημείου με τα γειτονικά του και υπολογίζεται από τον τύπο:

$$\bar{D}O = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n}$$

Ο παρανομαστής  $\bar{D}E$  είναι η αναμενόμενη απόσταση του κάθε χαρακτηριστικού σημείου με τα γειτονικά του και υπολογίζεται από τον τύπο:

$$\bar{D}E = \frac{0.5}{\sqrt{n/A}} \text{ όπου:}$$

$d_i$  ισούται με την απόσταση μεταξύ ενός χαρακτηριστικού  $i$  και του πλησιέστερου γειτονικού του,

$n$ = ο συνολικός αριθμός των δεδομένων και

$A$ = το ελάχιστο εμβαδό που περικλείει όλα τα δεδομένα.

Ο λόγος της παρατηρούμενης μέσης απόστασης προς την αναμενόμενη μέση απόσταση

$$ANN = \frac{\bar{D}O}{\bar{D}E}$$

αποτελεί βασική μέτρηση στην ανάλυση του μέσου πλησιέστερου γείτονα. Τιμή μικρότερη από 1 υποδηλώνει ομαδοποίηση, μεγαλύτερη από 1 δείχνει διασπορά και ίση με 1 υποδηλώνει τυχαία κατανομή. Για να προσδιοριστεί εάν το παρατηρούμενο πρότυπο είναι στατιστικά σημαντικό, η ανάλυση ANN συχνά περιλαμβάνει το z-score και την p-value.

Το z-score είναι η κρίσιμη τιμή που χρησιμοποιείται για να υπολογιστεί το p-value με βάση την κανονική κατανομή. Αντανακλά τον αριθμό των τυπικών αποκλίσεων στην οποία μια τιμή βρίσκεται από τη μέση τιμή της.

$$z = \frac{\bar{D}O - \bar{D}E}{SE} \text{ και}$$

$$SE = \frac{0.26136}{\sqrt{n^2/A}} \text{ όπου το SE είναι το τυπικό σφάλμα της μέσης απόστασης}$$

Η p-value είναι η πιθανότητα το παρατηρούμενο χωρικό πρότυπο να έχει προκύψει από μια τυχαία κατανομή. Όταν η p-value είναι πολύ μικρή (συνήθως μικρότερη από 0,05), η πιθανότητα το παρατηρούμενο πρότυπο να έχει δημιουργηθεί με τυχαιότητα είναι ελάχιστη και έτσι μπορούμε να απορρίψουμε τη μηδενική υπόθεση,

### 7.3.3 Συνάρτηση K (Ripley's K function)

Η συνάρτηση K του Ripley (Ripley's K function) είναι ένα εργαλείο χωρικής στατιστικής για την ανάλυση προτύπων χωρικών σημείων, ιδιαίτερα για την αξιολόγηση της ομαδοποίησης ή της διασποράς σε διάφορες αποστάσεις (κλίμακες ανάλυσης). Αναπτύχθηκε από τον B.D. Ripley στη δεκαετία του 1970 και αποτελεί θεμελιώδη μέθοδο στην ανάλυση χωρικών δεδομένων (Bailey & Gatrell, 1995). Ουσιαστικά η συνάρτηση μετρά πως ο αριθμός των γειτονικών σημείων γύρω από κάθε σημείο ποικίλλει ανάλογα με την απόσταση.

Έχουν προταθεί διάφορες παραλλαγές της αρχικής συνάρτησης K του Ripley. Στην διατριβή χρησιμοποιείται ένας κοινός μετασχηματισμός της συνάρτησης K, η συνάρτηση L(d) η οποία χρησιμοποιείται από τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και δίδεται από τον τύπο (ESRI, 2023):

$$L(d) = \sqrt{\frac{A \sum_{i=1}^n \sum_{j=1, j \neq i}^n k_{i,j}}{\pi n(n-1)}} \quad \text{όπου:}$$

L(d) = η τιμή της συνάρτησης σε απόσταση d

n = το πλήθος των σημείων

A = το συνολικό εμβαδόν της περιοχής μελέτης

$k_{i,j}$  = βάρη. Αν δεν χρησιμοποιηθούν βάρη η παράμετρος αυτή ισούται με τη μονάδα.

Συνεπώς, υπολογίζεται και αξιολογείται η συνάρτηση K ως L(d) σε διαφορετικές αποστάσεις (d). Ένα από τα σημαντικά πλεονεκτήματα της L(d) είναι ότι δεν είναι ευαίσθητη στην επίδραση των ορίων (edge effects).

Όταν η τιμή L(d) είναι μεγαλύτερη από την απόσταση (d) για την οποία υπολογίζεται, τότε η κατανομή είναι πιο ομαδοποιημένη από μια τυχαία κατανομή σε αυτήν την απόσταση (κλίμακα ανάλυσης) ενώ όταν η τιμή L(d) είναι μικρότερη από την απόσταση (d) για την οποία υπολογίζεται, τότε η κατανομή είναι περισσότερο διασκορπισμένη από μια τυχαία κατανομή σε αυτή την απόσταση. Επίσης, η συνάρτηση υπολογίζει τα όρια του φακέλου εμπιστοσύνης υπολογίζοντας την ελάχιστη Min L(d) και την μέγιστη Max L(d) τιμή. Όταν η τιμή L(d) είναι μεγαλύτερη από την ανώτερη τιμή του φακέλου εμπιστοσύνης Max L(d) τότε η χωρική ομαδοποίηση για αυτήν την απόσταση είναι στατιστικά σημαντική. Όταν η παρατηρούμενη τιμή L(d) είναι μικρότερη από την τιμή του χαμηλότερου φακέλου εμπιστοσύνης Min L(d) τότε η χωρική διασπορά για αυτήν την απόσταση είναι στατιστικά σημαντική. Το εύρος μεταξύ Min L(d) και Max L(d) υποδεικνύει τον βαθμό χωρικής μεταβλητότητας στο

πρότυπο σημείου. Ένα ευρύ φάσμα υποδηλώνει μια πιο έντονη χωρική δομή (είτε ομαδοποίηση είτε διασπορά), ενώ ένα στενό εύρος μπορεί να υποδηλώνει μια περισσότερο ομοιόμορφη ή τυχαία κατανομή (Mitchell, 2005).

## 7.4 Ανάλυση παλινδρόμησης

Η ανάλυση παλινδρόμησης (regression analysis) είναι μια στατιστική μέθοδος που στόχο έχει την εκτίμηση και αξιολόγηση της σχέσης μεταξύ μεταβλητών σε ένα σύνολο δεδομένων. Πρωταρχικός στόχος είναι η μοντελοποίηση της αναμενόμενης τιμής μιας εξαρτημένης μεταβλητής με βάση μία ή περισσότερες ανεξάρτητες μεταβλητές. Η σχέση μεταξύ της εξαρτημένης μεταβλητής και των ανεξάρτητων μεταβλητών αποτυπώνεται με τη μορφή εξίσωσης μεταξύ των μεταβλητών αυτών, που καλείται εξίσωση παλινδρόμησης ή μοντέλο παλινδρόμησης (Draper & Smith, 1998)

Τα μοντέλα παλινδρόμησης είναι ιδιαίτερα χρήσιμα στη μελέτη της αστικής διάχυσης καθώς μπορούν να ποσοτικοποιήσουν τη σχέση μεταξύ διάχυσης και κινητηρίων δυνάμεων διευκολύνοντας τόσο την ανάλυση όσο και την πρόγνωση. Τα μοντέλα ποικίλλουν ως προς την πολυπλοκότητα και τη δομή και έχουν τη δυνατότητα να προσαρμόζονται σε διαφορετικές πτυχές της έρευνας (Surya et al., 2021).

Τα μοντέλα γραμμικής παλινδρόμησης δημιουργούν μια γραμμική σχέση μεταξύ της εξαρτημένης και των ανεξάρτητων μεταβλητών, τα μοντέλα λογιστικής παλινδρόμησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν όταν το αποτέλεσμα του ενδιαφέροντος είναι κατηγορικό ενώ τα μοντέλα χωρικής παλινδρόμησης στα οποία συμπεριλαμβάνεται και το μοντέλο της Χωρικής Υστέρησης ή Χωρικά Αυτοπαλίνδρομο μοντέλο (SAR) εισαγάγουν τη χωρική διάσταση εξετάζοντας όχι μόνο τις άμεσες επιδράσεις των ανεξάρτητων μεταβλητών αλλά και τις έμμεσες επιδράσεις της εξαρτημένης μεταβλητής (Overmars et al., 2003)

### 7.4.1 Μοντέλο πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης

Το μοντέλο της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης έχει ιδιαίτερα πλεονεκτήματα λόγω της ικανότητάς του να χειρίζεται πολλαπλούς προγνωστικούς παράγοντες ταυτόχρονα, προσφέροντας μια ολοκληρωμένη ανάλυση που εξηγεί την αλληλεπίδραση μεταξύ μεταβλητών. Επιπροσθέτως, η ευελιξία του μοντέλου να δοκιμάζει διαφορετικές υποθέσεις αναφορικά με τις ανεξάρτητες μεταβλητές, το καθιστά ισχυρό στις αναλύσεις διερεύνησης.

Η γενική μορφή του μοντέλου είναι:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + \varepsilon_i$$

Όπου:

$Y_i$  η εξαρτημένη μεταβλητή που προβλέπεται για την  $i$  παρατήρηση

$X_1, X_2, \dots, X_k$  ανεξάρτητες μεταβλητές

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$  συντελεστές του μοντέλου

$\varepsilon_i$  το σφάλμα της παλινδρόμησης για την  $i$  παρατήρηση για το οποίο ισχύει  $N(0, \sigma^2)$ . όπου  $\sigma^2$  η διακύμανση των όρων του σφάλματος

Τα υπόλοιπα (residuals) του μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης εκφράζουν τη διαφορά μεταξύ των πραγματικών παρατηρήσεων της εξαρτημένης μεταβλητής και των αντίστοιχων προβλεπόμενων τιμών που προκύπτουν από το μοντέλο. Συγκεκριμένα, τα υπόλοιπα είναι τα σφάλματα πρόβλεψης για κάθε παρατήρηση, δηλαδή πόσο μακριά είναι οι πραγματικές τιμές από τις τιμές που προβλέπει το μοντέλο και εκφράζονται από τον τύπο:

$$\varepsilon_i = Y_i - \hat{Y} \text{ όπου:}$$

$Y_i$  είναι η πραγματική τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής για την παρατήρηση  $i$ .  
 $\hat{Y}$  είναι η προβλεπόμενη τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής για την παρατήρηση  $i$ , η οποία προκύπτει από το μοντέλο:

$$\hat{Y} = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_k X_{ik}$$

με τα υπόλοιπα να υπολογίζονται ως η διαφορά μεταξύ των πραγματικών και των προβλεπόμενων τιμών:

$$\varepsilon_i = Y_i - \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_k X_{ik}$$

Προκειμένου να διασφαλιστεί η εγκυρότητα του μοντέλου, θα πρέπει να πληρούνται οι θεμελιώδεις παραδοχές (Παπαδόπουλος, 2015) οι οποίες είναι εγγενείς στη δομή του:

- Γραμμικότητα: Η σχέση μεταξύ της εξαρτημένης και των ανεξάρτητων μεταβλητών είναι γραμμική.
- Ανεξαρτησία: Οι παρατηρήσεις είναι ανεξάρτητες η μία από την άλλη.
- Ομοσκεδαστικότητα-Σταθερότητα διασποράς: Η διακύμανση των όρων σφάλματος είναι σταθερή σε όλα τα επίπεδα των ανεξάρτητων μεταβλητών.
- Κανονικότητα: Οι όροι σφάλματος ακολουθούν την κανονική κατανομή
- Έλλειψη Πολυσυγγραμμικότητας: Οι ανεξάρτητες μεταβλητές δεν έχουν μεγάλη συσχέτιση μεταξύ τους.

Για την εξασφάλιση των παραπάνω παραδοχών και της ποιότητας του μοντέλου χρησιμοποιούνται διάφορα διαγνωστικά εργαλεία και τεχνικές.

Ο έλεγχος ομοσκεδαστικότητας και γραμμικότητας πραγματοποιείται με τη βοήθεια του διαγράμματος υπολοίπων-προσαρμοσμένων τιμών (residuals vs fitted values plot). Στο διάγραμμα αυτό ελέγχεται εάν η σχέση μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών και της εξαρτημένης μεταβλητής είναι γραμμική και εάν τα υπόλοιπα έχουν σταθερή διασπορά (ομοσκεδαστικότητα).

Ο έλεγχος ανεξαρτησίας πραγματοποιείται με τη βοήθεια του διαγράμματος υπολοίπων ως συνάρτηση της σειράς των παρατηρήσεων (Residuals vs Observation Order Plot) ενώ ο έλεγχος κανονικότητας πραγματοποιείται με τη βοήθεια του διαγράμματος πιθανοτήτων υπολοίπων Q-Q plot (Quantile-Quantile plot).

Για την πολυσυγγραμμικότητα πραγματοποιείται έλεγχος με χρήση του Εκτιμητή Διόγκωσης της Διακύμανσης (Variance Inflation Factor – VIF), ο οποίος δίδεται από τον τύπο:

$$VIF_i = \frac{1}{1-R_i^2}$$

Όπου: VIF<sub>i</sub> ο εκτιμητής διόγκωσης της διακύμανσης για την i μεταβλητή

$R_i^2$  ο συντελεστής προσδιορισμού που προκύπτει από την παλινδρόμηση της ανεξάρτητης μεταβλητής  $X_i$  με όλες τις υπόλοιπες ανεξάρτητες μεταβλητές του υποδείγματος

Η ελάχιστη τιμή που μπορεί να λάβει ο δείκτης VIF είναι 1 για πλήρη απουσία πολυσυγγραμμικότητας.

Οι παραπάνω υποθέσεις υποστηρίζουν την ευρωστία και την εγκυρότητα της ανάλυσης. Η διασφάλιση ότι πληρούνται αυτές οι προϋποθέσεις είναι μεγίστης σημασίας όχι μόνο για την αξιοπιστία του μοντέλου αλλά και για την ακριβή ερμηνεία των επακόλουθων αναλυτικών διαδικασιών, όπως η Ανάλυση Διασποράς (ANOVA).

#### 7.4.1.1 Ανάλυση διασποράς στην πολλαπλή παλινδρόμηση

Οι συντελεστές παλινδρόμησης  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$  επιλέγονται έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται το άθροισμα των τετραγώνων των σφαλμάτων SSE (error sum of squares) ή υπόλοιπο μεταβλητότητας (residual variation). Ισχύει ότι:

$$SSE = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2$$

Επιπλέον, για την πλήρη περιγραφή του μοντέλου εκτός από τους συντελεστές παλινδρόμησης θα πρέπει να είναι γνωστή και η διακύμανση του σφάλματος  $\varepsilon$ , δηλαδή το  $\sigma^2$ . Προκύπτει:

$$\sigma^2 = \frac{SSE}{n-p} = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n-p}$$

Όπου p το πλήθος των παραμέτρων  $\beta_i \quad i=0,1,2,\dots,p-1$

Η διασπορά της εξαρτημένης μεταβλητής Y ορίζεται από το άθροισμα των τετραγώνων των σφαλμάτων των τιμών από τον μέσο όρο τους. Το άθροισμα ονομάζεται ολικό άθροισμα τετραγώνων SST (total sum squares) ή ολική μεταβλητότητα (total variation) των  $y_i$  και εκφράζει τη συνολική παρατηρούμενη μεταβλητότητα των  $y_i$  και έχει τον τύπο :

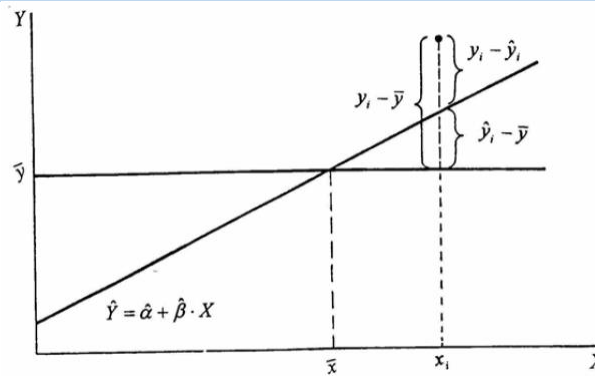


$$SST = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2$$

Το SST μετράει τη συνολική μεταβλητότητα των παρατηρήσεων  $y_i$  δηλαδή εκφράζει την αβεβαιότητα στην πρόβλεψη του  $Y$  όταν δε χρησιμοποιείται το  $X$ . Ένα μέρος της συνολικής μεταβλητότητας της  $Y$  που δεν εξηγείται από την εξίσωση παλινδρόμησης αντιπροσωπεύεται από το SSE. Συνεπώς το υπόλοιπο SST-SSE είναι το μέρος της διασποράς της SST που οφείλεται στις επιδράσεις όλων μαζί των ανεξάρτητων μεταβλητών  $X_1, X_2, \dots, X_k$

Σχηματικά:

**Εικόνα 7.5: Ανάλυση Διασποράς**



Πηγή: Παπαδόπουλος, 2015

Σύμφωνα με την παραπάνω εικόνα, ισχύει η σχέση:

$$(Y_i - \bar{Y}) = (Y_i - \hat{Y}_i) + (\hat{Y}_i - \bar{Y})$$

υψώνοντας στο τετράγωνο τα δύο μέρη της παραπάνω σχέσης και αθροίζοντας για όλες τις τιμές της  $Y_i, i=1, \dots, n$  προκύπτει

$$\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 + \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2$$

Το μέρος  $\sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2$  λέγεται άθροισμα τετραγώνων παλινδρόμησης (regression sum of squares) SSR και είναι το μέρος της διασποράς που οφείλεται στις επιδράσεις όλων των ανεξάρτητων μεταβλητών  $X$ .

Η συνιστώσα SSR καταγράφει την μεταβλητότητα που εξηγείται από το μοντέλο παλινδρόμησης ενώ η συνιστώσα SSE τη μεταβλητότητα που δεν εξηγείται από το μοντέλο παλινδρόμησης.

Συνεπώς η εξίσωση

$$\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 + \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2$$

παρέχει μια εικόνα της ανάλυσης διασποράς στο πλαίσιο της γραμμικής παλινδρόμησης, απεικονίζοντας τον επιμερισμό της συνολικής μεταβλητότητας ενός συνόλου δεδομένων σε στοιχεία που αποδίδονται στο μοντέλο και σε αυτά που αποδίδονται σε τυχαίο σφάλμα. Δηλαδή,

$$SST = SSE + SSR$$

Γνωρίζοντας ότι ο βαθμός ελευθερίας προκύπτει από την αφαίρεση από το πλήθος των προσθετών το πλήθος των εκτιμητριών που χρησιμοποιείται ισχύει:

$$SST = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 \quad n-1 \text{ βαθμοί ελευθερίας (n προσθετέοι και μια εκτιμήτρια)}$$

$$SSE = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 \quad n-p \text{ βαθμοί ελευθερίας (n προσθετέοι και p εκτιμήτριες)}$$

Διαιρώντας τα αθροίσματα τετραγώνων SSE και SST με τους αντίστοιχους βαθμούς ελευθερίας τότε προκύπτουν τα μέσα αθροίσματα τετραγώνων:

$$MSE = \frac{SSE}{n-p} \quad \text{και} \quad MSR = \frac{SSR}{p-1}$$

Το σύνολο των παραπάνω αθροισμάτων συγκεντρώνονται σε ένα πίνακα, ο οποίος ονομάζεται πίνακας Ανάλυσης Διασποράς (ANOVA)

<b>Πίνακας 7.1: Πίνακας ανάλυσης διασποράς πολλαπλής παλινδρόμησης</b>				
<b>Πηγή μεταβλητότητας</b>	<b>Άθροισμα τετραγώνων</b>	<b>Βαθμοί ελευθερίας</b>	<b>Μέσα τετράγωνα</b>	<b>F</b>
Παλινδρόμηση	$SSR = \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2$	p-1	$MSR = \frac{SSR}{p-1}$	$F = \frac{MSR}{MSE}$
Σφάλματα	$SSE = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2$	n-p	$MSE = \frac{SSE}{n-p}$	
Ολική διασπορά	$SST = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2$	n-1		

Πηγή: Παπαδόπουλος Γ. (2015)

Ο συντελεστής προσδιορισμού  $R^2$  (coefficient of determination) ορίζεται ως το ποσοστό της συνολικής μεταβλητότητας της εξαρτημένης μεταβλητής Y που εξηγείται

από την εξίσωση της πολλαπλής παλινδρόμησης, το οποίο οφείλεται στις επιδράσεις όλων μαζί των ανεξάρτητων μεταβλητών  $X_1, X_2, \dots, X_k$  και δίδεται από τη σχέση:

$$R^2 = \frac{SSR}{SST} = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2} = \frac{SST - SSE}{SST} = 1 - \frac{SSE}{SST} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}$$

Η τιμή του συντελεστή προσδιορισμού  $R^2$  παίρνει τιμές στο κλειστό διάστημα  $[0,1]$

Το μοντέλο της Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης είναι ένα εύρωστο και δυναμικό μοντέλο το οποίο χρησιμοποιείται συχνά στις μελέτες της αστικής διάχυσης καθώς διευκολύνει την αξιολόγηση των κινητηρίων δυνάμεων που την επηρεάζουν αλλά και ως εργαλείο πρόγνωσης της αστικής διάχυσης (Surya et al., 2021, Cabral et al., 2011, Jat et al., 2008, Xu et al., 2020).

#### 7.4.2 Χωρικό Αυτοπαλίνδρομο Μοντέλο (SAR)

Το χωρικό αυτοπαλίνδρομο μοντέλο (spatial autoregressive model) ή μοντέλο χωρικής υστέρησης είναι ένας τύπος χωρικής παλινδρόμησης που εξηγεί τη χωρική εξάρτηση στα δεδομένα. Στα παραδοσιακά μοντέλα παλινδρόμησης, οι παρατηρήσεις υποτίθεται ότι είναι ανεξάρτητες. Ωστόσο, σε πολλές εφαρμογές του πραγματικού κόσμου οι παρατηρήσεις που βρίσκονται σε κοντινές τοποθεσίες συχνά συσχετίζονται. Το μοντέλο περιλαμβάνει αυτή τη διάσταση συμπεριλαμβάνοντας μια χωρική υστέρηση της εξαρτημένης μεταβλητής ως επεξηγηματική μεταβλητή. Το μοντέλο εξετάζει όχι μόνο τις άμεσες επιδράσεις των ανεξάρτητων μεταβλητών αλλά και τις έμμεσες επιδράσεις (spillover effects) λόγω χωρικής υστέρησης της εξαρτημένης μεταβλητής.

Η γενική μορφή του μοντέλου είναι:

$$Y = \rho WY + X\beta + \varepsilon$$

Όπου:

- $Y$  η εξαρτημένη μεταβλητή της αστικής διάχυσης
- $WY$  είναι η χωρική υστέρηση της εξαρτημένης μεταβλητής
- $W$  είναι ο πίνακας των χωρικών βαρών
- $\rho$  ο συντελεστής χωρικής υστέρησης
- $X$  πίνακας ανεξάρτητων μεταβλητών
- $\beta$  συντελεστές του μοντέλου
- $\varepsilon$  το σφάλμα της παλινδρόμησης

Η εκτίμηση των παραμέτρων του χωρικά αυτοπαλίνδρομου μοντέλου πραγματοποιείται συνήθως με τη βοήθεια του εκτιμητή μέγιστης πιθανοφάνειας (maximum likelihood) ώστε να ενσωματώσει τη χωρική εξάρτηση των δεδομένων. Στις μελέτες αστικής διάχυσης, η χρήση του μοντέλου θεωρεί ότι η διάχυση σε μια περιοχή μπορεί να επηρεάσει και να επηρεαστεί από τη διάχυση σε γειτονική περιοχή.

Για την εγκυρότητα του μοντέλου θα πρέπει να αποδειχθεί ότι τα υπόλοιπα ακολουθούν την τυχαία κατανομή. Η δοκιμή Moran's I ελέγχει για χωρική αυτοσυσχέτιση των υπολοίπων στα SAR μοντέλα και θα πρέπει να δίνει τιμές κοντά στο μηδέν.

Επίσης, σε αντίθεση με το παραδοσιακό  $R^2$  στην γραμμική παλινδρόμηση, στο συγκεκριμένο μοντέλο χρησιμοποιείται ο ψευδοσυντελεστής  $R^2$  για να ελεγχθεί η γραμμική προσαρμογή.

Για την αξιολόγηση της σημασίας της χωρικής συνιστώσας του μοντέλου χρησιμοποιείται η δοκιμή Wald. Επίσης, ομοίως με το μοντέλο της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης, υπολογίζεται το διάγραμμα υπολοίπων – προσαρμοσμένων τιμών (residuals vs fitted values plot) για τον έλεγχο της ομοσκεδασιμότητας.

Το χωρικά αυτοπαλίνδρομο μοντέλο έχει χρησιμοποιηθεί στη μελέτη της αστικής διάχυσης (Gao et al., 2020)

## Βιβλιογραφία Κεφαλαίου 7

- Adhikari, S., Fik, T., & Dwivedi, P. (2017). Proximate causes of land-use and land-cover change in Bannerghatta National Park: A spatial statistical model. *Forests*, 8(9), 342.
- Bailey, T. C., & Gatrell, A. C. (1995). *Interactive spatial data analysis* (Vol. 413, No. 8). Essex: Longman Scientific & Technical.
- Boots, B. N., & Getis, A. (2020). Point pattern analysis.
- Chou, Y. (1997). *Exploring spatial analysis in geographic information systems*.
- Clark, P. J., & Evans, F. C. (1954). Distance to nearest neighbor as a measure of spatial relationships in populations. *Ecology*, 35(4), 445-453.
- Dacey, M. F. (1962). Analysis of central place and point patterns by a nearest neighbour method. *Lund Studies in Geography, Series B, Human Geography*, 24, 55-75.
- Draper, N. R., & Smith, H. (1998). *Applied regression analysis* (Vol. 326). John Wiley & Sons.
- Ebdon, D. (1976). On the underestimation inherent in the commonly-used formulae. *Area*, 8(3), 165-169.
- Fabbri, A. G., ... & Saldana, A. (1998). Integrating spatial statistics and remote sensing. *International journal of remote sensing*, 19(9), 1793-1814
- Cabral, P., Santos, J. A., & Augusto, G. (2011). Monitoring urban sprawl and the national ecological reserve in Sintra-Cascais, Portugal: Multiple OLS linear regression model evaluation. *Journal of Urban Planning and Development*, 137(3), 346-353.
- Gao, C., Feng, Y., Tong, X., Lei, Z., Chen, S., & Zhai, S. (2020). Modeling urban growth using spatially heterogeneous cellular automata models: Comparison of spatial lag, spatial error and GWR. *Computers, Environment and Urban Systems*, 81, 101459.
- Gatrell, A. C., Bailey, T. C., Diggle, P. J., & Rowlingson, B. S. (1996). Spatial point pattern analysis and its application in geographical epidemiology. *Transactions of the Institute of British geographers*, 256-274.
- Getis, A. (1999). Spatial statistics. *Geographical information systems*, 1, 239-251.
- Getis, A., Anselin, L., Lea, A., Ferguson, M., & Miller, H. (2004). Spatial analysis and modeling in a GIS environment. In *A research agenda for geographic information science* (pp. 157-196). CRC Press.

Haase, P. (1995). Spatial pattern analysis in ecology based on Ripley's K-function: Introduction and methods of edge correction. *Journal of vegetation science*, 6(4), 575-582.

Hu, Z., & Lo, C. P. (2007). Modeling urban growth in Atlanta using logistic regression. *Computers, environment and urban systems*, 31(6), 667-688.

Jat, M. K., Garg, P. K., & Khare, D. (2008). Monitoring and modelling of urban sprawl using remote sensing and GIS techniques. *International journal of Applied earth Observation and Geoinformation*, 10(1), 26-43.

Kloog, I., Haim, A., & Portnov, B. A. (2009). Using kernel density function as an urban analysis tool: Investigating the association between nightlight exposure and the incidence of breast cancer in Haifa, Israel. *Computers, Environment and Urban Systems*, 33(1), 55-63.

Krebs, C. J. (1989). *Ecological methodology*. (No Title).

Κυριακίδης Φ. (2016), Χωρική ανάλυση, GUNET

Li, X., & Yeh, A. G. O. (2004). Analyzing spatial restructuring of land use patterns in a fast growing region using remote sensing and GIS. *Landscape and Urban planning*, 69(4), 335-354.

Mitchell, A. (2005) *The ESRI guide to GIS analysis: Volume 2*, ESRI Press, Redlands

Overmars, K. D., De Koning, G. H. J., & Veldkamp, A. (2003). Spatial autocorrelation in multi-scale land use models. *Ecological modelling*, 164(2-3), 257-270.

Παπαδόπουλος, Γ. (2015) Ανάλυση παλινδρόμησης. Πανεπιστημιακές σημειώσεις, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Pinder, D. A., & Witherick, M. E. (1975). A modification of nearest-neighbour analysis for use in linear situations. *Geography*, 16-23.

Ποϊραζίδης, Κ. (2023) Χωρική ανάλυση και μοντελοποίηση οικολογικών δεδομένων (ΤΠ-70052), Πανεπιστημιακές σημειώσεις, Ιόνιο Πανεπιστήμιο.

Rogerson, P. A., & Fotheringham, A. S. (1994). GIS and spatial analysis: introduction and overview. *Spatial analysis and GIS*, 1-10.

Silverman, B. W. (2018). *Density estimation for statistics and data analysis*. Routledge.

Stein, A. W. G. M., Bastiaanssen, W. G., De Bruin, S., Cracknell, A. P., Curran, P. J.,

Surya, B., Salim, A., Hernita, H., Suriani, S., Menne, F., & Rasyidi, E. S. (2021). Land use change, urban agglomeration, and urban sprawl: A sustainable development perspective of Makassar City, Indonesia. *Land*, 10(6), 556.

Unwin, D. J. (1996). GIS, spatial analysis and spatial statistics. *Progress in Human Geography*, 20(4), 540-551.

Unwin, T., (2009). International Encyclopedia of Human Geography.

Wong, D., Fotheringham, A. S., & Rogerson, P. A. (2009). The SAGE handbook of spatial analysis.

Xu, G., Zhou, Z., Jiao, L., & Zhao, R. (2020). Compact urban form and expansion pattern slow down the decline in urban densities: A global perspective. *Land Use Policy*, 94, 104563.

## **Κεφάλαιο 8**

### **Μελέτη περίπτωσης: Το πολεοδομικό συγκρότημα Πατρών και η ευρύτερη περιοχή του. Το πολεοδομικό και χωροταξικό καθεστώς.**

#### **8.1 Εισαγωγή**

Ως περιοχή μελέτης για την διερεύνηση της αστικής διάχυσης και των κινητηρίων δυνάμεων που επίδρασαν στις αλλαγές στις χρήσεις/κάλυψη γης επιλέχθηκε το πολεοδομικό συγκρότημα Πατρών και η ευρύτερη περιοχή του, μέχρι τα όρια της ευρείας παράκαμψης Πατρών. Τα φυσικά, γεωπολιτικά και αναπτυξιακά χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης την καθιστούν ιδανική για να δοθούν απαντήσεις στα ερευνητικά ερωτήματα.

Πιο συγκεκριμένα, η Πάτρα, παρότι ευτύχησε να είναι η πρώτη πόλη του σύγχρονου ελληνικού κράτους που απέκτησε πολεοδομικό σχεδιασμό, απέχει πολύ από το να χαρακτηριστεί ως πόλη που αναπτύχθηκε με σχεδιασμένο και ορθολογικό τρόπο. Η σύγχρονη ιστορία της πόλης χαρακτηρίζεται από ραγδαία, διαρκή ανάπτυξη και μεταμόρφωση αναφορικά με την εμφάνιση, τη δομή και τη λειτουργία της. (Pappas, 2006)

Εξαιτίας των περιφερειακών ανισοτήτων (Petraikos, 2009) η Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας -και ειδικότερα η ευρύτερη περιοχή του πολεοδομικού συγκροτήματος Πατρών- έγινε ήδη από τα μέσα της δεκαετίας του '90 αποδέκτης της αναπτυξιακής πολιτικής των μεγάλων έργων υποδομών διασύνδεσης καταγράφοντας σημαντικές αλλαγές. Η παράκαμψη Πατρών (2003), η ολοκλήρωση της Ζεύξης Ρίου – Αντιρρίου (2004) και η λειτουργία του νέου λιμένα Πατρών (2011) δίνει στην πόλη χωρική υπεροχή έναντι άλλων μεγάλων πόλεων παρόμοιας δυναμικότητας υποστηρίζοντας την εξωστρεφή γεωπολιτική και γεωοικονομική στρατηγική.

Ως αποτέλεσμα των παραπάνω, η περιοχή μελέτης δέχεται μεγάλες πιέσεις τόσο από τις πολεοδομικές όσο και από τις αναπτυξιακές της επιλογές. Στο διάστημα τριαντατεσσάρων ετών, από το 1981 έως και το 2015, η περιοχή μελέτης βίωσε σημαντικές αλλαγές στο φυσικό και στο κτισμένο περιβάλλον καθώς διευρύνθηκε στα βόρεια, νότια και ανατολικά δημιουργώντας χαλαρό αστικό ιστό και αστική διάχυση στις αγροτικές κυρίως εκτάσεις. Η χρονική περίοδος που επιλέχθηκε, καλύπτει ολόκληρη την μεταμόρφωση της πόλης η οποία από μεσαία χωρικά χαρακτηριστικά δημιούργησε κυρίως μέσω της διαδικασίας των επεκτάσεων μια πόλη σε διαρκή διάχυση.

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS) αποτελούν το εργαλείο δημιουργίας, οργάνωσης, διερεύνησης, μοντελοποίησης, προσομοίωσης, χωρικής ανάλυσης,



ανίχνευσης αλλαγών, απεικόνισης και αξιολόγησης των σύνθετων χωρικών προτύπων και τάσεων της περιοχής μελέτης.

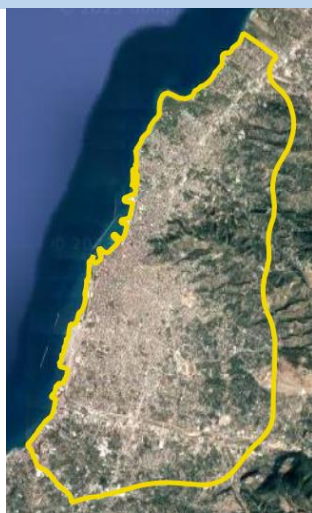
## 8.2 Η περιοχή μελέτης

Η περιοχή μελέτης αποτελείται από το Πολεοδομικό Συγκρότημα Πατρών και την ευρύτερη περιοχή του και οριοθετείται από φυσικά διακριτά όρια όπως η ακτογραμμή και οι χείμαρροι καθώς επίσης και από ανθρωποτεχνικά διακριτά όρια όπως η Περιμετρική Πατρών (Α5) και το οδικό δίκτυο. Πιο συγκεκριμένα,

- Δυτικά: από την ακτογραμμή της Πελοποννήσου
- Βόρεια: από το πέρας του σχεδίου πόλης του Πολεοδομικού συγκροτήματος Πατρών (Δυτικός Καστελλόκαμπος, οδός Φέγγου)
- Ανατολικά: από την Περιμετρική οδό Πατρών (αυτοκινητόδρομος Α5)
- Νοτιοανατολικά: Περιμετρική οδός Πατρών (Α5) μέχρι το κόμβο της Οβρυάς (κόμβος 6)
- Νότια: τον χείμαρρο Παναγίτσα και την οδό Ανδρέα Παπανδρέου (τριτεύον εθνικό δίκτυο), στο όριο με τον οικισμό της Παραλίας

Έχει συνολικό εμβαδόν 4381.60 (Ha) και πληθυσμό 174.055 κατοίκους (απογραφή 2011)

Χάρτης 8.1: Περιοχή μελέτης



Χάρτης 8.2: Όρια σχεδίου πόλης Πατρών, Όρια σχεδίου οικισμών



- Οικισμός Δεμένικα
- Οικισμός Οβρυάς (βόρειο τμήμα)
- Οικισμός Μαυρομανδήλας (βόρειοδυτικό τμήμα)
- Οικισμός Αγίου Στεφάνου
- Σχέδιο Πόλης Πάτρας

Πηγή: Υπόβαθρο χάρτη Google Satellite-Ιδία επεξεργασία

Τα διοικητικά όρια από τα οποία αποτελείται η περιοχή μελέτης είναι: το σύνολο του Πολεοδομικού Συγκροτήματος Πατρών (η πόλη Πάτρα), το βόρειο τμήμα της

Δημοτικής Ενότητας Οβρυάς (Κωδικός Καλλικράτη 3701030101) που βρίσκεται εντός της Περιμετρικής Πατρών, ο οικισμός Άγιος Στέφανος (Κωδικός Καλλικράτη 3701030702) της Δημοτικής Ενότητας Σαραβαλίου, ο οικισμός Δεμένικα (Κωδικός Καλλικράτη 3701030703) της Δημοτικής Ενότητας Σαραβαλίου, και το βορειοδυτικό τμήμα του οικισμού Μαυρομανδήλα της Δημοτικής Ενότητας Πετρωτού (Κωδικός Καλλικράτη 3701030601) που περικλείεται από την Περιμετρική Πατρών, με νότιο όριο την οδό Ανδρέα Παπανδρέου. Το σύνολο της περιοχής μελέτης υπάγεται στον Καλλικρατικό Δήμο Πατρέων (κωδ. ΕΣΥΕ 3701) του Ν. Αχαΐας της περιφέρειας Δυτικής Ελλάδας, σύμφωνα με τον Ν. 3852/2010.

Η περιοχή μελέτης που επιλέχθηκε καλύπτει το σύνολο του Πολεοδομικού Συγκροτήματος Πατρών και την ευρύτερη περιοχή του. Η Παράκαμψη Πατρών αποτελεί το νέο, διευρυμένο όριο της πόλης, πέρα από τα όρια του θεσμοθετημένου σχεδίου. Ως κλειστός αυτοκινητόδρομος που συνδέεται με την πόλη μέσω κόμβων, η Παράκαμψη Πατρών δημιουργεί ένα σκληρό, τεχνητό «σύνορο», το οποίο οριοθετεί την ανάπτυξη της πόλης. Αυτά τα επιβεβλημένα όρια αποτελούν τον ιδανικό καμβά για την μελέτη της αστικής διάχυσης καθώς περικλείουν πυκνές και αραιές αστικές περιοχές, βιοτεχνικό πάρκο, φυσικές εκτάσεις και αγροτική γη

### **8.3 Η περιοχή μελέτης και οι ευρύτερες διοικητικές διαιρέσεις**

Ο Δήμος Πατρέων ιδρύθηκε με το Β.Δ. 8/4/1835 και περιλάμβανε τους οικισμούς: Πάτραι, Επάνω Συχενά, Κάτω Συχενά, Ρωμανός, Κυνηγού, Εγλυκάδα, Μποζαΐτικα και Μονή Γηροκομείου και είχε πληθυσμό 5.469 κατοίκους. Το 1922 δημιουργείται ο Προσφυγικός Συνοικισμός. Το 1940 πολλοί οικισμοί περιφερειακά της πόλης της Πάτρας προστίθενται στο Δήμο. Πρόκειται για τους 24 οικισμούς Διάκου, Δασύλλιο, Νέο Καστρίτσι, Μποτοβάγια, Άνθεια, Άνω Αρόη, Άγιοι Απόστολοι, Κρύα, Ζαβλάνι, Αερίοφως, Εβραιομνήματα, Τερψιθέα, Άγιος Σπυρίδων, Ψαροφάι, Γηροκομείο, Γούβα, Πτωχοκομείο, Κάτω Αρόη, Φρούριο, Έξω Αγυιά, Τριτάκη, Προσφυγικός συνοικισμός, Νεκροταφείο και Μάμου, που στη συνέχεια έγιναν συνοικίες της Πάτρας.

Το πρόγραμμα «Καποδίστριας» (Ν. 2539/1997) αποτέλεσε την επόμενη σημαντική διοικητική μεταβολή κατά την οποία συνενώθηκαν ο πρώην Δήμος Πατρέων με τις κοινότητες Ελικίστρας, Μοίρας και Σουλίου. Ο νέος Δήμος Πατρέων είχε έκταση 12.540 Ha και πληθυσμό 163.446 κατοίκους (ΕΛΣΤΑΤ, Απογραφή 2001)

Τέλος, η εφαρμογή του Ν. 3852/2010 δημιουργεί τον «Καλλικρατικό» Δήμο Πατρέων, ο οποίος συστάθηκε την 1/1/2011 με τη συνένωση των προϋπαρχόντων δήμων Πατρέων, Βραχναϊκών, Μεσσήτιδος, Παραλίας και Ρίου. Ο νέος Δήμος Πατρέων, ο τρίτος μεγαλύτερος της Ελλάδας, έχει έκταση 33.314 Ha και πληθυσμό 213.984 κατοίκους (ΕΛΣΤΑΤ, Απογραφή 2011)

Η θέση της περιοχής μελέτης στον πρώην Καποδιστριακό και νυν Καλλικρατικό Δήμο Πατρέων απεικονίζεται παρακάτω:

**Χάρτης 8.3: Πολεοδομικό Συγκρότημα Πατρών-Περιοχή μελέτης-Καποδιστριακός Δήμος Πατρών -Καλλικρατικός Δήμος Πατρών**



Πηγή: Υπόβαθρο χάρτη Bing Virtual Earth-Ιδία επεξεργασία

Η περιοχή μελέτης καταλαμβάνει το 34,94% του Καποδιστριακού Δήμου Πατρέων και το 13,15% του Καλλικρατικού Δήμου Πατρέων ενώ ο πληθυσμός 2011 της περιοχής μελέτης αποτελεί το 81,34% του συνολικού πληθυσμού του Καλλικρατικού Δήμου. Είναι λοιπόν προφανές ότι το σύνολο σχεδόν του πληθυσμού του Καλλικρατικού Δήμου συγκεντρώνεται στο πολεοδομικό συγκρότημα Πατρών και στην ευρύτερη περιοχή του, προσδίδοντας υψηλά ποσοστά αστικοποίησης.

## 8.4 Η φυσιογνωμία της περιοχής μελέτης

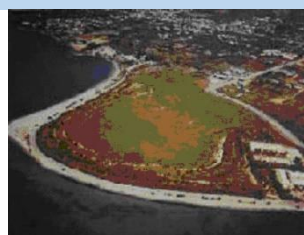
### 8.4.1 Το φυσικό περιβάλλον

**8.4.1.1 Ανάγλυφο:** Η περιοχή μελέτης χαρακτηρίζεται από ήπιο ανάγλυφο με χαμηλές κλίσεις. Στα βορειοανατολικά απαντώνται οι υπώρειες του ορεινού όγκου του Παναχαϊκού. Τα ορεινά τμήματα χαρακτηρίζονται από απότομες πλαγιές και βαθιές χαραδρώσεις. Οι κλίσεις στα πεδινά είναι σχετικά ήπιες μέχρι 10% ενώ στα ορεινά τμήματα φτάνουν το 25%. Μέσα στην πόλη απαντώνται αρκετές λοφώδεις περιοχές ακόμα και αρκετά κοντά στην ακτή.

**8.4.1.2 Υδατικοί πόροι:** Το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής μελέτης είναι σημαντικό. Τα δύο μεγάλα ποτάμια ο Γλαύκος και ο Χάραδρος αποτελούν και τα προς νότο και βορρά αντίστοιχα, φυσικά όρια της πόλης. Η περιοχή διασχίζεται επίσης από τους χειμάρρους Διακονιάρη και Μείλιχο που καταλήγουν στην παραλία του Πολεοδομικού Συγκροτήματος χωρίς να σχηματίζουν δέλτα. Τα δύο βασικά ποτάμια, ο Γλαύκος και ο Χάραδρος, σχηματίζουν υδρολογικές λεκάνες απορροής. Τα τμήματα του χειμάρρου Διακονιάρη που διασχίζουν το Πολεοδομικό συγκρότημα είναι καλυμμένα (λεωφόρος Ελευθερίου Βενιζέλου) ενώ τμήματα του χειμάρρου Μείλιχου είναι καλυμμένα εν μέρει.

**8.4.1.3 Προστατευόμενες περιοχές/Υγροβιότοποι:** Η πόλη περιλαμβάνει έναν σημαντικό υγροβιότοπο, το έλος της Αγυιάς. Το Έλος της Αγυιάς ανήκει σε μια ευρύτερη ελώδη περιοχή των βόρειων ακτών της Αχαΐας, της οποίας είναι κατάλοιπο. Χαρακτηρίζεται από την βλάστηση των καλαμιώνων με αποτέλεσμα να μην υπάρχει ορατότητα του οικοσυστήματος. Η σημερινή έκταση του έλους υπολογίζεται στα 33,2 ha. Παλαιότερα, η έκταση του έλους ήταν πολύ μεγαλύτερη, αλλά με την πάροδο των χρόνων ελαττώθηκε σημαντικά λόγω των διαδοχικών εκμεταλλεύσεων που υπέστη (καλλιέργειες, οικοπεδοποίηση). Το έλος της Αγυιάς υπέστη δύο διαδοχικές απαλλοτριώσεις και από το 2012 (Ν.4049/2012) παραχωρήθηκε στο Δήμο Πατρέων. Η περιοχή του έλους και οι παλιές εγκαταστάσεις του Ε.Ο.Τ. βρίσκονται εκτός του σχεδίου πόλης της Πάτρας και εκτός οικισμού (ΦΕΚ 1061/1986). Στο νέο Γ.Π.Σ (ΦΕΚ 358/ΑΑΠ/2011) η περιοχή προτείνεται ως περιοχή προστασίας (ΠΕΠ 5). Η περιοχή περιβάλλεται εν μέρει από οικιστική χρήση (αμιγής κατοικία) και εν μέρει από καλλιέργειες (ΦΕΚ358/ΑΑΠ/2011). Η χρήση του σύμφωνα με το Γ.Π.Σ. οικολογικό πάρκο/αναψυχή

**Εικόνες 8.1, 8.2, 8.3 Έλος Αγυιάς**



Έλος Αγυιάς  
Δορυφορική εικόνα  
Πηγή: Προσωπικό αρχείο



Έλος Αγυιάς- εσωτερικό



Έλος Αγυιάς- πυκνά  
καλάμια

Στις προστατευόμενες περιοχές ανήκουν επίσης οι εκβολές των ποταμών Χάραδρου και Γλαύκου. Σύμφωνα με το Γ.Π.Σ. 2011, το πλατανόδασος που σχηματίζεται στις εκβολές του Χάραδρου προστατεύεται ως περιαστικό πράσινο (ΠΕΠ 6). Η περιοχή αρχικά ανήκε σε ιδιώτες και από το 1949 στην εταιρεία Mobil oil η οποία εξαγόρασε την έκταση, Το 1988 η έκταση, η οποία είναι εκτός σχεδίου πόλεως, περιήλθε στον Οργανισμό Εργατικής Κατοικίας (ΟΕΚ). Το Μάρτιο του 2017 ο ΟΕΚ παραχώρησε για δέκα χρόνια στο δήμο τη χρήση της έκτασης με την προϋπόθεση ότι θα γίνει πάρκο αναψυχής με ήπια διαμόρφωση, για τους κατοίκους της πόλης. Το σύνολο των χειμάρρων και ρεμάτων που διασχίζουν την περιοχή μελέτης προστατεύονται από την Ζώνη προστασίας ρεμάτων και παραρεμάτιων περιοχών (ΠΕΠ 4).

**8.4.1.4 Δασικές εκτάσεις:** Οι δασικές εκτάσεις της περιοχής μελέτης προστατεύονται από τους πολύ ισχυρούς δασικούς νόμους (Ν.Δ. 86 / 1969, Ν. 248/1976, Ν. 998/1979 (ΦΕΚ289 Α), Ν. 1845 / 1989, Ν. 2538 / 1997, Ν. 2800 / 2000, Ν. 3147 / 2003, Ν. 3818 / 2010, Ν. 4280/ 2014, Ν. 4351/ 2015, Ν. 4467/ 2017). Το Γ.Π.Σ/2011 επιλέγει την περαιτέρω προστασία των περιοχών Δασυλλίου – Βλατερού και Λόφου ως περιοχές

προστασίας (ΠΕΠ 2 - Προστασία Περιαστικού Πράσινου Περιοχών Δασυλλίου – Βλατερού & Λόφου Διάκου). Οι περιοχές αυτές καθώς γειτνιάζουν με περιοχές αστικού χαρακτήρα δέχονται και αναμένεται να δεχτούν και στο μέλλον έντονες πιέσεις αστικοποίησης. Το Γ.Π.Σ 2011 προβλέπει τη λειτουργία τους ως πάρκα πόλης με ανάλογες ήπιες διαμορφώσεις. Το Δασύλλιο βρίσκεται στον χαμηλό λόφο του Εσχατοβουνίου και λειτουργεί ως χώρος αναψυχής. Ο λόφος Διάκου αποτελεί ένα πνεύμονα πρασίνου μέσα στον οποίο χωροθετούνται και λειτουργούν το Καραμανδάνειο Νοσοκομείο, η Μονή Γηροκομείου, το Ίδρυμα «Μέριμνα», το «Κωσταντοπούλειο Ευγηρείο», το Νοσοκομείο Νοσημάτων Θώρακος καθώς επίσης κι ένα μοναστήρι.

#### Εικόνες 8.4, 8.5, 8.6 Δασικές εκτάσεις



Εκβολές Χάραδρου-πλατανόδασος

Πηγή: tempo24.news



Εκβολές Γλαύκου

Πηγή: el.wikipedia.org



Δασύλλιο

Πηγή: thebest.gr

**8.4.1.5 Το θαλάσσιο μέτωπο:** Η περιοχή μελέτης περιλαμβάνει ακτογραμμή περίπου 16,40 χλμ. στην οποία οι λιμενικές υποδομές κατελάμβαναν το μεγαλύτερο μήκος αυτής. Τον Ιούλιο του 2018 ψηφίστηκε στην Βουλή η τροπολογία του Υπουργείου Οικονομικών, για την παραχώρηση του θαλάσσιου μετώπου – πρώην λιμενικής ζώνης της Πάτρας - στο Δήμο για 99 χρόνια, ενώ αναμένεται η ένταξη της υλοποίησης της μελέτης ανάπτυξης του παραλιακού μετώπου σε έργο του ΕΣΠΑ. Γεγονός παραμένει ότι η σύνδεση της περιοχής μελέτης με το θαλάσσιο μέτωπο παραμένει ανεπαρκής παρά την απόδοση τμημάτων (Νότιο Πάρκο, παραλία Αγυιάς)

#### 8.4.2 Το αστικό περιβάλλον.

**8.4.2.1 Ο κτισμένος χώρος:** Το κέντρο της Πάτρας αποτελείται από έναν συνεκτικό πολεοδομικό ιστό γύρω από τον οποίο επεκτάθηκε η σημερινή πόλη. Το ανάγλυφο της περιοχής δημιουργεί φυσικό όριο στην ανάπτυξη της Πάτρας, καθώς ανατολικά υψώνονται οι υπώρειες του όρους Παναχαϊκό. Ήδη από τη δεκαετία του '70, η πόλη αναπτύσσεται στο πεδινό τμήμα κατά μήκος της ακτογραμμής με αναπτυξιακούς άξονες τη διεύθυνση Β-Ν αλλά και την διεύθυνση Α-Δ, παράλληλα στον επαρχιακό άξονα 111. Στον άξονα Β-Ν οι κύριοι πόλοι ανάπτυξης είναι στο βορρά το Πανεπιστήμιο Πατρών στο Ρίο, με έτος ίδρυσης το 1964 και έτος λειτουργίας το 1966, και στο νότιο οι πρώην μεγάλες βιομηχανικές εγκαταστάσεις και σήμερα οι μεγάλες εμπορικές εγκαταστάσεις που χωροθετούνται κυρίως νότια του ποταμού Γλαύκου. Στο Βιοτεχνικό Πάρκο (ΒΙΟΠΑ) Πατρών, χωροθετημένο επίσης νότια του Γλαύκου, δραστηριοποιούνται σήμερα 110 επιχειρήσεις.

Ταυτόχρονα, η επέκταση του πολεοδομικού συγκροτήματος ενσωμάτωσε βαθμιαία τους παλαιούς αγροτικούς οικισμούς όπως το Ψαροφάι, ο Λάγγουρας και η Εγλυκάδα, αν και στις περιοχές αυτές απαντώνται ακόμα αγροτικές εκτάσεις, ειδικά στην τελευταία. Στην πόλη επίσης ενσωματώθηκαν, με πολύ πιο αργό ρυθμό, οι ανατολικοί περιαστικοί οικισμοί (Περιβόλα, Κούτσα, Μπεγουλάκι, Κουκούλι) και οι νότιοι (Ιτιές – Λεύκα, Μεταμόρφωση Σωτήρος-Δεμένικα) στους οποίους το αγροτικό στοιχείο και η χαμηλή δόμηση συνυπάρχουν με νέες διάσπαρτες πολυκατοικίες τις οποίες δημιούργησε η πίεση για κατοικία. Η σταδιακή ενσωμάτωση των περιαστικών οικισμών αλλά και οι αλληπάλληλες επεκτάσεις του σχεδίου πόλης δημιούργησαν ιδιαίτερα χαλαρό ιστό κυρίως στα άκρα του συγκροτήματος (Εργαστήριο Αρχιτεκτονικής Τεχνολογίας και Σχεδιασμού του Χώρου, 1986). Αυθαίρετες κατασκευές, κατασκευές που δημιουργήθηκαν με το καθεστώς των ορίων οικισμού προ 1923 και προσώπου σε επαρχιακή οδό δημιούργησαν αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης. Αρκετές από αυτές τις κατασκευές νομιμοποιήθηκαν μέσω των επεκτάσεων του σχεδίου πόλης.

Από το 1981 μέχρι το 2015 το σχέδιο πόλης μεταβλήθηκε αρκετά καθώς το πραγματοποιημένο σχέδιο δεν ταυτιζόταν με το θεσμοθετημένο. Οι διανοίξεις οδών και η υλοποίηση του πολεοδομικού σχεδίου διαμόρφωσαν τις πρώην άμορφες, αδόμητες εκτάσεις στα βόρεια, νότια και ανατολικά του πολεοδομικού συγκροτήματος, αν και αδόμητα τμήματα απαντώνται ακόμη και σήμερα. Στα πολεοδομικά αυτά κενά συναντά κανείς αγροτική γη κυρίως ελαιοκαλλιέργειες.

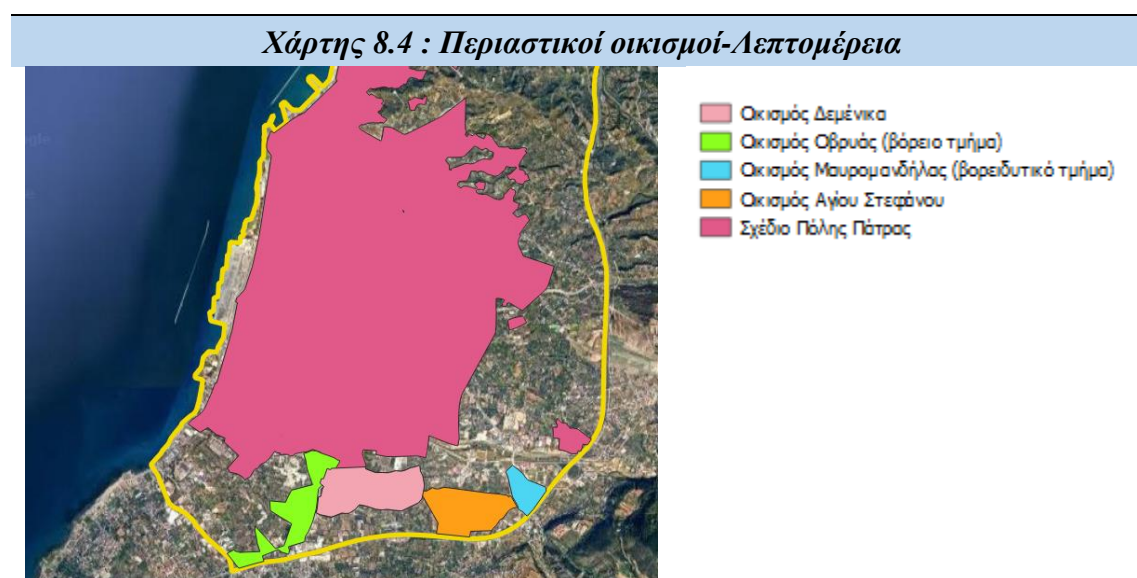
Η επαφή με τη θάλασσα διακόπτεται από τις εγκαταστάσεις του παλαιού και νέου λιμένα. Το πρόβλημα αυτό εντείνεται ακόμη περισσότερο από τη θέση της Πάτρας ως νότια-δυτική Πύλη της χώρας προς την Κεντρική Μεσόγειο και τον άξονα της Αδριατικής. Στα νότια του πολεοδομικού συγκροτήματος απαντώνται τα εγκαταλελειμμένα κελύφη βιομηχανιών όπως η Πειραϊκή-Πατραϊκή, η χαρτοβιομηχανία Λαδόπουλου και το παλιό εργοστάσιο της Pirelli.

Το ιστορικό κέντρο της πόλης (ο παλιός πυρήνας του σχεδίου Βούλγαρη), αποτελεί το γεωγραφικό, διοικητικό, εμπορικό, πολιτιστικό, πολεοδομικό και οικονομικό κέντρο του πολεοδομικού συγκροτήματος. Στην περιοχή του κέντρου απαντώνται τα υψηλότερα ποσοστά κάλυψης (70%) καθώς και οι υψηλότεροι συντελεστές δόμησης (>2). Επίσης για τους παραπάνω λόγους, στην περιοχή του κέντρου εμφανίζονται και οι υψηλότερες τιμές της κτισμένης επιφάνειας. Η άμορφη εξάπλωση του πολεοδομικού συγκροτήματος από το 1970 και εξής ακολουθεί το διάχυτο μοντέλο ανάπτυξης των αστικών περιοχών (Couch et al., 2007).

Κατά το διάστημα των τριαντατεσσάρων ετών, από το 1981 έως το 2015, οι περιοχές κατοικίας εξαπλώθηκαν αρχικά βόρεια του κέντρου (Τερψιθέα, Αγυιά, Παραλία Προαστείου, Καστελλόκαμπος) κατά μήκος της εθνικής οδού Πατρών-Κορίνθου και δυτικά μέχρι το όριο της ακτογραμμής με βαθμιαία μεταβολή των περιοχών Β' κατοικίας σε κύρια. Η επέκταση ανατολικά της εθνικής οδού πραγματοποιήθηκε με

αργότερους ρυθμούς ενώ παρατηρούνται χαμηλότερες πυκνότητες (Ανθούπολη, Κοτρώνι, Προάστειο). Στο νότιο τμήμα οι κατοικίες αναπτύσσονται σε ολόκληρη την πεδινή έκταση (Ψαχού, Ζαρουχλέικα, Ψαροφάι, Στάδιο) φτάνοντας μέχρι τις Ιτιές και το Μπεγουλάκι, νοτιώς του Γλαύκου (Δεμένικα, βόρεια Οβρυά) ενώ ανατολικά το πολεοδομικό συγκρότημα φτάνει στους πρόποδες του όρους Παναχαϊκό και στην Ευρεία Παράκαμψη Πατρών με τον αστικό ιστό να είναι πολύ αραιός στις περιοχές αυτές.

**8.4.2.2 Οι περιαστικοί οικισμοί της περιοχής μελέτης:** Εντός της περιοχής μελέτης βρίσκονται επίσης τα διοικητικά όρια – ή τμήμα τους- των περιαστικών οικισμών των Δεμένικων, της Οβρυάς, του Αγίου Στεφάνου και της Μαυρομανδήλας. Οι οικισμοί αυτοί βρίσκονται σε μικρή απόσταση 6 – 7 χιλιομέτρων από το κέντρο της Πάτρας και έχουν δορυφορικό χαρακτήρα ενώ στην ευρύτερη περιοχή τους απαντάται εύφορη αγροτική γη.



Πηγή: Υπόβαθρο χάρτη Bing Virtual Earth-Ιδία επεξεργασία

Τα Δεμένικα ανήκουν στην Δημοτική κοινότητα Σαραβαλίου του πρώην Δήμου Μεσσήνης (ΦΕΚ 244/Α/4.12.1997) και από το 2011 (ΦΕΚ 87/Α/7.6.2010) υπάγονται στο Δ. Πατρέων. Λόγω της θέσης του νότια του ποταμού Γλαύκου, θεωρούνται προάστειο της Πάτρας. Ο οικισμός συνορεύει με αυτόν της Οβρυάς και του Αγίου Στεφάνου, είναι πυκνοκατοικημένος, αλλά περιβάλλεται από αγροτικές εκτάσεις, κυρίως ελαιόδεντρα. Βορείως, ο οικισμός συνορεύει με την Πάτρα και συγκεκριμένα με την περιοχή του Βιοτεχνικού Πάρκου (ΒΙΟΠΑ) του Γλαύκου ενώ δυτικά με την συνοικία Μεταμόρφωση του Σωτήρος. Θεωρείται ένας από τους ταχύτερα αναπτυσσόμενους οικισμούς καθώς ο ρυθμός μεταβολής του πληθυσμού 1991-2011 είναι 46,8%. Στον οικισμό των Δεμένικων είναι ακόμα εμφανής ο αγροτικός του χαρακτήρας, παρά τους υψηλούς ρυθμούς αστικοποίησης. Σύμφωνα με το Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο του Δήμου Μεσσήνης (2007) τα Δεμένικα δεν διαθέτουν παρά

ελάχιστα αδόμητα οικόπεδα εντός των ορίων του και έχουν ανάγκη από νέες περιοχές επεκτάσεων. Διαθέτουν όριο οικισμού αλλά όχι ολοκληρωμένο Γ.Π.Σ.

Η Οβρυά ανήκει στην Δημοτική Ενότητα Μεσσήτιδος του Δήμου Πατρέων. Ως οικισμός βρίσκεται νοτίως του Γλαύκου και συνορεύει με την Πάτρα και συγκεκριμένα με την συνοικία της Μεταμόρφωσης Σωτήρος. Από το 1997 έως το 2010 αποτελούσε έδρα του Καποδιστριακού Δήμου Μεσσήτιδος, πριν ο Δήμος υπαχθεί στον διευρυμένο Δήμο Πατρέων (ΦΕΚ 87/Α/7.6.2010). Η Οβρυά τέμνεται από την Περιμετρική Πατρών, η οποία χωρίζει τον οικισμό σε βόρειο και νότιο τμήμα. Το βόρειο τμήμα, το οποίο εμπίπτει στην περιοχή μελέτης, είναι το λιγότερο αναπτυγμένο εκτός από τις ιδιοκτησίες κατά μήκος του οδικού άξονα Ακρωτηρίου/Δημοκρατίας που συνδέει τον οικισμό με την Πάτρα. Ο οικισμός αναπτύσσεται σε σχετικά ομαλά εδάφη. Σύμφωνα με το Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο του Δήμου Μεσσήτιδας (2007), μέχρι την δεκαετία του 1970 το μεγαλύτερο μέρος της γης στη ευρύτερη περιοχή αποτελείτο από γεωργικές εκτάσεις. Όταν τη δεκαετία 1970-80 η πόλη των Πατρών αναπτυσσόταν ραγδαία, ο οικισμός αρχίζει πλέον να εξαπλώνεται άναρχα στις γύρω αγροτικές περιοχές καθώς αναπτύχθηκαν νέες περιοχές κατοικίας. Στο βόρειο τμήμα του οικισμού, η περιοχή κατοικίας/εμπορίου έχει αναπτυχθεί δυτικά του κεντρικού άξονα της οδού Δημοκρατίας, ενώ παρατηρούνται αρκετοί αδιέξοδοι άξονες. Στις παρυφές του οικισμού υπάρχουν και αρκετοί άξονες οι οποίοι μετατρέπονται σε αγροτικούς δρόμους καταλήγοντας σε γεωργικές εκτάσεις. Έτσι, η πόλη εξελίσσεται ως αποτέλεσμα της φυσικής ανάπτυξης ενός αγροτικού οικισμού σε αστικό. Η Οβρυά λειτουργεί ουσιαστικά ως προάστιο της Πάτρας. Το 1978 ορίζεται το όριο οικισμού προϋφιστάμενου του 1923, με απόφαση Νομάρχη (Η/13394/78 ΦΕΚ 657/Δ/1978). Διαθέτει εγκεκριμένο Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο (ΓΠΣ) το οποίο εγκρίθηκε το 1989 (ΦΕΚ 616/Δ/ 6.10.1989), με επανέγκριση το 1992 (ΦΕΚ 1373/Δ/ 31.12.1992)

Η Μαυρομανδήλα ανήκει στην Δημοτική Ενότητα Μεσσήτιδος του Δήμου Πατρέων. Ο οικισμός προϋπήρχε της Περιμετρικής Πατρών η οποία σήμερα το τέμνει σε δύο τμήματα. Το βορειοδυτικό τμήμα του οικισμού βρίσκεται εντός της περιοχής μελέτης, πλησίον του ποταμού Γλαύκου. Βόρεια του οικισμού απαντάται η συνοικία Περιβόλα της Πάτρας ενώ συνορεύει με τον οικισμό του Αγίου Στεφάνου στα δυτικά. Από το 1997 (ΦΕΚ 244/Α/04.12.1997) σύμφωνα με τη Διοικητική Μεταρρύθμιση "Καποδιστριας", προσαρτάται στον νέο Δήμο Μεσσήτιδος, ενώ από το 2011 εντάχθηκε στον ευρύτερο Δήμο Πατρέων (ΦΕΚ 87/Α/7.6.2010). Το τμήμα του οικισμού εντός της περιοχής μελέτης περιβάλλεται από αγροτική γη, κυρίως ελαιόδεντρα στα δυτικά του. Κύριος οδικός άξονας του οικισμού αποτελεί η οδός Πατρών – Κλάους με κατεύθυνση Βορρά-Νότου, ο οποίος αποτελεί την πρώην επαρχιακή σύνδεση με την Πάτρα. Ο άξονας αυτός περνά κάτω από την Περιμετρική Πατρών σε ανισόπεδο κόμβο και συνεχίζει συνδέοντας και το νότιο τμήμα του οικισμού. Η κατηγοριοποίηση και τα όρια του οικισμού Μαυρομανδήλας καθορίζονται με την απόφαση του Νομάρχη Αχαΐας (ΦΕΚ 539/Δ/7.8.1991), με βάση το ΦΕΚ 181/Δ/3.3.1985. Τα όρια του οικισμού τροποποιήθηκαν με το ΦΕΚ 205/Δ/23.2.2005



Τέλος, ο οικισμός του Αγίου Στεφάνου ανήκει στη Δημοτική Ενότητα Μεσσήτιδος του Δήμου Πατρέων. Από το 1997 μέχρι το 2010 βάσει του σχεδίου «Καποδίστριας» ο οικισμός ανήκε στο Δημοτικό Διαμέρισμα Σαραβαλίου, του πρώην Δήμου Μεσσήτιδος, ενώ παλιότερα αποτελούσε μέρος της ανεξάρτητης Κοινότητας Σαραβαλίου εντός της Επαρχίας Πατρών. Ο οικισμός βρίσκεται βόρεια και σε επαφή με την Περιμετρική Πατρών, είναι πεδινός και απέχει περίπου 7 χιλιόμετρα από την Πάτρα. Σύμφωνα με το Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο του Δήμου Μεσσήτιδας (2007), ο οικισμός προέρχεται από την εξέλιξη αγροτικής περιοχής, με αποτέλεσμα να έχει γενικά αρκετά εκτεταμένα όρια οικισμού και χαμηλή πυκνότητα εντός ορίου οικισμού (48 άτομα ανά εκτάριο), λόγω αδόμητων οικοπέδων. Ακόμα και σήμερα υπάρχουν καθαρά γεωργικές λειτουργίες εντός του οικισμού (καλλιέργειες, θερμοκήπια) ενώ στην ευρύτερη περιοχή συναντώνται ελαιοκαλλιέργειες. Το οδικό δίκτυο εντός του οικισμού αποτελείται από παλαιάς χάραξης αγροτικούς δρόμους οι οποίοι χρησιμεύουν ως πρόσβαση σε μεμονωμένες συχνά κατοικίες. Έτσι, δεν υπάρχουν διαμορφωμένα οικοδομικά τετράγωνα αλλά τμήματα του οικισμού που έχουν διαχωριστεί ακανόνιστα από τους υφιστάμενους δρόμους. Ο Άγιος Στέφανος διαθέτει όρια οικισμού όπως καθορίζονται με την απόφαση του Νομάρχη Αχαΐας (ΦΕΚ 689/Δ/15.7.1992), με βάση το ΦΕΚ 181/Δ/ 3.3.1985

## 8.5 Πολεοδομική οργάνωση της περιοχής μελέτης – Ιστορική εξέλιξη και ανάλυση

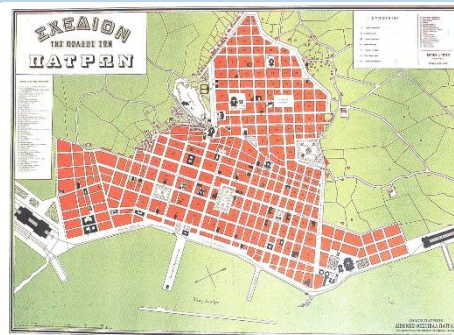
Το πρώτο ρυμοτομικό σχέδιο της Πάτρας διαμορφώθηκε από τον Σταμάτη Βούλγαρη (μηχανικό, ζωγράφο και αξιωματικό του Γαλλικού στρατού) το 1829 σε επέκταση του προϋπάρχοντος οικισμού με εντολή του Καποδίστρια. Η έκταση που κάλυπτε ανερχόταν στα 500 στρ. και η καινοτομία του σχεδίου ήταν ότι ο Βούλγαρης πολεοδόμησε και την παράκτια – ουσιαστικά αδόμητη – ζώνη.

Το σχέδιο Βούλγαρη δεν εφαρμόζεται και η πόλη μέχρι το 1861 οικοδομείται με αυθαίρετη δόμηση. Το 1885, ο μηχανικός Σ. Τζέτζος δημιουργεί το σχέδιο πόλης που τελικά υλοποιείται, βασιζόμενος στο σχέδιο Βούλγαρη αλλά και σε τροποποιήσεις.

### Εικόνες 8.7, 8.8 Τα πρώτα σχέδια πόλης των Πατρών



Πάτρα 1829 – Σχέδιο Βούλγαρη



Πάτρα 1885 – Σχέδιο Τζέτζου

Πηγή: Π.Συναδινός

Το σημερινό παλαιό σχέδιο αφορά στις εντάξεις από το 1830 μέχρι το 1930. Συγκεκριμένα, πρόκειται για έκταση 368,34 ha, η οποία προέκυψε από τις επεκτάσεις των ετών: 1830, 1836, 1861, 1867, 1880, 1882, 1883, 1886, 1900, 1903, 1923, 1924, 1925, 1926, 1928 και 1930.

Από τα προπολεμικά κιόλας χρόνια, η πόλη ξεκινά να εξειδικεύεται στη βιομηχανία. Πολλές βιομηχανικές εγκαταστάσεις εγκαθίστανται στην παραλιακή ζώνη πλησίον του λιμένα Πατρών ο οποίος επεκτείνεται, αλλά και στη ζώνη από την Ακτή Δυμαίων μέχρι και τον ποταμό Γλαύκο. Χαρακτηριστικές βιομηχανίες: η Πειραϊκή –Πατραϊκή, η χαρτοβιομηχανία Λαδόπουλου, η Βιομηχανία Ελαίων, Σάπωνος, Οίνων και Οινοπνευμάτων (ΒΕΣΟ), η Pirelli και η ΜΙΣΚΟ.

Το 1964 ιδρύεται το Πανεπιστήμιο Πατρών (έτος λειτουργίας 1966) με αποτέλεσμα η ζήτηση για κατοικία να αυξηθεί. Το 1983 ιδρύεται το Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα (Τ.Ε.Ι.) Πατρών, ενισχύοντας τις νότιες συνοικίες και αυξάνοντας τη ζήτηση για κατοικία στις περιοχές αυτές.

Η έλλειψη πολεοδομικού σχεδιασμού δημιούργησε αναρχία δόμησης και χρήσεων. Η πρόταση Ρυθμιστικού Σχεδίου (1967) του καθηγητή Γ. Σκιαδαρέση δεν θεσμοθετήθηκε αν και χρησιμοποιήθηκε ως βάση για τις αλληπάλληλες επεκτάσεις του σχεδίου πόλης την δεκαετία του '70. Εντυπωσιακό είναι το γεγονός ότι στο Ρυθμιστικό του 1967 προτείνονται πολλά από τα μεγάλα έργα που υλοποιήθηκαν μετά από τριάντα και περισσότερο χρόνια, όπως η Ευρεία Παράκαμψη Πατρών (ολοκλήρωση 2003 και τελευταίοι κόμβοι 2017) και η μικρή περιμετρική Πατρών (ολοκλήρωση Σεπτ.2018)

Από το 1971 έως το 1980 η πόλη μπαίνει σε ένα χορό επεκτάσεων. Το 1971 η Πάτρα έχει 111.607 κατοίκους έναντι 61.278 το 1930. Ο πληθυσμός έχει σχεδόν διπλασιαστεί και η πόλη έχει φτάσει σε επίπεδα κορεσμού. Έτσι πραγματοποιείται η Α' Ανατολικομεσημβρινή επέκταση το 1971 με έκταση 410 ha, η Α' Αρκτική επέκταση το 1972 με έκταση 256 ha, η Β' Ανατολικομεσημβρινή Επέκταση το 1975 με έκταση 313 ha, η επέκταση Κοτρώνι το 1979 με έκταση 86,9 ha και η επέκταση Τερψιθέα το 1980 με έκταση 9,37 ha. Συνολικά, στην πόλη προστέθηκαν 1075,3 ha, ποσοστό 291,92%. Οι εκτάσεις προέκυψαν από ίδια επεξεργασία βασισμένη στο ψηφιακό αρχείο των επεκτάσεων του Δ. Πατρέων ([https://gissrvweb.geopatras.gr/publish\\_t/webapps/dp/](https://gissrvweb.geopatras.gr/publish_t/webapps/dp/)). Τα παραπάνω φαινόμενα μαζί με την αγροτική έξοδο οδήγησαν σε αναρχία χρήσεων, πυκνή δόμηση στο κέντρο, μεγάλα ύψη που δόθηκαν στο τέλος της δεκαετίας του '60 (1969), διεσπαρμένο οδικό δίκτυο και μεγάλες ελλείψεις κοινωνικής υποδομής και χώρων πρασίνου. (Παπαδάτου – Γιαννοπούλου Χ, 1991)

Στο διάστημα αυτό ο μόνιμος πληθυσμός αυξήθηκε από 111.607 το 1971 (Απογραφή πληθυσμού-κατοικιών 14-3-1971, ΕΛ.ΣΤΑΤ) σε 148.703 το 1981 (Απογραφή πληθυσμού-κατοικιών 5-4-1981, ΕΛ.ΣΤΑΤ και μετατροπή του πραγματικού πληθυσμού σε μόνιμο) με την αύξηση είναι της τάξης του 33,23%.

Σύμφωνα με την Παπαδάτου-Γιαννοπούλου (1991), η επέκταση της πόλης που πραγματοποιήθηκε απλώς νομιμοποίησε αυθαίρετες κατασκευές. Μετά τις επεκτάσεις, ο μισός πληθυσμός κατοικεί στο παλαιό σχέδιο, το 30% περίπου στις περιοχές των επεκτάσεων ενώ το υπόλοιπο 20% στις περιοχές εκτός σχεδίου.

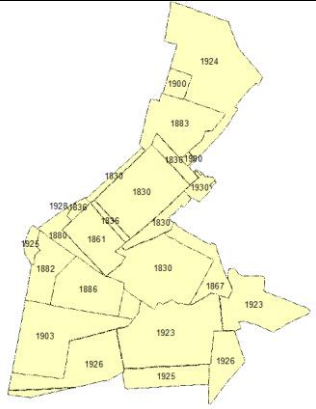
Αν και οι επεκτάσεις μέχρι το 1980 κάλυψαν μεγάλο μέρος των εκτάσεων που είχαν κτιστεί νόμιμα ή αυθαίρετα με την διαδικασία των ορίων οικισμού ή με πρόσωπο σε οδικό άξονα, δεν προσέφεραν σημαντικές πολεοδομικές ρυθμίσεις, κοινόχρηστους χώρους ή κοινωνική υποδομή (Εργαστήριο Αρχιτεκτονικής Τεχνολογίας και Σχεδιασμού του Χώρου, 1986).

Στα παραπάνω θα πρέπει να προσθέσουμε την έλλειψη πολιτικής για τον χώρο και τις χρήσεις η οποία δημιούργησε την εικόνα που έχουν και οι υπόλοιπες μεγάλες και μεσαίες ελληνικές πόλεις. Δεν θα πρέπει να αγνοηθεί πως μέχρι το 1979 το σύστημα πολεοδομικού σχεδιασμού στην Ελλάδα περιελάμβανε μόνο ένα επίπεδο μελέτης, σύμφωνα με τις διατάξεις του ν.δ. του 1923 ή άλλων ειδικών νομικών πλαισίων (Οικονόμου, 2007).

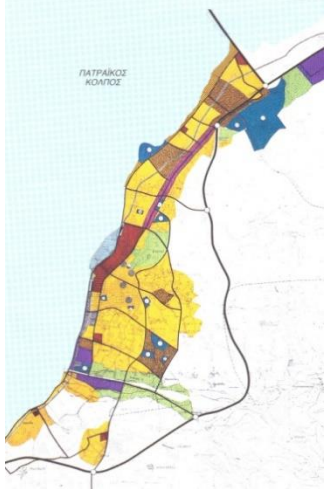

Με την θεσμοθέτηση του ιστορικού Ν.1337/1983 (ΦΕΚ 33/Α/14.03.1983) «Επέκταση των πολεοδομικών σχεδίων, οικιστική ανάπτυξη και σχετικές ρυθμίσεις» αποκτά η περιοχή μελέτης Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο (Γ.Π.Σ) το 1986 (ΦΕΚ 1061/Δ/7.11.1986) και με τον Ν.2508/1997 (ΦΕΚ 124/Α/13.06.1997) «Βιώσιμη οικιστική ανάπτυξη των πόλεων και οικισμών της χώρας και άλλες διατάξεις» αποκτά το ισχύον Γ.Π.Σ για τον Καποδιστριακό Δήμο Πατρέων το 2011 (ΦΕΚ 358/ΑΑΠ/30.12.2011). Ο Ν.2742/1999 «Χωροταξικός σχεδιασμός και αιεφόρος ανάπτυξη και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ 207/Α/7.10.1999) καθιέρωσε το νέο θεσμικό πλαίσιο χωροταξίας για την Ελλάδα ορίζοντας το χωρικό, αιεφορικό πρότυπο ανάπτυξης για την περιφέρεια (Περιφερειακά Πλαίσια Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αιεφόρου Ανάπτυξης), ολόκληρο τον ελληνικό χώρο (Γενικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αιεφόρου Ανάπτυξης) και την εξειδίκευσή της χωρικής διάρθρωσης ορισμένων τομέων ή κλάδων παραγωγικών δραστηριοτήτων εθνικής σημασίας (Ειδικά Πλαίσια Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αιεφόρου Ανάπτυξης)


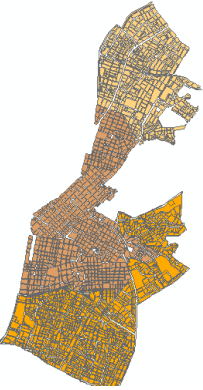
Η πολεοδομική εξέλιξη της περιοχής μελέτης και τα σημαντικά θεσμοθετημένα και μη πολεοδομικά και χωροταξικά νομοθετήματα παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα

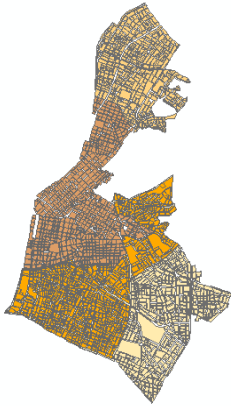
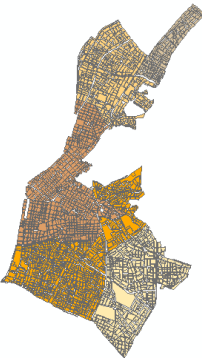
**Πίνακας 8.1: Πολεοδομική και Χωροταξική εξέλιξη περιοχής μελέτης**

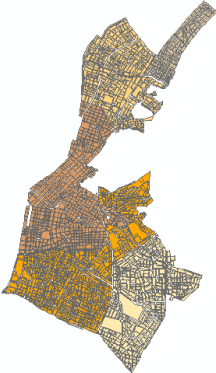
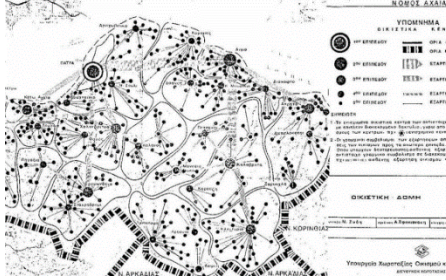
1830-1930	Μεταξύ 1830 και 1930 δημιουργήθηκε το «παλαιό σχέδιο πόλης».	«Παλαιό σχέδιο πόλης» Αρχικές περιοχές εντάξεων και επεκτάσεις  1830,1836,1861,1867,1880,1882,1883,  1886,1900,1903,1923,1924,1925,1926,1928,1930  Έκταση 368,34 ha	
1922	Μικρασιατική καταστροφή, 4000 πρόσφυγες	Δημιουργούνται οι συνοικίες Κρητικά και Προσφυγικά	

Κεφάλαιο 8- Μελέτη περίπτωσης: Το πολεοδομικό συγκρότημα Πατρών και η ευρύτερη περιοχή του. Το πολεοδομικό και χωροταξικό καθεστώς.



1967	«Ρυθμιστικόν σχέδιο Πατρών. Μελέτη πολεοδομικής ανάπτυξης» Υπουργείο Συντονισμού, Κεντρική Υπηρεσία Περιφερειακής Αναπτύξεως. Ανάδοχος: Σκιαδαρέσης Γ, (1967)	Το Ρυθμιστικό σχέδιο Σκιαδαρέση δεν θεσμοθετήθηκε. Χρησιμοποιήθηκε ως βάση για τις αλληπάλληλες επεκτάσεις του σχεδίου πόλης την δεκαετία του '70	
1969	ΦΕΚ 179/Δ/30.9.1969 Περί τροποποιήσεως του από 16.6.1969 Β.Δ.. «περί τροποποιήσεως του ρυμοτομικού σχεδίου Πατρών κλπ.»	Τροποποιούνται οι όροι δόμησης του παλαιού κέντρου και ορίζονται ακόμη μεγαλύτερα ύψη. Επιβάλλονται στοές στους μεγάλους κεντρικούς δρόμους.	
~1970	Παλαιό σχέδιο πόλης	Έκταση 368,34 ha	

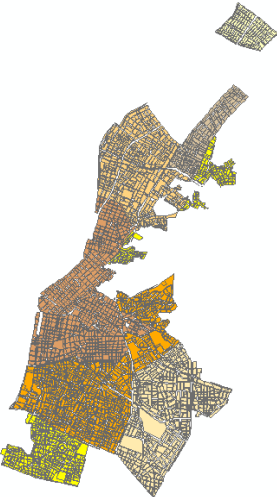
1971	<p>ΠΔ 22-1-71, ΦΕΚ 37/Δ/15.2.1971</p> <p>«Περί τροποποίησης και επεκτάσεως του ρυμοτομικού σχεδίου Πατρών και καθορισμού των όρων και περιορισμών δόμησης των οικοπέδων αυτού»</p>	<p>Α' Ανατολικομεσημβρινη επέκταση</p> <p>Έκταση 410 ha</p> <p>Προστίθεται μια «δεύτερη Πάτρα», μεγαλύτερη (περιοχή βίλας Λαδόπουλου, Αγ. Ιωάννης Πράτσικας, Ζαρουχλέικα, Ψαροφάι, Αγ.Γεώργιος Λάγγουρα, Εβραιονήματα)</p>	
1972	<p>ΠΔ 15-4-72, ΦΕΚ 97/Δ/3.5.1972</p> <p>«Περί τροποποίησης και επεκτάσεως του ρυμοτομικού σχεδίου Πατρών και καθορισμού των όρων και περιορισμών δόμησης των οικοπέδων αυτού» και</p> <p>ΦΕΚ 352/Δ/14.12.1972</p> <p>«Περί τροποποίησης του από 22.1.1971 ΒΔ περί τροποποίησης και επεκτάσεως του ρυμοτομικού σχεδίου Πατρών και καθορισμού των όρων και περιορισμών δόμησης των οικοπέδων αυτού»</p>	<p>Α' Αρκτική επέκταση</p> <p>(Γλυφάδα, Αγυιά, Ανθούπολη, Ζαβλάνι)</p> <p>Έκταση 256 ha</p>	



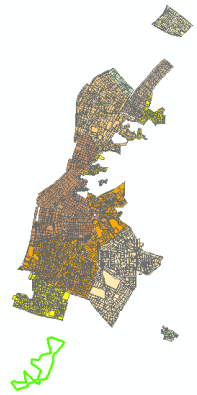
<p>1975</p>	<p>ΦΕΚ 231/Δ/6.10.1975 περί «Τροποποίησης και επέκτασης του ρυμοτομικού σχεδίου Πατρών και καθορισμού όρων και περιορισμών δομήσεως των οικοπέδων αυτού».</p>	<p>Β' Ανατολικομεσημβρινή Επέκταση (περιοχή ΤΕΙ, Εθνικό Στάδιο, Κούτσα, Εγλυκάδα, Λάγγουρας) Έκταση 313 ha</p>	
<p>1979</p>	<p>ΠΔ 17-1-79 ΦΕΚ/Δ/127/28.2.1979 περί «Τροποποίησης και επέκτασης του ρυμοτομικού σχεδίου Πατρών και καθορισμού όρων και περιορισμών δομήσεως των οικοπέδων αυτού».</p> <p>«Μελέτη οργάνωσης οικιστικής περιοχής Πατρών-Αιγίου» Υπουργείο Δημοσίων Έργων, Ανάδοχος: Σκιαδαρέσης Γ, (1979)</p>	<p>Επέκταση Κοτρών Έκταση 86,9 ha</p> <p>Η μελέτη δέχτηκε έντονη κριτική και δεν αξιοποιήθηκε</p>	

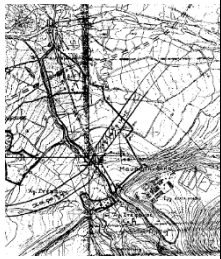

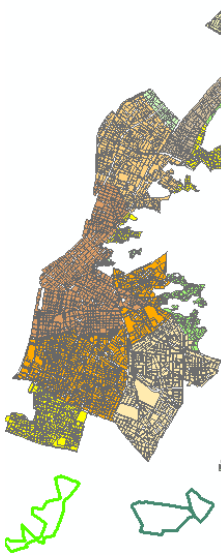

1980	<p>ΠΔ 2-10-80 ΦΕΚ/Δ/586/23.10.1980</p> <p>«Περί επέκτασως του ρυμοτομικού σχεδίου Πατρών (Αχαΐας) εις την περιοχήν Τερψιθέας και καθορισμού όρων και περιορισμών δομήσεως των οικοπέδων αυτού»</p>	<p>Επέκταση Τερψιθέα</p> <p>Έκταση 9,37 ha</p>	
1984	<p>Προτάσεις Χωροταξικής Οργάνωσης των νομών (ΥΧΟΠ). Νομός Αχαΐας</p>	<p>Πρόταση ιεράρχησης του οικιστικού δικτύου.</p> <p>Χωροθέτηση δραστηριοτήτων και υποδομών δημοσίου χαρακτήρα σε πέντε ιεραρχικές βαθμίδες (οικιστικά κέντρα).</p> <p>Προτάσεις λειτουργίας οικιστικών κέντρων</p>	

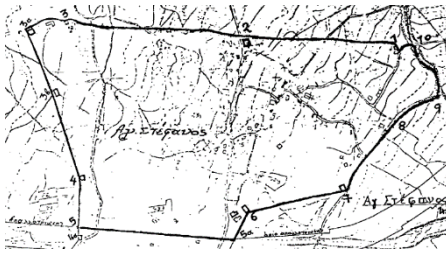
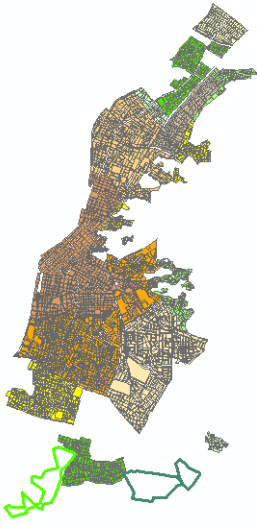


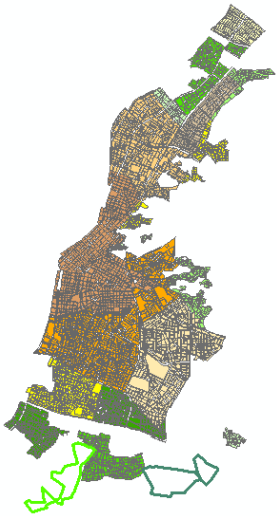
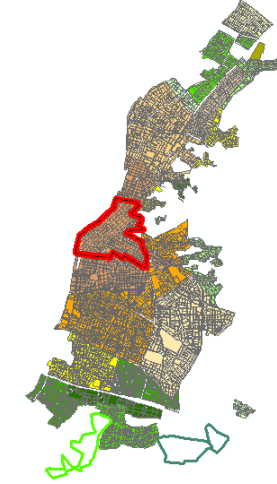
<p>1986</p>	<p>ΦΕΚ 1061/Δ/7.11.1986</p> <p>Έγκριση Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου Πατρών (Δήμου Πατρέων), Αγίου Γεωργίου Ρίου (κοιν. Αγ. Γεωργίου), Παραλίας (κοιν. Παραλίας), Δεμένικων (κοιν. Σαραβαλίου) Ν. Αχαΐας</p>	<p>Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο. Πρόκειται για το «καταστατικό» σχέδιο ανάπτυξης της πόλης και αφορά σε:</p> <p>κυκλοφοριακά δίκτυα, κοινωνική υποδομή, ελεύθερους – κοινόχρηστους χώρους, αθλητικές εγκαταστάσεις, χρήσεις γης και περιοχές ειδικών χωρικών παρεμβάσεων</p>	
<p>1987</p>	<p>ΠΔ 26-1-87, ΦΕΚ/265/Δ/19.3.1987</p> <p>Έγκριση πολεοδομικής μελέτης της περιοχής «Καστελλόκαμπος» του Δήμου Πάτρας και της κοινότητας Ρίου (Ν. Αχαΐας)</p>	<p>Επέκταση Καστελλόκαμπος</p> <p>Έκταση 58,34 ha</p>	

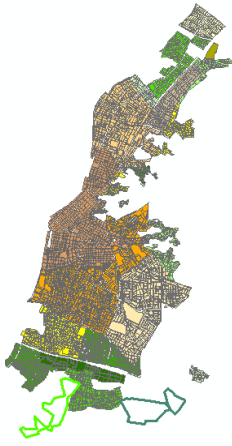

1988	<p>ΠΔ 28-3-88, ΦΕΚ/364/Δ/13.5.1988 Έγκριση πολεοδομικής μελέτης των πολεοδομικών ενοτήτων Ψάχου, Μέμου, Κρύα Ιτέων περιοχής Ζαρουχλέικα Δήμου Πατρέων (Ν. Αχαΐας)</p> <p>ΠΔ 13-5-88, ΦΕΚ/553/Δ/2.8.1988 Έγκριση πολεοδομικής μελέτης περιοχής Γούβα του Δήμου Πατρέων (Ν. Αχαΐας)</p> <p>ΠΔ 4-7-88, ΦΕΚ 642/Δ/5.9.1988 Έγκριση πολεοδομικής μελέτης των περιοχών «Συχαινά-Ανθούπολη» του Δήμου Πατρέων (Ν. Αχαΐας)</p>	<p>Επέκταση Ψάχου, Μέμου, Κρύα Ιτέων Έκταση 117,62 ha</p> <p>Επέκταση Γούβα Έκταση 16,09 ha</p> <p>Επέκταση Ανθούπολη, Κάτω Συχαινά Έκταση 46,05 ha</p> <p>Σύνολο επεκτάσεων: 180 ha</p>	
------	--	--	---


<p>1989</p>	<p>ΠΔ 25-4-89, ΦΕΚ/263/Δ/9.5.1989</p> <p>Έγκριση πολεοδομικής μελέτης των πολεοδομικών ενοτήτων «Τριτάκη-Βλατερό», «Ασύρματος», «Αγυιά» και τμήματος της πολεοδομικής ενότητας «Περιβόλα» του Δήμου Πατρέων (Ν. Αχαΐας)</p>	<p>Επέκταση Τριτάκη-Βλατερό, Ασύρματος, Βορείως έξω Αγυιά, και Περιβόλα</p> <p>Έκταση 44,48 ha</p>		
<p>1989 1992</p>	<p>ΦΕΚ 616/Δ/ 6.10.1989</p> <p>Έγκριση Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου (ΓΠΣ) του οικισμού Οβρυάς της κοινότητας Οβρυάς (Ν. Αχαΐας)</p> <p>ΦΕΚ 1373/Δ/ 31.12.1992</p> <p>Έγκριση Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου (ΓΠΣ) του οικισμού Οβρυάς της κοινότητας Οβρυάς (Ν. Αχαΐας)</p>	<p>Η Οβρυά διαθέτει εγκεκριμένο Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο (ΓΠΣ) το οποίο εγκρίθηκε το 1989. με επανέγκριση το 1992</p> <p>Απεικονίζεται αριστερά το ΓΠΣ Οβρυάς και δεξιά το όριο οικισμού εντός περιοχής μελέτης (βόρεια Οβρυά), με έκταση 57.56 ha</p>		

<p>1991</p>	<p>ΦΕΚ 539/Δ/7.8.1991</p> <p>Κατηγοριοποίηση και καθορισμός ορίων οικισμών Πετρωτού, Αγίας Παρασκευής, Μαυρομανδήλα κοινότητας Πετρωτού Επαρχίας Πάτρας (Ν. Αχαΐας)</p>	<p>Όρια οικισμού Μαυρομανδήλας</p> <p>Απεικονίζεται αριστερά και δεξιά το όριο εντός της περιοχής μελέτης με έκταση 18.27 ha</p>		
<p>1992</p>	<p>ΠΔ 5-5-92, ΦΕΚ/Δ/527/2.6.1992</p> <p>Έγκριση πολεοδομικής μελέτης τμημάτων των πολεοδομικών ενοτήτων 33 «Αρόη», 36 «ΚΕΤΕΣ», 37 «Γηροκομείο» και της πολεοδομικής ενότητας 38 «Τζολείκα» του Δ. Πατρέων</p> <p>ΦΕΚ 689/Δ/15.7.1992</p> <p>Κατηγοριοποίηση και καθορισμός ορίων οικισμών Κεφαλόβρυσο, Σαραβάλι, Αγ. Στέφανος και Αγ. Στέφανος Α' κοινότητας Σαραβαλίου Επαρχίας Πάτρας (Ν.. Αχαΐας)</p>	<p>Επέκταση Αρόη, ΚΕΤΕΣ, Σαμακιά, Γηροκομείο</p> <p>Έκταση 56,51 ha</p> <p>Όριο οικισμού Άγιος Στέφανος 56.10 ha</p>		

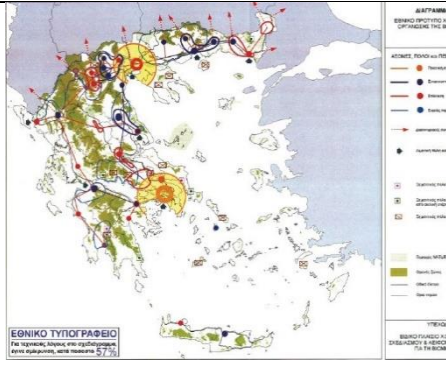
	<p>ΠΔ 24-11-92, ΦΕΚ/Δ/1370/31.12.1992</p> <p>Έγκριση πολεοδομικής μελέτης τμημάτων των πολεοδομικών ενοτήτων 6 «περιοχή Μποζαΐτικα» και 7 «περιοχή Κοτρώνι» του Δ. Πατρέων</p>	<p>Επέκταση Άνω Μποζαΐτικα, Κοτρώνι</p> <p>Έκταση 36,77 ha</p> <p>Σύνολο επεκτάσεων πολεοδομικού συγκροτήματος: 93,28 ha</p>	
<p>1993</p>	<p>ΠΔ 25-8-93, ΦΕΚ/Δ/1181/23.9.1993</p> <p>Έγκριση πολεοδομικής μελέτης της πολεοδομικής ενότητας 4 (Αγ. Παντελεήμων) και τμημάτων των πολεοδομικών ενοτήτων 3<sup>α</sup> και 3β (Παραλία Προαστείου) και 5 (Κέντρο αρκτικού τομέα από έλος Αγυιάς) του Δήμου Πατρέων (Ν. Αχαΐας)</p> <p>ΠΔ 18-12-92, ΦΕΚ/55/Δ/3.2.1993</p> <p>Έγκριση πολεοδομικής μελέτης τμήματος της πολεοδομικής ενότητας 55 «Δεμένικα» του Δήμου Πατρέων και της κοινότητας Σαραβαλίου ( Ν. Αχαΐας)</p>	<p>Επέκταση Αγ. Παντελεήμων, Δυτική Παραλία Προαστείου, Ανατολική Παραλία Προαστείου</p> <p>Έκταση 97,51 ha</p> <p>Επέκταση Δεμένικα</p> <p>Έκταση 99,3 ha</p> <p>Σύνολο επεκτάσεων: 196,81 ha</p>	

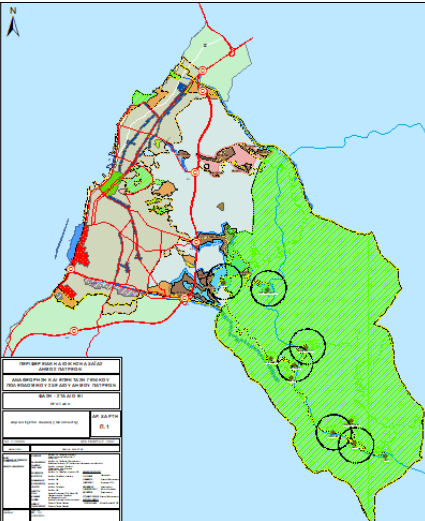
<p>1995</p>	<p>ΠΔ 9-8-95, ΦΕΚ/Δ/737/22-9-95</p> <p>Έγκριση πολεοδομικής μελέτης των περιοχών Μπεγουλάκι, Ακρωτηρίου (Μακρυγιάννη), του Δήμου Πατρέων (Ν. Αχαΐας)</p>	<p>Επέκταση Μακρυγιάννη, Μπεγουλάκι</p> <p>Έκταση 92,23 ha</p>	
<p>1996</p>	<p>ΦΕΚ 499/Δ/16.5.1996</p> <p>Χαρακτηρισμός ως παραδοσιακού τμήματος της πόλης των Πατρών (Ν. Αχαΐας) και καθορισμός ειδικών όρων και περιορισμών δόμησης αυτού</p>	<p>Καθορίζονται χρήσεις πολεοδομικού κέντρου ενώ στη ζώνη δυτικά του Κάστρου η περιοχή ορίζεται ως αμιγής κατοικία. Σε τομείς της ζώνης επιβάλλεται κεραμοσκεπή, ειδικοί χρωματισμοί και ξύλινα κουφώματα.</p>	


<p>1999</p>	<p>503/98 ΑΠ.Γ.Γ. ΠΕΡΙΦ., ΦΕΚ/Δ/344/19-5-99</p> <p>Έγκριση πολεοδομικής μελέτης ΒΠΑ – ΒΙΟΠΑ προς εξυγίανση Γλαύκου Δήμου Πατρέων (Ν. Αχαΐας)</p>	<p>Επέκταση ΒΠΑ-ΒΙΟΠΑ, Ζαβλάνι</p> <p>Έκταση 63,23 ha</p>	
<p>2003</p>	<p>ΦΕΚ 1470/Β/9.10.2003</p> <p>Περιφερειακό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης (ΠΠΧΣΑΑ) της Περιφέρειας Δυτικής Ελλάδας</p>	<p>Κατευθύνσεις χωρικής ανάπτυξης της περιφέρειας Δυτικής Ελλάδας:</p> <p>Ενίσχυση του διεθνούς και εθνικού ρόλου της ως νότιας - δυτικής πύλης της χώρας προς την Κεντρική Μεσόγειο,</p> <p>Κεντρικός πόλος ανάπτυξης στον αναπτυξιακό άξονα της Αδριατικής – Ιονίου,</p> <p>Τουριστικός – πολιτιστικός προορισμός,</p> <p>Εμπορευματικός - διαμετακομιστικός κόμβος των δικτύων διευρωπαϊκής συνεργασίας και ανάπτυξης στο χώρο της ΝΑ Ευρώπης και</p> <p>Κόμβος νέας τεχνολογίας με εστία τις Πανεπιστημιακές υποδομές και το Τεχνολογικό Πάρκο Πατρών</p>	

2006	ΦΕΚ 496/Δ'6.6.2006	20766/17.5.2006 απόφαση του Υπουργού ΠΕΧΩΔΕ για τον καθορισμό των ορίων του ρυθμιστικού σχεδίου για την ευρύτερη περιοχή των Πατρών. Ορίστηκαν τα διοικητικά όρια των Δήμων Πατρέων, Ρίου, Μεσσήνιδος, Βραχναϊκών, Παραλίας, Αντιρρίου και Ναυπάκτου.	
2008	ΦΕΚ 128/Α/2008 Έγκριση του Γενικού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης	<p>Οι κατευθύνσεις του Γενικού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης (ΓΠΧΣΑΑ) ορίζουν:</p> <p>Η Πάτρα καθορίζεται ως Πρωτεύων Εθνικός Πόλος. Επιλέγεται η ανάπτυξη δραστηριοτήτων και υπηρεσιών διεθνούς και εθνικής ακτινοβολίας, καθώς και η συμμετοχή στην ανάπτυξη διεθνών δικτύων συνεργασίας.</p> <p>Προωθείται:</p> <p>Η ανάδειξή της σε εθνικό πόλο – πύλη και διαμετακομιστικό / εμπορευματικό κέντρο στον διάδρομο της Αδριατικής.</p> <p>Η ανάδειξή της σε κέντρο πολιτισμού.</p> <p>Η ενίσχυσή της στους τομείς της ανώτατης εκπαίδευσης, της έρευνας – τεχνολογίας, του τουρισμού και της υγείας.</p>	



		<p>Η αξιοποίηση των πλεονεκτημάτων της θέσης της στη συνάρθρωση των δύο εθνικών αξόνων ανάπτυξης ΠΑΘΕ και Δυτικού (Ιόνιας οδού) και</p> <p>Η ενίσχυση του ρόλου της στον ευρύτερο χώρο της Πελοποννήσου, της Δυτικής Ελλάδας και των Ιονίων Νήσων (Κεφαλονιά, Ζάκυνθος)</p>	
2009	<p>ΦΕΚ 151/Α.Α.Π./2009</p> <p>Έγκριση ειδικού πλαισίου χωροταξικού σχεδιασμού και αιεφόρου ανάπτυξης για τη Βιομηχανία και της στρατηγικής μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων αυτού</p>	<p>Οι προοπτικές της βιομηχανίας είναι γενικά περιορισμένες, αλλά η ύπαρξη της Πάτρας και της ερευνητικής υποδομής λόγω του Πανεπιστημίου κάνουν την περιοχή ελκυστική για εγκατάσταση επενδύσεων υψηλής τεχνολογίας.</p>	

<p>2011</p>	<p>ΦΕΚ 358/ΑΑΠ/30.12.2011 Αριθμ.5509/103135/23-11-2011 Έγκριση Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου της Δημοτικής Ενότητας Πατρέων Δήμου Πατρέων Νομού Αχαΐας.</p>	<p>Στόχοι: Ανάδειξη του διεθνούς και διαπεριφερειακού ρόλου του πολεοδομικού συγκροτήματος</p> <p>Νέες προοπτικές για την βιώσιμη ανάπτυξη της πόλης λόγω της επίδρασης των μεγάλων έργων: Γέφυρα Ρίου – Αντιρρίου, Ιόνια Οδός, αναβάθμιση του άξονα της ΠΑΘΕ, Δυτικός Σιδηροδρομικός Διευρωπαϊκός Άξονας, αναβάθμιση του σιδηροδρομικού δικτύου, ευρεία παράκαμψη Πατρών, δημιουργία της «Διαγωνίου» .</p> <p>Προσδιορισμός νέου αναπτυξιακού προσανατολισμού και οικονομικής ανασυγκρότησης του Δήμου με έμφαση στον τριτογενή τομέα</p> <p>Προστασία, ανάδειξη και αξιοποίηση των φυσικών και πολιτιστικών πόρων.</p> <p>Αναβάθμιση του αστικού περιβάλλοντος</p> <p>Δημιουργία πολυκεντρικής πόλης και ανασυγκρότηση της αστικής δομής της Πάτρας.</p> <p>Κυκλοφοριακή οργάνωση και εξυγίανση του πολεοδομικού συγκροτήματος</p>	
<p>2011</p>	<p>Ρυθμιστικό Σχέδιο του πρώην Καποδιστριακού Δήμου Πατρέων.</p>	<p>Παράδοση στο ΥΠΕΚΑ του Ρυθμιστικού Σχεδίου του πρώην Καποδιστριακού Δήμου Πατρέων. Δεν θεσμοθετήθηκε.</p>	

2020	ΦΕΚ 845/Δ/24.12.2020 Αναθεώρηση του Περιφερειακού Χωροταξικού Πλαισίου (ΠΧΠ) της Περιφέρειας Δυτικής Ελλάδας και η Περιβαλλοντική Έγκριση αυτού	<p>Στρατηγικός στόχος του νέου ΠΧΠ είναι η αναβάθμιση της Περιφέρειας Δυτικής Ελλάδας σε: Κεντρική περιοχή ανάπτυξης στη μακροπεριφέρεια Αδριατικής-Ιονίου και Νότιας Δυτικής Πύλης της χώρας προς την Κεντρική Μεσόγειο και την ΕΕ. Κόμβος συνδυασμένων διεθνών μεταφορών και κέντρου ανάπτυξης νέων τεχνολογιών στη νοτιοανατολική Ευρώπη.</p> <p>Διεθνής πολιτιστικός προορισμός με επίκεντρο την Αρχαία Ολυμπία-Αρχαία Ήλιδα-Επικούρειο Απόλλωνα.</p> <p>Ενεργειακό παραγωγικό πόλο με αξιοποίηση των κοιτασμάτων υδρογονανθράκων, του υδάτινου δυναμικού και των ΑΠΕ και</p> <p>Περιοχή σύγκλισης έξι διευρωπαϊκών διαδρόμων ανάπτυξης.</p>	
<p>Πηγή: Ίδια επεξεργασία με αρχικά γεωχωρικά δεδομένα από <a href="https://gissrvweb.geopatras.gr/publish_t/webapps/dp/">https://gissrvweb.geopatras.gr/publish_t/webapps/dp/</a> και Εθνικό Τυπογραφείο. Οι χάρτες ρυθμιστικού 1967 και ΓΠΣ 1986 από Σύναδινός Π (1990)</p>			

Το πρώτο ΓΠΣ της Πάτρας θεσμοθετήθηκε με το ΦΕΚ 1061/Δ/7.11.1986 «Έγκριση Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου Πατρών (Δήμου Πατρέων), Αγίου Γεωργίου Ρίου (κοιν. Αγ. Γεωργίου), Παραλίας (κοιν. Παραλίας), Δεμένικων (κοιν. Σαραβαλίου) Ν. Αχαΐας» με βάση τον Ν.1337/1983

Το ΓΠΣ της Πάτρας (1986) ακολουθεί το πρότυπο της μεταπολιτευτικής πολεοδομικής πολιτικής καθορίζοντας το «καταστατικό» σχέδιο ανάπτυξης της πόλης: τα κυκλοφοριακά δίκτυα, την κοινωνική υποδομή, τους ελεύθερους – κοινόχρηστους χώρους, τις αθλητικές εγκαταστάσεις, τις χρήσεις γης και τις περιοχές ειδικών χωρικών παρεμβάσεων. Στο συγκεκριμένο ΓΠΣ όπως και σε άλλα της ίδιας περιόδου, παρουσιάζονται κάποια νεωτερικά στοιχεία όπως η μείωση των συντελεστών δόμησης. Η περιοχή εφαρμογής της μελέτης καλύπτει έκταση 15.000 στρεμμάτων και αφορά σε πληθυσμιακή πρόβλεψη 180.000 κατοίκων. Σύμφωνα με τα παραπάνω, δημιουργούνται 19 συνοικίες και 57 πολεοδομικές ενότητες – γειτονίες για τις οποίες καθορίζονται όροι δόμησης και χρήσεις.

Οι δημιουργηθείσες 19 συνοικίες αποτελούν πράγματι ακόμη και σήμερα, αστικά μορφώματα με συγκεκριμένη και σαφή φυσιογνωμία.

Στον καθορισμό των χρήσεων γης θεσμοθετήθηκαν συνοπτικά τα εξής:

- Τόνωση του σημερινού κέντρου και καθορισμός του ως περιοχή πολλαπλών λειτουργιών
- Πολυκεντρική μορφή της πόλης με δημιουργία διάσπαρτων τοπικών κέντρων και τριών υπερτοπικών κέντρων (βόρειο, ανατολικό και νότιο)
- Χώροι αναψυχής και πρασίνου στο παραθαλάσσιο μέτωπο
- Αθλητικές εγκαταστάσεις και ίδρυση του Πανεπιστημιακού νοσοκομείου περιφερειακής σημασίας στο Ρίο.
- Χώροι πρόνοιας
- Διατήρηση των υπαρχουσών ζωνών βιομηχανίας και χωροθέτηση νέων (Βερναρδέικα και νοτίως του Γλαύκου)
- Χωροθέτηση εμπορικών ζωνών στην είσοδο και έξοδο της πόλης και ζωνών χονδρεμπορίου στο Ρηγανόκαμπο
- Νέα θέση και εκσυγχρονισμός του τερματικού σιδηροδρομικού σταθμού
- Καθορισμός ζωνών ειδικού συντελεστή στα κέντρα των 3 τομέων και στα διάσπαρτα κέντρα
- Καθορισμός ζωνών πολεοδομικών μηχανισμών [ενεργού πολεοδομίας (ΖΕΠ) στο Ρηγανόκαμπο και στο έλος της Αγυιάς, αγοράς συντελεστή (ΖΑΣ) επίσης στο έλος της Αγυιάς, όροι δόμησης κ.λ.π.] και ζώνες οικονομικών και θεσμικών κινήτρων (ΖΟΕ, ζώνες κοινωνικού συντελεστή, ζώνες ειδικής οικονομικής ενίσχυσης)
- Αναπτυξιακή ζώνη τουρισμού από το έλος της Αγυιάς μέχρι τον Αγ. Βασίλειο
- Προστασία και ανάδειξη οικοσυστημάτων (λόφος Κλάους, λόφος Ομπλού, δάσος Άνω Καστριτσίου, καταφύγια θηραμάτων Ελεκίστρας και Κρήνης), προστασία δασών και γεωργικής γης υψηλής παραγωγικότητας

- Προστασία χώρων ιστορικού και αρχιτεκτονικού ενδιαφέροντος
- Μεταφορά οχλουσών χρήσεων
- Οργάνωση ροών και δικτύων

Το τέλος της δεκαετίας του '80 βρίσκει την πόλη σε κοινωνική κρίση. Η αποβιομηχάνιση της Πάτρας από τα τέλη του '80 έως και τα μέσα της δεκαετίας του '90 είχε ως αποτέλεσμα την απώλεια της βιομηχανικής ταυτότητας της πόλης. Μεγάλες βιομηχανικές μονάδες κλείνουν ή μεταφέρονται εκτός Ελλάδος αφήνοντας χιλιάδες άνεργους. Συγκεκριμένα, η Πειραιϊκή –Πατραϊκή έκλεισε το 1992 (3500 εργαζόμενοι), η Pirelli το 1991 (530 εργαζόμενοι), η χαρτοβιομηχανία Λαδόπουλου το 1991 (1200 εργαζόμενοι), η ΒΕΣΟ το 1985 (300 εργαζόμενοι) και η ΜΙΣΚΟ το 1999 (140 εργαζόμενοι).

**Εικόνες 8.9, 8.10, 8.11 Βιομηχανικά κτίρια**



Πειραιϊκή –Πατραϊκή



Χαρτοβιομηχανία  
Λαδόπουλου



Εργοστάσιο ΜΙΣΚΟ

Πηγή: [www.cnn.gr](http://www.cnn.gr)

Πηγή: [www.thebest.gr](http://www.thebest.gr)

Πηγή: *Patras Memories - Αναμνήσεις απ' την παλιά Πάτρα*

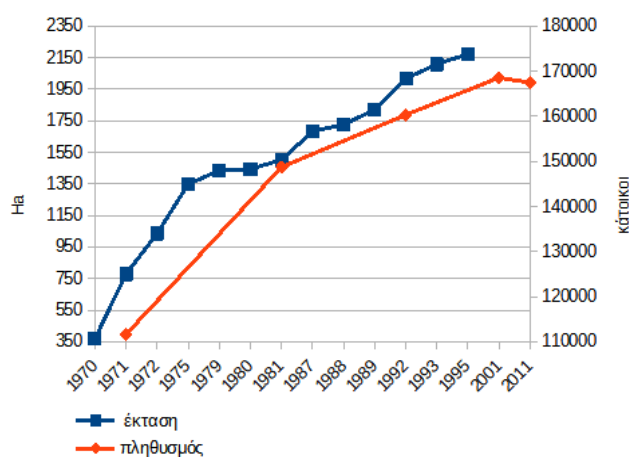
Η περιοχή της ακτής Δυμαίων στην οποία ήταν συγκεντρωμένες οι βιομηχανικές μονάδες στα ανάντι του ποταμού Γλαύκου εγκαταλείπονται, δημιουργώντας μεγάλα κενά χρήσης. Μετά το ΓΠΣ'86, ξεκινάει άλλη μια περίοδος επεκτάσεων της πόλης που καταλήγει στο 1999. Οι επεκτάσεις αυτές προβλέπονται από το ΓΠΣ'86 με στόχο να εντάξουν στο σχέδιο πόλης περιοχές στις οποίες ήδη υπήρχαν μεγάλες ή μικρότερες οικιστικές εστίες.

Η πρώτη επέκταση πραγματοποιήθηκε το 1987 και επρόκειτο για την επέκταση Καστελλόκαμπος με έκταση 58,34 ha. Ακολούθησε το 1988 η επέκταση Ψάχου, Μέμου, Κρύα Ιτέων με έκταση 117,62 ha, επέκταση Γούβα με έκταση 16,09 ha και επέκταση Ανθούπολη, Κάτω Συχαινά με έκταση 46,05 ha. Το 1989 πραγματοποιήθηκε η επέκταση Τριτάκη-Βλατερό, Ασύρματος, Βορείως έξω Αγιά, και Περιβόλα με έκταση 44,48 ha, το 1992 η επέκταση Αρόη, ΚΕΤΕΣ, Σαμακιά, Γηροκομείο με έκταση 56,51 ha και επέκταση Άνω Μποζαϊτικά, Κοτρώνι με έκταση 36,77 ha. Το 1993 γίνεται η επέκταση Αγ. Παντελεήμων, Δυτική Παραλία Προαστείου, Ανατολική Παραλία Προαστείου με έκταση 97,51 ha και επέκταση Δεμένικα με έκταση 99,3 ha. Το 1995 πραγματοποιείται η επέκταση Μακρυγιάννη, Μπεγουλάκι με έκταση 92,23 ha ενώ τέλος το 1999 η επέκταση ΒΙΠΑ-ΒΙΟΠΑ, Ζαβλάνι με έκταση 63,23 ha. Από το 1981 έως το 1999 στην πόλη προστέθηκαν 728,37 ha, ποσοστό 67,74%

περισσότερο σε σχέση με το 1980. Οι εκτάσεις προέκυψαν από ίδια επεξεργασία βασισμένη στο ψηφιακό αρχείο των επεκτάσεων του Δ. Πατρέων ([https://gissrvweb.geopatras.gr/publish\\_t/webapps/dp/](https://gissrvweb.geopatras.gr/publish_t/webapps/dp/)).

Την εικοσαετία 1981 – 2001 ο μόνιμος πληθυσμός ήταν 160.303 κάτοικοι το 1991 και 168.530 κάτοικοι το 2001, με την αύξηση πληθυσμού να είναι της τάξης του 13,33%. Στο διάγραμμα που ακολουθεί απεικονίζονται οι αυξήσεις των εκτάσεων στο σχέδιο πόλης λόγω των επεκτάσεων από το 1971 μέχρι το 1999 και οι αυξήσεις πληθυσμού για την ίδια περίοδο.

**Διάγραμμα 8.1: Επεκτάσεις 1971-1995 και Μόνιμος πληθυσμός 1971-2011**



Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Από το διάγραμμα είναι εμφανές ότι προστέθηκαν εκτάσεις πολλαπλάσιες των πληθυσμιακών αναγκών με αποτέλεσμα να έχει δημιουργηθεί αραιός ιστός καθώς η πόλη επεκτείνεται διαρκώς προς όλες τις κατευθύνσεις πλην της δυτικής (ακτογραμμής).

Ο νέος νόμος 2508/1997 «Βιώσιμη οικιστική ανάπτυξη των πόλεων και οικισμών της χώρας και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ 124/Α/13.06.1997) που στόχο είχε να ολοκληρώσει, βελτιώσει και προσαρμόσει το παραδοσιακό πρότυπο σχεδιασμού στις απαιτήσεις της βιώσιμης ανάπτυξης έδωσε στον Καποδιστριακό Δήμο Πατρέων ένα σύγχρονο ΓΠΣ ενώ ο Ν.2742/1999 «Χωροταξικός σχεδιασμός και αιεφόρος ανάπτυξη και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ 207/Α/7.10.1999) από την άλλη έβαλε την περιοχή μελέτης στον αναπτυξιακό χάρτη της Ελλάδας ορίζοντας τις αναπτυξιακές του κατευθύνσεις.

Το δεύτερο -και ισχύον σήμερα- ΓΠΣ του Καποδιστριακού Δήμου Πατρέων κυρώθηκε με την Αριθμ.5509/103135/23-11-2011 απόφαση (ΦΕΚ 358/ΑΑΠ/30.12.2011, «Έγκριση Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου της Δημοτικής Ενότητας Πατρέων Δήμου

Πατρέων Νομού Αχαΐας»). Ήταν το αποτέλεσμα μιας διαδικασίας που κράτησε από το 2004 έως το 2010 και εκτός της σύνταξης των σταδίων της μελέτης, αφορούσε επίσης σε διαβουλεύσεις του Δήμου με τις δημοτικές παρατάξεις, τους φορείς, τους συλλόγους και τους πολίτες.

Στις βασικές αρχές οργάνωσης συναντώνται όλες οι κατευθυντήριες αρχές του υπερκείμενου χωροταξικού σχεδιασμού (ο οποίος προηγήθηκε) για την ανάπτυξη του Δήμου με έτος αναφοράς το 2021. Ειδικότερα για την εδραίωση του διακριτού ρόλου της Πάτρας εντός του πλέγματος πόλων και αξόνων ανάπτυξης προωθείται:

ως πρωτεύον πόλος ανάπτυξης και διασύνδεσης με τον περιβάλλοντα χώρο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, των Βαλκανίων και της Μεσογείου- πύλη στον Αδριατικό διάδρομο, κέντρο Ανώτατης Εκπαίδευσης, Έρευνας και Τεχνολογίας, κόμβος συνδυασμένων μεταφορών και πολιτισμού καθώς και κόμβος των εθνικών αναπτυξιακών αξόνων (ΠΑΘΕ, Ρίο-Αντίρριο, Ιόνια οδός, Δυτικός διευρωπαϊκός σιδηροδρομικός άξονας, δημιουργία της «Διαγωνίου»)

Στις κατευθύνσεις του ΓΠΣ 2011 σημειώνονται:

- Ο περιορισμός της εκτός σχεδίου δόμησης και η κάλυψη των οικιστικών αναγκών σε συγκεκριμένους οικιστικούς υποδοχείς με λελογισμένες επεκτάσεις,
- Η θεσμοθέτηση ζωνών προστασίας της φύσης στις οποίες θα απαγορεύεται η δόμηση,
- Η διασφάλιση της γεωργικής γης ως παραγωγικού πόρου και ιδιαίτερα αυτής της υψηλής παραγωγικότητας και η προστασία της από την οικιστική διάχυση και την άναρχη αστικοποίηση,
- Η ισόρροπη και αλληλοστηριζόμενη ανάπτυξη αστικού περιαστικού και αγροτικού χώρου,
- Η δημιουργία πολυκεντρικής και συμπαγούς πόλης,
- Η κυκλοφοριακή οργάνωση, η διεύρυνση του κυκλοφοριακού δικτύου, η αποθάρρυνση του Ι.Χ και η αναβάθμιση της σιδηροδρομικής σύνδεσης,
- Η διατήρηση και ανάδειξη της πολιτιστικής αρχιτεκτονικής, ιστορικής κληρονομιάς και η δημιουργία ενιαίων δικτύων πολιτιστικών διαδρομών και φυσικού περιβάλλοντος,
- Η βελτίωση της ποιότητας ζωής στις πόλεις και στην ύπαιθρο.

## **8.6 Το Χωροταξικό Πλαίσιο της περιοχής μελέτης**

Για την περιοχή μελέτης έχουν θεσμοθετηθεί:

- το Περιφερειακό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης (ΠΠΧΣΑΑ) της Περιφέρειας Δυτικής Ελλάδας ΦΕΚ 1470/Β/9.10.2003
- η Αναθεώρηση του Περιφερειακού Χωροταξικού Πλαισίου (ΠΧΠ) της Περιφέρειας Δυτικής Ελλάδας και η Περιβαλλοντική Έγκριση αυτού (ΦΕΚ 845/Δ/24.12.2020)

ενώ για την ευρύτερη περιοχή μελέτης υπάρχουν και οι κατευθύνσεις του Γενικού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης (ΓΠΧΣΑΑ) (ΦΕΚ 128/Α/2008) καθώς και το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τη Βιομηχανία (ΦΕΚ 151/Τ.Α.Α.Π./2009)

Σύμφωνα με τις κατευθύνσεις του ΓΠΧΣΑΑ (ΦΕΚ 128/Α/2008), η Πάτρα δεσπόζει ενός πλέγματος αξόνων ανάπτυξης, το οποίο αποτελείται από τα στρατηγικά δίκτυα μεταφορών και υποδομών. Συγκεκριμένα, από:

- τον Δυτικό Άξονα (Ιόνια οδός), συνδέοντας πρωτεύοντες εθνικούς αναπτυξιακούς πόλους (Πάτρα - Ιωάννινα) και άλλους, σημαντικούς σε εθνικό επίπεδο, πόλους ανάπτυξης (Ηγουμενίτσα, Κέρκυρα, Καλαμάτα και Αγρίνιο).
- τον Ανατολικό Χερσαίο Άξονα (ΠΑΘΕ) και περιλαμβάνει τα μητροπολιτικά κέντρα (πόλους) της Αθήνας και της Θεσσαλονίκης, πρωτεύοντες εθνικούς πόλους (Πάτρα, δίπολο Λάρισα–Βόλος) και άλλους σημαντικούς σε εθνικό επίπεδο πόλους ανάπτυξης (Λαμία, Χαλκίδα, Κατερίνη). Συνδέεται άμεσα και έμμεσα (μέσω της Εγνατίας Οδού) με το σύνολο των χερσαίων πυλών εισόδου / εξόδου της χώρας, καθώς και με διεθνείς θαλάσσιους άξονες.
- τον Διαγώνιο Άξονα, που αναπτύσσεται κατά μήκος του οδικού άξονα Λαμία–Ιτέα / Άμφισσα– Αντίρριο – Πάτρα και διασυνδέει άμεσα τον διεθνή λιμένα της Πάτρας με την κεντρική Ελλάδα, μέσω της Λαμίας

Στα δίκτυα υποδομών επισημαίνεται επίσης η αναγκαιότητα ολοκλήρωσης της σιδηροδρομικής σύνδεσης της Πάτρας και η παροχή υψηλής ποιότητας συνδυασμένων μεταφορών στο εμπορευματικό τμήμα του λιμένα της πόλης.

Ειδικότερα, για την εδραίωση του διακριτού ρόλου της Πάτρας, το ΓΠΧΣΑΑ προωθεί:

- Την ανάδειξή της σε εθνικό πόλο – πύλη και διαμετακομιστικό/εμπορευματικό κέντρο στον Αδριατικό διάδρομο.
- Την προβολή της ως κέντρο πολιτισμού.
- Την ενίσχυσή της στους τομείς της ανώτατης εκπαίδευσης, της έρευνας – τεχνολογίας, του τουρισμού και της υγείας.



**Εικόνες 8.12, 8.13 Γενικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης**



Πύλες – Πόλοι και Άξονες Ανάπτυξης  
 Πηγή: Γενικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης

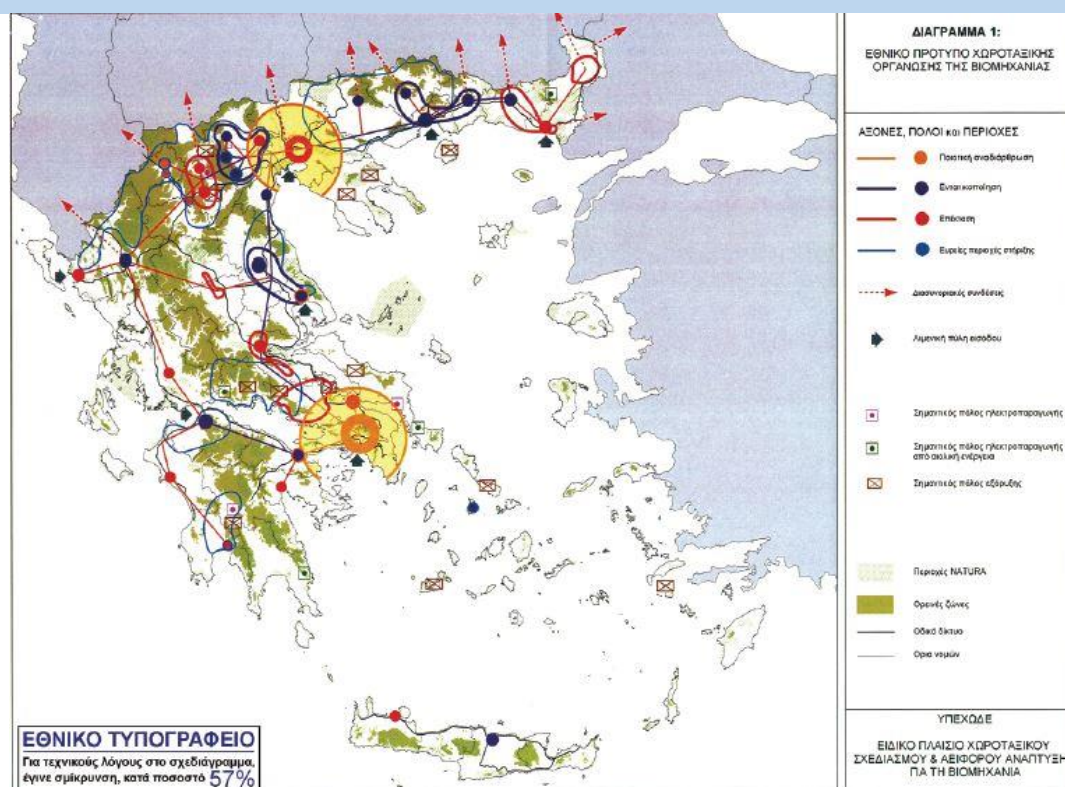
Μεταφορική υποδομή  
 Πηγή: Γενικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης

Το ΠΠΧΣΑΑ Περιφέρειας Δυτικής Ελλάδας (ΦΕΚ 1470/Β’/2003) καθορίζει επίσης την Πάτρα ως αναπτυξιακό πόλο με τους κάτωθι ρόλους:

- Νότια-δυτική Πύλη της χώρας προς την Κεντρική Μεσόγειο
- Κεντρικός πόλος ανάπτυξης στον αναπτυξιακό άξονα της Αδριατικής
- Πολιτιστικός προορισμός
- Εμπορευματικός – διαμετακομιστικός κόμβος των δικτύων διευρωπαϊκής συνεργασίας (ΔΕΔ-Μ)
- Κόμβο νέων τεχνολογιών με εστία τις Πανεπιστημιακές υποδομές και το Τεχνολογικό Πάρκο Πατρών.

Στα δύο παραπάνω πλαίσια, παρατηρείται απόλυτη συνάφεια στον σχεδιασμό του ρόλου της πόλης. Το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τη Βιομηχανία, αναγνωρίζει την Πάτρα ως λιμενική πύλη εισόδου – πόλο ανάπτυξης, που διαθέτει ήδη σχετικά ισχυρή βιομηχανική βάση σε συνδυασμό με υποδομές και άλλα συγκριτικά πλεονεκτήματα που μπορούν να στηρίξουν την περαιτέρω ενίσχυσή της καθώς και την ευρύτερη περιοχή της πόλης ως περιοχή εντατικοποίησης της βιομηχανίας. Στο πολεοδομικό συγκρότημα Πατρών λειτουργεί το ΒΙΟΠΑ Γλαύκου Πατρών (600στρ.) καθώς και το Επιστημονικό Πάρκο του Πανεπιστημίου Πατρών στο Ρίο. Η ΒΙΠΕ Πατρών λειτουργεί στην περιοχή της Κάτω Αχαΐας.

Εικόνα 8.14 Εθνικό Πρότυπο Χωροταξικής Οργάνωσης της Βιομηχανίας



### Εθνικό Πρότυπο Χωροταξικής Οργάνωσης της Βιομηχανίας

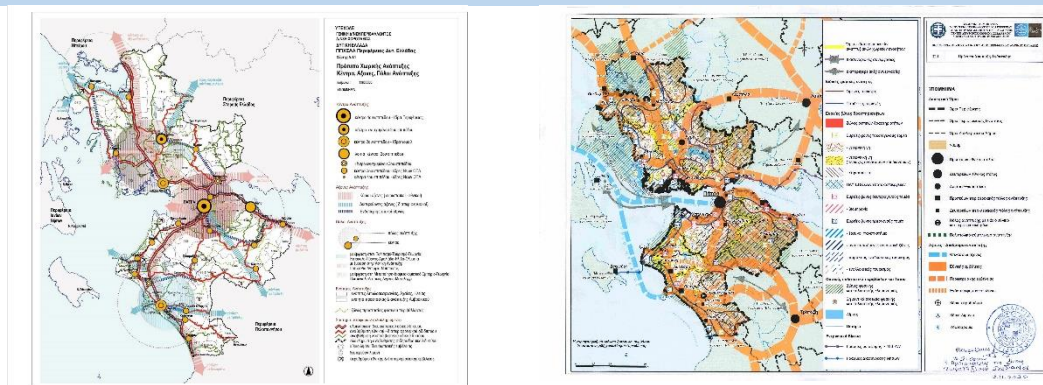
Πηγή: Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τη Βιομηχανία

Στην Αναθεώρηση του ΠΧΠ της Περιφέρειας Δυτικής Ελλάδας και της Περιβαλλοντικής Έγκρισης αυτού (ΦΕΚ 845/Δ/24.12.2020), δεν αλλάζει ο αναπτυξιακός ρόλος της Πάτρας.

- Η Πάτρα αποτελεί σημαντικό πρωτεύοντα εθνικό πόλο ανάπτυξης σε ολόκληρο το δυτικό διαμέρισμα της χώρας και νότια/δυτική πύλη της, με συγκριτικά πλεονεκτήματα στις μεταφορές, στις υπηρεσίες – τεχνολογία – καινοτομία και στον πολιτισμό.
- Ο λιμένας Πάτρας αποτελεί βασική πύλη της Ελλάδας από/προς την Ευρώπη, με κύρια ενδοχώρα την περιοχή της Αθήνας, τη Στερεά Ελλάδα, την Πελοπόννησο και τη νησιωτική χώρα.
- Κύρια στρατηγική κατεύθυνση αποτελεί η ενίσχυση και ανάδειξη του διεθνούς και εθνικού ρόλου της ως κόμβο συνδυασμένων μεταφορών και ως εμπορικού και διαμετακομιστικού κόμβου στο χώρο της Μακροπεριφέρειας Αδριατικής – Ιονίου
- Αποτελεί περιοχή σύγκλισης έξι αναπτυξιακών αξόνων (ΔΕΔ-Μ, εθνικοί σιδηροδρομικοί άξονες) με άμεση αναγκαιότητα την ολοκλήρωση της κατασκευής και λειτουργίας του εμπορικού τμήματος του νέου λιμένα Πατρών

και τη χωροθέτηση και λειτουργία του εμπορευματικού κέντρου Πατρών σε άμεση συσχέτιση με το νέο λιμένα Πατρών).

### Εικόνες 8.15, 8.16 Πρότυπο Χωρικής Ανάπτυξης



Πρότυπο Χωρικής Ανάπτυξης  
Πηγή: ΠΠΧΣΑΑ Περιφέρειας Δυτικής Ελλάδας, 2003

Πρότυπο Χωρικής Ανάπτυξης  
Πηγή: Αναθεώρηση του ΠΧΠ της Περιφέρειας Δυτικής Ελλάδας, 2020

## 8.7 Ζητήματα ολοκλήρωσης του υπερκείμενου σχεδιασμού. Οι ρόλοι της πόλης

Σημαντικό είναι βέβαια να αξιολογηθεί ποια από τα έργα που δίνουν στην πόλη τους προαναφερθέντες ρόλους έχουν πραγματοποιηθεί και εάν οι ρόλοι αυτοί έχουν αναληφθεί από την Πάτρα. Αναφορικά με τα χωροταξικά πλαίσια (ΓΠΧΣΑΑ, ΠΠΧΣΑΑ Περιφέρειας Δυτικής Ελλάδας και ΕΠΧΣΑΑ για τη Βιομηχανία) παρατηρούνται τα εξής:

Ο χερσαίος άξονας Ελευσίνα - Πάτρα υπό το όνομα Ολυμπία οδός ή αυτοκινητόδρομος Α8 (ΦΕΚ 253/Τ.Α.Α.Π/21.12.2015) ολοκληρώθηκε το 2017. Αποτελεί τμήμα της Ευρωπαϊκής οδού Ε94.

Η Ιόνια οδός ή αυτοκινητόδρομος Α5, γνωστή και ως Δυτικός άξονας, τμήμα της Ευρωπαϊκής οδού Ε55, περιλαμβάνει – στην ευρύτερη περιοχή της Πάτρας- ολοκληρωμένα και μη τμήματα. Η Περιμετρική (ευρεία παράκαμψη) Πατρών (ολοκλήρωση 2003) που συνδέει την Ολυμπία οδό με την Ε.Ο Πατρών – Πύργου και αποτελεί τμήμα της Ιόνιας οδού από το 2008 και η γέφυρα Ρίου-Αντιρρίου (ολοκλήρωση 2004) υλοποιούν τη ζεύξη με την Στερεά Ελλάδα. Το τμήμα Πάτρα – Πύργος που ξεκινά από το τέλος της Περιμετρικής Πατρών στο Μιντιλόγλι συνδέοντας την Πάτρα με την πόλη του Πύργου είναι έργο υπό κατασκευή.

Ο Διαγώνιος άξονας Πάτρα – Ιτέα - Λαμία ή αυτοκινητόδρομος Α3 βρίσκεται σε στάδιο ανάδειξης προσωρινών αναδόχων για τμήματά του.

Η σιδηροδρομική υποδομή της Πάτρας στο τμήμα Αίγιο – Πάτρα – λιμάνι Πάτρας παραμένει ανολοκλήρωτη.

Επίσης, δεν έχει υλοποιηθεί ο στρατηγικός στόχος- κατεύθυνση για ανάδειξη της πόλης ως εμπορευματικός – διαμετακομιστικός κόμβος των δικτύων διευρωπαϊκής συνεργασίας, ένας στόχος τόσο εθνικός όσο και ευρωπαϊκός ο οποίος αποτελεί κύρια επιλογή για τη βιώσιμη ανάπτυξη και την εδαφική συνοχή της Περιφέρειας (Μελέτη Αξιολόγησης, Αναθεώρηση και Εξειδίκευση του Περιφερειακού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης Περιφέρειας Δυτικής Ελλάδας, 2014 και McKinsey&Company, 2011)

Η Μελέτη Αξιολόγησης, Αναθεώρησης και Εξειδίκευσης του Περιφερειακού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης Περιφέρειας Δυτικής Ελλάδας (2014) σημειώνει επίσης την έλλειψη ανάδειξης της πόλης σε πολιτιστικό προορισμό, ενώ οι σημαντικές υποδομές έρευνας και τεχνολογίας όπως το Πανεπιστήμιο Πατρών (μαζί με το πρώην ΤΕΙ Πατρών), το Επιστημονικό Πάρκο Πατρών, το Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων (Ι.Τ.Υ.Ε.) «Διόφαντος», το Ινστιτούτο Βιομηχανικών Συστημάτων (ΙΝ.ΒΙ.Σ.), το Ινστιτούτο Επιστημών Χημικής Μηχανικής (ΙΕΧΜΗ), ο Ευρωπαϊκός Κόμβος Ψηφιακής Καινοτομίας για την Ψηφιακή Διακυβέρνηση – GR digiGOV innoHUB ο οποίος υποστηρίζει την ανάπτυξη μιας νέας γενιάς δημόσιων υπηρεσιών που βασίζονται σε προηγμένες ψηφιακές τεχνολογίες, εκπλήρωσαν τον ρόλο της Πάτρας ως κόμβο νέων τεχνολογιών και καινοτομίας

Είναι λοιπόν πρόδηλο, ότι η οικονομική κρίση που βίωσε η χώρα με τους υψηλούς δείκτες στο δημόσιο χρέος και τη χαμηλή ανταγωνιστικότητα της οικονομίας δεν επέτρεψε στην Πάτρα να ολοκληρώσει εντός ορίζοντα 15ετίας (από το 2003) τον διεθνή της ρόλο καθώς υπήρξε στασιμότητα και μεγάλες καθυστερήσεις στα προγραμματιζόμενα μεγάλα έργα υποδομών. Παράλληλα, είναι εμφανές ότι η ολοκλήρωση των σημαντικών μεταφορικών υποδομών αποτελεί τον κυρίαρχο στόχο στα μέχρι σήμερα ολοκληρωμένα έργα. Η προτεραιότητα αυτή δεν αλλάζει ούτε στο Περιφερειακό Πρόγραμμα Ανάπτυξης (ΠΠΑ) της Περιφέρειας Δυτικής Ελλάδας 2021-2025 (ΦΕΚ 5926/Β/16.12.2021), σύμφωνα με το οποίο από τους πέντε αναπτυξιακούς στόχους, το μεγαλύτερο μέρος των ενταγμένων έργων του εθνικού ΠΔΕ της Περιφέρειας κατανέμεται στον στόχο «Ανάπτυξη Υποδομών» με κόστος 292.399.402,57 € ή ποσοστό 58,21%.

Στην Μελέτη Αξιολόγησης, Αναθεώρησης και Εξειδίκευσης του Περιφερειακού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης Περιφέρειας Δυτικής Ελλάδας (2014) μετατίθεται ο χρονικός ορίζοντας υλοποίησης στο 2030 αν και εκτιμάται ότι κυρίως από την 10ετία του 2020 και εξής θα ενισχυθεί τόσο ο διεθνής όσο και ο εθνικός ρόλος της περιφέρειας, με απαραίτητη προϋπόθεση την ολοκλήρωση των διευρωπαϊκών δικτύων που αφορούν στα μεγάλα έργα και υποδομές μεταφορών.

## 8.8 Ζητήματα αστικού σχεδιασμού στην περιοχή μελέτης. Οι χρήσεις γης και η αστική διάχυση.

Στο ΓΠΣ 2011, οι στόχοι των ρυθμίσεων αφορούν αφενός στη χωρική ολοκλήρωση του ρόλου της πόλης όπως αναφέρθηκε στο αντίστοιχο υποκεφάλαιο του χωροταξικού σχεδιασμού και αφετέρου στην ισόρροπη αστική ανάπτυξη του αστικού περιαστικού και αγροτικού χώρου. Με αυτό το σκεπτικό, αναλύονται αφενός οι χρήσεις γης στην περιοχή μελέτης και αφετέρου επισημαίνονται οι βασικές αρχές οργάνωσης/κατευθύνσεις που στόχο έχουν την ανάσχεση της αστικής διάχυσης.

Το σύνολο των επεκτάσεων που αναλύθηκε σε προηγούμενα κεφάλαια δημιούργησε πυκνό ιστό στο κέντρο και αραιότερο στις περιοχές των επεκτάσεων. Παράλληλα, η εκτός σχεδίου δόμηση εξακολουθεί να υφίσταται περιμετρικά του θεσμοθετημένου σχεδίου πόλης και μέχρι την ευρεία παράκαμψη Πατρών, σε περιοχές αγροτικών κυρίως εκτάσεων. Η αργή ολοκλήρωση του οδικού δικτύου στις περιοχές με αραιό ιστό καθιστά αδύνατη την δημιουργία κέντρου γειτονιάς. Οι βασικές δραστηριότητες εξακολουθούν να συγκεντρώνονται στην περιοχή του κέντρου. Η περιοχή του «παλαιού σχεδίου» είναι πυκνοδομημένη με μεγάλα ύψη και περιλαμβάνει χρήσεις όπως διοίκηση, εμπόριο, γραφεία, πολιτιστικές λειτουργίες, αναψυχή και τουρισμός. Ειδικά για τη διοίκηση συγκεντρώνονται το Δημαρχείο, τα δικαστικά κτίρια, τα επιμελητήρια (οικονομικό, τεχνικό, γεωτεχνικό, εμπορικό και βιομηχανικό), το υποθηκοφυλακείο καθώς επίσης νομαρχιακές και τοπικές υπηρεσίες (Φίλων και Συνεργάτες Ο.Ε, 2006). Στο κέντρο επίσης βρίσκονται μεταφορικές υποδομές όπως το ΚΤΕΛ Ν. Αχαΐας, Ν. Ζακύνθου και Ν. Κεφαλληνίας, ο σιδηροδρομικός σταθμός και οι εγκαταστάσεις του πρώην κεντρικού λιμένα. Οι εμπορικές λειτουργίες βρίσκονται επίσης στην συγκεκριμένη περιοχή μαζί με τις υπηρεσίες τουρισμού και την αναψυχή η οποία συγκεντρώνεται στις πλατείες, στους κεντρικούς πεζόδρομους και στις παρακείμενες αυτών οδούς. Τα παραπάνω ερμηνεύουν γιατί η Πάτρα παραμένει μια μονοκεντρική πόλη με ελάχιστες γραμμικές επεκτάσεις των κεντρικών λειτουργιών της κατά μήκος δύο ή τριών βασικών αξόνων (Φίλων και Συνεργάτες Ο.Ε, 2006)

Στις γραμμικές αυτές επεκτάσεις κατά μήκος της εθνικής οδού Πατρών – Αθηνών (στο βόρειο τμήμα της πόλης) και κατά μήκος των οδών οδού Παπανδρέου και Ακρωτηρίου (στο νότιο τμήμα) μέχρι και νότια του ΒΙΟΠΑ του Γλαύκου απαντώνται εμπορικές κυρίως χρήσεις και υπεραγορές ενώ στις παραγλαύκιες αρτηρίες απαντώνται βιοτεχνικές χρήσεις. Ο τρόπος με τον οποίο αναπτύχθηκε η πόλη βόρεια και νότια του κέντρου, δημιούργησε δύο τμήματα με διαφοροποίηση στο είδος των χρήσεων.

Οι παραγωγικές-μεταποιητικές δραστηριότητες βρίσκονται κυρίως νότια της περιοχής μελέτης: γραμμικά στο ΒΙΠΑ-ΒΙΟΠΑ Γλαύκου (χονδρεμπόριο και βιοτεχνία), στο Κοτρώνι και στην ακτή Δυμαίων πλησίον του νέου λιμένα. Η Λαχαναγορά βρίσκεται επίσης στη νότια περιοχή της Μεταμόρφωσης του Σωτήρος.

Το χονδρεμπόριο απαντάται επίσης στις παρυφές της πόλης. Βόρεια εκατέρωθεν και κατά μήκος της εθνικής οδού Αθηνών – Πατρών και νότια κατά μήκος της ακτής

Δυμαίων δημιουργώντας κυκλοφοριακές και περιβαλλοντικές οχλήσεις. Γενικά, παρατηρούνται υπερτοπικές εμπορικές δραστηριότητες βορείως και νοτίως της περιοχής μελέτης στην περιοχή του Προαστείου, της Ανθούπολης, της Ανθείας, της Εγλυκάδας και των Ιτέων-Λεύκας. Η Δημοτική Λαχαναγορά Πατρών βρίσκεται επίσης στην περιοχή του ΒΙΟΠΑ του Γλαύκου.

Η κατοικία είναι διάσπαρτη σε ολόκληρη την περιοχή μελέτης. Οι περιοχές βορείως του κέντρου περιλαμβάνουν κυρίως αμιγή κατοικία με μικρές εξυπηρετήσεις λιανικού εμπορίου και μέτριο προς αραιό αστικό ιστό ενώ οι περιοχές νοτίως του κέντρου παρουσιάζουν επίσης μέτριο προς αραιό ως και πολύ αραιό ιστό (Μπεγουλάκι, Βόρεια Οβρυά) με τις εμπορικές χρήσεις να κατανέμονται γραμμικά κατά μήκος του κεντρικού άξονα Ακρωτηρίου-Δημοκρατίας (Οβρυά).

Οι γεωργικές εκτάσεις συγκεντρώνονται στα ανατολικά και νότια της περιοχής μελέτης και αποτελούνται κυρίως από ελαιοκαλλιέργειες και μόνιμες καλλιέργειες, κυρίως εσπεριδοειδών. Τα προβλήματα των χρήσεων γης στις εκτάσεις αυτές αφορούν κυρίως στον πολυτεμαχισμό και στο μικρό μέγεθος των αγροτεμαχίων.

Σημαντικές χρήσεις βρίσκονται έξω από την περιοχή μελέτης όπως το Πανεπιστήμιο Πατρών και το Πανεπιστημιακό Νοσοκομείο Πατρών τα οποία βρίσκονται στο Ρίο

Είναι λοιπόν προφανές, χωρίς να δηλώνεται σαφώς από το ΓΠΣ 2011 (ΦΕΚ 358/ΑΑΠ/30.12.2011), ότι η περιοχή βρίσκεται σε αστική διάχυση. Συγκεκριμένα, αναφέρει τις εξής βασικές αρχές οργάνωσης/κατευθύνσεις

- Το ΓΠΣ αναγνωρίζει το φαινόμενο στο μοτίβο της πόλης προτείνοντας πολυκεντρική και συμπαγή πόλη. Πρόκειται δηλ. για δράσεις αντιστροφής/ανάσχεσης του φαινομένου της αστικής διάχυσης, καθώς η πολυκεντρική ανάπτυξη είναι το αστικό μοντέλο που προωθείται τα τελευταία χρόνια ως λύση στο διάσπαρτο αστικό τοπίο που σχηματίστηκε κατά τη φάση της αστικής διάχυσης (Hall & Pain, 2006) ενώ η συμπαγής πόλη προτείνεται ως λύση στην αστική διάχυση (EEA, 2006) με στόχο την βιώσιμη εξέλιξη των πόλεων.
- Στον τομέα της κυκλοφοριακής οργάνωσης, το ΓΠΣ προτείνει τη διεύρυνση του κυκλοφοριακού δικτύου και την αποθάρρυνση του Ι.Χ. Κατά τους Ewing et al. (2002), η κακή προσβασιμότητα και η εξάρτηση από το Ι.Χ αποτελούν σημαντικές επιπτώσεις της αστικής διάχυσης.
- Η αγροτική γη είναι ιδιαίτερα ευάλωτη απέναντι στην αστική διάχυση (EEA, 2006). Το ΓΠΣ αναγνωρίζει την αναγκαιότητα διασφάλισης της γεωργικής γης ως παραγωγικού πόρου προτείνοντας ιδιαίτερος την προστασία της γης υψηλής παραγωγικότητας έναντι της οικιστικής διάχυσης και της άναρχης αστικοποίησης.
- Επίσης, το ΓΠΣ προτείνει την αποτροπή της παρόδιας ανάπτυξης μονάδων μεταποίησης στους μη κλειστούς αυτοκινητοδρόμους. Συνεπώς προσπαθεί να αποτρέψει τον τύπο της αστικής διάχυσης που ορίζεται ως γραμμική αστική

ανάπτυξη κατά μήκος των οδικών αξόνων (Nelson and Duncan, 1995). Μάλιστα κατά τον Ewing (1997), ο συγκεκριμένος τύπος διάχυσης αποτελεί ένα από τα τέσσερα χωρικά χαρακτηριστικά της αστικής διάχυσης.

- Τέλος, το ΓΠΣ προτείνει λελογισμένες επεκτάσεις και περιορισμό της εκτός σχεδίου δόμησης, οι οποίες ευθύνονται για τον χαλαρό αστικό ιστό και την αστική διάχυση εντός και εκτός των επεκτάσεων.

Επίσης το ΓΠΣ 2011 αναγνωρίζει την συγκρούσεις μεταξύ αγροτικής και αστικής γης -αν και δεν αναφέρονται ως τέτοιες- προωθώντας κατευθύνσεις προστασίας της.

Συγκεκριμένα,

- Διασφάλιση της γεωργικής γης ως παραγωγικού πόρου προτείνοντας ιδιαίτερος την προστασία της γης υψηλής παραγωγικότητας έναντι της οικιστικής διάχυσης και της άναρχης αστικοποίησης (ΓΠΣ 2011, ΦΕΚ 358/ΑΑΠ/30.12.2011)
- Προστασία των φυσικών αγροτικών τοπίων, φυτοφρακτών και οικοσυστημάτων και την παράλληλη ανάπτυξη ειδικών μορφών τουρισμού (αγροτουρισμός, οικοτουρισμός) (ΓΠΣ 2011, ΦΕΚ 358/ΑΑΠ/30.12.2011)
- Ανάπτυξη της γεωργικής παραγωγής, και την οργάνωση ζωνών ανάπτυξης παραγωγικών δραστηριοτήτων, με ενσωμάτωση των παραμέτρων περιβαλλοντικής διαχείρισης σε κάθε στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας και της διαχείρισης των αποβλήτων (ΓΠΣ 2011, ΦΕΚ 358/ΑΑΠ/30.12.2011)

Τέλος, ενώ το ΓΠΣ 2011 προωθεί την ολοκλήρωση των μεγάλων αναπτυξιακών μεταφορικών έργων που τίθενται από τον υπερκείμενο σχεδιασμό και αφορούν στο ρόλο της περιοχής, δεν προτείνει κατευθύνσεις προστασίας του αστικού και περιαστικού χώρου από αυτά.

- Αναβάθμιση του άξονα της ΠΑΘΕ (Πάτρα-Αθήνα-Θεσσαλονίκη-Εύζωνοι) στο τμήμα Κορίνθου-Πατρών
- Ολοκλήρωση της ευρείας παράκαμψης Πατρών
- Δημιουργία της «Διαγωνίου» (Πάτρα – Αντίρριο-Ναύπακτος-Άμφισσα-Λαμία-Βόλος)
- Ενίσχυση του διεθνούς ρόλου του Λιμένα της Πάτρας με τη δημιουργία εξειδικευμένων υποδομών εφοδιαστικών υπηρεσιών και την ενεργοποίηση του Αδριατικού / Ιόνιου Θαλάσσιου Αυτοκινητόδρομου, ο οποίος έχει ενταχθεί στα Διευρωπαϊκά Δίκτυα Μεταφορών
- Δυτικός Σιδηροδρομικός Διευρωπαϊκός Άξονας. Ολοκλήρωση της αναβάθμισης του κεντρικού σιδηροδρομικού άξονα ΠΑΘΕ/Π (ηλεκτροκίνηση υψηλών ταχυτήτων με τηλεδιοίκηση και ευφυή συστήματα διαχείρισης κυκλοφορίας κ.α), που συνδέεται και με τον Πανευρωπαϊκό Σιδηροδρομικό Διάδρομο IV
- Αξιοποίηση των γειτονικών αερολιμένων και κυρίως του κρατικού αερολιμένα του Άραξου για την εξυπηρέτηση του μεγάλου αστικού κέντρου της Πάτρας,

με την αναβάθμιση των μεταφορικών υποδομών από και προς το αεροδρόμιο και τη διασύνδεση του με το αστικό κέντρο της Πάτρας με μέσο σταθερής τροχιάς, προαστιακού τύπου.



## Βιβλιογραφία κεφαλαίου 8

Couch, C., Petschel-Held, G., & Leontidou, L. (Eds.). (2008). *Urban sprawl in Europe: landscape, land-use change and policy*. John Wiley & Sons.

EEA, (2006), Urban Sprawl in Europe. The Ignored Challenge. EEA Report No. 10/2006

Εργαστήριο Αρχιτεκτονικής Τεχνολογίας και Σχεδιασμού του Χώρου, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών (1986), «Μεθοδολογική προσέγγιση στην ανάλυση προβληματικής, προοπτικής, και διαδικασίας σχεδιασμού για το Ελληνικό Αστικό Κέντρο. Ειδική εφαρμογή: Πολεοδομική Αναβάθμιση Πάτρας», Πάτρα

Ewing, R. (1997). Is Los Angeles-style sprawl desirable?. *Journal of the American planning association*, 63(1), 107-126

Ewing, R., Pendall, R. and Chen, D. (2002) Measuring sprawl and its impact, Smart Growth America, Washington DC.

Hall, P. G., & Pain, K. (Eds.). (2006). *The polycentric metropolis: learning from mega-city regions in Europe*. Routledge.

N. 1337/1983 (ΦΕΚ 33/Α/14.3.1983) «Επέκταση των πολεοδομικών σχεδίων, οικιστική ανάπτυξη και σχετικές ρυθμίσεις». Κωδικοποιημένο κείμενο με τροποποιήσεις, διαθέσιμο στο <https://www.kodiko.gr/nomothesia/document/286147/nomos-1337-1983>, τελευταία πρόσβαση στις 10/7/2023

N. 2508/1997 (ΦΕΚ 124/Α/13.06.1997) «Βιώσιμη οικιστική ανάπτυξη των πόλεων και οικισμών της χώρας και άλλες διατάξεις». Κωδικοποιημένο κείμενο με τροποποιήσεις, διαθέσιμο στο <https://www.e-nomothesia.gr/kat-periballon/skhedia-poleon/n-2508-1997.html>, τελευταία πρόσβαση στις 10/7/2023

N. 2539/1997 (ΦΕΚ 244/Α/4.12.1997) «Συγκρότηση της Πρωτοβάθμιας Τοπικής Αυτοδιοίκησης». Διαθέσιμο στο <https://www.e-nomothesia.gr/autodioikese-demoi/n-2539-1997.html> τελευταία πρόσβαση στις 10/7/2023

N. 2742/1999 (ΦΕΚ 207/Α/7.10.1999) «Χωροταξικός σχεδιασμός και αιεφόρος ανάπτυξη και άλλες διατάξεις» Κωδικοποιημένο κείμενο με τροποποιήσεις, διαθέσιμο στο <https://www.e-nomothesia.gr/kat-periballon/skhedia-poleon/n-2742-1999.html>, τελευταία πρόσβαση στις 10/7/2023

N. 3852/2010. (ΦΕΚ 87/Α/7.6.2010) «Νέα Αρχιτεκτονική της Αυτοδιοίκησης και της Αποκεντρωμένης Διοίκησης – Πρόγραμμα Καλλικράτη». Διαθέσιμο στο

[https://www.ypes.gr/UserFiles/f0ff9297-f516-40ff-a70e-eca84e2ec9b9/nomos\\_kallikrati\\_9\\_6\\_2010.pdf](https://www.ypes.gr/UserFiles/f0ff9297-f516-40ff-a70e-eca84e2ec9b9/nomos_kallikrati_9_6_2010.pdf), τελευταία πρόσβαση στις 10/7/2023

N.4049/2012 (ΦΕΚ 35/Α/23.2.2012) «Αντιμετώπιση της βίας στα γήπεδα, του Ντόπινγκ, των προσυνηνομένων αγώνων και λοιπές διατάξεις», Άρθρο 36. Διαθέσιμο στο [https://gissrvweb.geopatras.gr/publish\\_t/FEK/2012a35.pdf](https://gissrvweb.geopatras.gr/publish_t/FEK/2012a35.pdf), τελευταία πρόσβαση στις 10/7/2023

Nelson, A. C., & Duncan, J. B. (1995). Growth management principles and practices. (No Title).

Οικονόμου Δ. (2007) Η σχέση των επιπέδων και των βαθμίδων του πολεοδομικού σχεδιασμού . Διαθέσιμο στο <https://nomosphysics.org.gr/11063/i-sxesi-ton-epipedon-kai-ton-bathmidon-tou-poleodomikou-sxediasmou-septembrios-2007/>

Παπαδάτου-Γιαννοπούλου Χαρά (1991), «Εξέλιξη του Σχεδίου Πόλεως των Πατρών, 1829-1989», Αχαϊκές Εκδόσεις, Πάτρα

Pappas, V. (2006). Small metropolitan areas in rapid transition: the case of Patras.

Ροϊκος Σύμβουλοι Μηχανικοί Α.Ε., Γραφείο Δοξιάδη -Σύμβουλοι για Ανάπτυξη και Οικιστική Α.Ε., INTEGER Ανώνυμη Τεχνική Εταιρεία Μελετών και Γεώργιος Σίμου (2007), «Μελέτη Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου Διοικητικών ορίων Δήμου Μεσσήτιδος Ν. Αχαΐας, Α' στάδιο»

Σκιαδαρέσης Γ.Α. και Συνεργάτες, (1967) «Ρυθμιστικόν σχέδιο Πατρών. Μελέτη πολεοδομικής αναπτύξεως» Υπουργείο Συντονισμού, Κεντρική Υπηρεσία Περιφερειακής Αναπτύξεως.

Σκιαδαρέσης Γ.Α. και Συνεργάτες, (1979) «Μελέτη Οργάνωσης Οικιστικής Περιοχής Πατρών –Αιγίου», Υπουργείο Δημοσίων Έργων, Γενική Δ/ση Οικισμού

Συναδινός Π, (1990), «Πάτρα, πολιτισμός, ανάπτυξη, πολεοδομία». Πάτρα: Αχαϊκές εκδόσεις

ΦΕΚ 657/Δ/1978 «Περί κυρώσεως της από 27.6.1978 εκθέσεως αναθεώρησης των ορίων οικισμού Οβρυάς Πατρών που προϋπάρχει του έτους 1923 και της από 16.10.1978 συμπληρωματικής» Διαθέσιμο στο [https://gissrvweb.geopatras.gr/publish\\_t/FEK/1978d657.pdf#page=13](https://gissrvweb.geopatras.gr/publish_t/FEK/1978d657.pdf#page=13), τελευταία πρόσβαση στις 10/7/2023

ΦΕΚ 181/Δ/ 3.3.1985 «Τρόπος καθορισμού ορίων οικισμών της χώρας μέχρι 2000 κατοίκους, κατηγορίες αυτών και καθορισμός όρων και περιορισμών δόμησης τους» Διαθέσιμο στο [https://www.et.gr/api/DownloadFeksApi/?fek\\_pdf=19850400181](https://www.et.gr/api/DownloadFeksApi/?fek_pdf=19850400181), τελευταία πρόσβαση στις 10/7/2023

Κεφάλαιο 8- Μελέτη περίπτωσης: Το πολεοδομικό συγκρότημα Πατρών και η ευρύτερη περιοχή του. Το πολεοδομικό και χωροταξικό καθεστώς.

ΦΕΚ 1061/Δ/7.11.1986. «Έγκριση Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου Πατρών (Δήμου Πατρέων), Αγ. Γεωργίου Ρίου (κοιν. Αγ. Γεωργίου), Παραλίας (κοιν. Παραλίας), Δεμενίκων (κοιν. Σαραβαλίων) νομού Αχαΐας». Διαθέσιμο στο <https://gissrvweb.geopatras.gr/publish t/FEK/1986d1061.pdf>, τελευταία πρόσβαση στις 10/7/2023

ΦΕΚ 616/Δ/ 6.10.1989 «Έγκριση Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου (ΓΠΣ) του οικισμού Οβρυάς της κοινότητας Οβρυάς (Ν. Αχαΐας) Διαθέσιμο στο [https://www.et.gr/api/DownloadFeksApi/?fek\\_pdf=19890400616](https://www.et.gr/api/DownloadFeksApi/?fek_pdf=19890400616) τελευταία πρόσβαση στις 10/7/2023

ΦΕΚ 539/Δ/ 7.8.1991 «Κατηγοριοποίηση και καθορισμός ορίων οικισμών Πετρωτού, Αγίας Παρασκευής, Μαυρομανδήλα κοινότητας Πετρωτού Επαρχίας Πάτρας (Ν. Αχαΐας)» Διαθέσιμο στο [https://www.et.gr/api/DownloadFeksApi/?fek\\_pdf =19910400539](https://www.et.gr/api/DownloadFeksApi/?fek_pdf =19910400539), τελευταία πρόσβαση στις 10/7/2023

ΦΕΚ 689/Δ/15.7.92 «Κατηγοριοποίηση και καθορισμός ορίων οικισμών Κεφαλόβρυσο, Σαραβάλι, Αγ. Στέφανος και Αγ. Στέφανος Α' κοινότητας Σαραβαλίου Επαρχίας Πάτρας (Ν. Αχαΐας)» Διαθέσιμο στο [https://www.et.gr/api/DownloadFeksApi/?fek\\_pdf=19920400689](https://www.et.gr/api/DownloadFeksApi/?fek_pdf=19920400689), τελευταία πρόσβαση στις 10/7/2023

ΦΕΚ 1373/Δ/ 31.12.1992, «Έγκριση Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου (ΓΠΣ) του οικισμού Οβρυάς της κοινότητας Οβρυάς (Ν. Αχαΐας) Διαθέσιμο στο <https://gissrvweb.geopatras.gr/publish t/FEK/1992d1373.pdf#page=1> τελευταία πρόσβαση στις 10/7/2023

ΦΕΚ 1470/Β/9.10.2003, Περιφερειακό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης (ΠΠΧΣΑΑ) της Περιφέρειας Δυτικής Ελλάδας. Διαθέσιμο στο [https://www.et.gr/api/DownloadFeksApi/?fek\\_pdf=20030201470](https://www.et.gr/api/DownloadFeksApi/?fek_pdf=20030201470), τελευταία πρόσβαση στις 10/7/2023

ΦΕΚ 128/Α/03.07.2008, Γενικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης. Διαθέσιμο στο [https://www.pde.gov.gr/ppxsaa/content/files/plaisia-xsaa/%CE%A6%CE%95%CE%9A%20128%CE%91\\_08\\_%CE%93%CE%A0.pdf](https://www.pde.gov.gr/ppxsaa/content/files/plaisia-xsaa/%CE%A6%CE%95%CE%9A%20128%CE%91_08_%CE%93%CE%A0.pdf), τελευταία πρόσβαση στις 10/7/2023

ΦΕΚ 151/ΑΑΠ/13.04.2009, Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τη Βιομηχανία και της στρατηγικής μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων αυτού. Διαθέσιμο στο [https://www.pde.gov.gr/ppxsaa/content/files/plaisiaxsaa/%CE%A6%CE%95%CE%9A%20151%CE%A4%CE%91%CE%91\\_%CE%A0\\_09\\_%CE%92%CE%99%CE%9F%CE%9C.pdf](https://www.pde.gov.gr/ppxsaa/content/files/plaisiaxsaa/%CE%A6%CE%95%CE%9A%20151%CE%A4%CE%91%CE%91_%CE%A0_09_%CE%92%CE%99%CE%9F%CE%9C.pdf), τελευταία πρόσβαση στις 10/7/2023

*Κεφάλαιο 8- Μελέτη περίπτωσης: Το πολεοδομικό συγκρότημα Πατρών και η ευρύτερη περιοχή του. Το πολεοδομικό και χωροταξικό καθεστώς.*

ΦΕΚ 1138/Β/11.06.2009, Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τον Τουρισμό και της Στρατηγικής Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων αυτού. Διαθέσιμο στο <https://www.hhf.gr/wp-content/uploads/2014/04/%C3%85-%C3%97-%C3%94-%C3%96%C3%85%C3%8A-3155-%C3%82-12-12-13-%C3%8A%C3%95%C3%81-67659.pdf>, τελευταία πρόσβαση στις 10/7/2023

ΦΕΚ 358/ΑΑΠ/2011 «Έγκριση Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου της Δημοτικής ενότητας Πατρέων του Δήμου Πατρέων Νομού Αχαΐας». Διαθέσιμο στο [https://gissrvweb.geopatras.gr/publish\\_t/FEK/2011aap358.pdf](https://gissrvweb.geopatras.gr/publish_t/FEK/2011aap358.pdf) τελευταία πρόσβαση στις 10/7/2023

ΦΕΚ 845/Δ/24.12.2020 , Αναθεώρηση του Περιφερειακού Χωροταξικού Πλαισίου (ΠΧΠ) της Περιφέρειας Δυτικής Ελλάδας και η Περιβαλλοντική Έγκριση αυτού. Διαθέσιμο στο [https://ypen.gov.gr/wp-content/uploads/2021/01/FEK845D\\_2020.pdf](https://ypen.gov.gr/wp-content/uploads/2021/01/FEK845D_2020.pdf), τελευταία πρόσβαση στις 10/7/2023

Φίλων και συνεργάτες Ο.Ε. (2000), «Χωροταξικό Σχέδιο Περιφέρειας Δυτικής Ελλάδας», ΕΠΠΕΡ – ΥΠΕΧΩΔΕ

Φίλων και συνεργάτες Ο.Ε. – Βακαλοπούλου Ε. (2006), «Αναθεώρηση και Επέκταση του Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου (ΓΠΣ) Δήμου Πατρέων Α' φάση- στάδιο Α και Β' φάση-πρόταση»

## Κεφάλαιο 9

### Μελέτη περίπτωσης: Δημιουργία γεωχωρικών βάσεων δεδομένων

#### 9.1 Δημιουργία χαρτών βάσης– Δημιουργία χρονοσειράς

Η επιλογή και η δημιουργία κατάλληλων χαρτών βάσης αποτελεί το πρώτο βήμα προκειμένου να διερευνηθεί η περιοχή μελέτης και να απαντηθούν τα ερευνητικά ερωτήματα. Η μελέτη της περιοχής για διάστημα τριάντα τεσσάρων (34) ετών, από το 1981 έως το 2015, καθιστά αναγκαία τη δημιουργία κατάλληλης χρονοσειράς που θα καλύψει την περιοχή στα έτη αναφοράς.

Σύμφωνα με τους Van Eetvelde & Antrop (2004) και Skånes & Bunce (1997), η δημιουργία χρονοσειράς με τη χρήση χαρτών και αεροφωτογραφιών είναι μια κοινή πρακτική η οποία έχει αποδειχθεί πολύ αποτελεσματική. Ως επακόλουθο, επιλέχθηκαν σειρές αεροφωτογραφιών και αναλογικών χαρτών που αποτυπώνουν τόσο την κτισμένη επιφάνεια όσο και τις αγροτικές γαίες. Στη συνέχεια, δημιουργήθηκαν σειρές γεωαναφερμένων φωτομωσαϊκών (σε ΕΓΣΑ '87) δημιουργώντας μια αποτελεσματική χρονοσειρά στο διάστημα των τριανταπέντε ετών.

##### 9.1.1 Αεροφωτογραφίες-Ορθοφωτοχάρτες

Οι αναλογικές ασπρόμαυρες αεροφωτογραφίες αποτελούν σημαντική κληρονομιά απεικόνισης του χώρου, ιδιαίτερα σε θέματα αστικοποίησης μέσα στο χρόνο, αστικής διάχυσης και δημιουργίας νέων αστικών περιοχών (Adami, 2015). Συνηθισμένα προβλήματα των αεροφωτογραφιών είναι η ποιότητα της εικόνας, η κλίμακα, οι χρονιές φωτοληψίας και η κάλυψη της περιοχής. Το τελευταίο είναι πιθανό να θέσει υπό διακινδύνευση την πληρότητα της χρονοσειράς καθώς εξαιτίας του κόστους λαμβάνονταν συχνά μικρός αριθμός αεροφωτογραφιών και για συγκεκριμένες μόνον περιοχές.

Αν και υπάρχουν αεροφωτογραφίες του ελληνικού χώρου από τα τέλη της δεκαετίας του '20 (λεκανοπέδιο Αττικής 1928), ήταν το γεωχωρικό σύνολο των αεροφωτογραφιών του 1945 (κλίμακα 1:42.000), αυτό που θεμελίωσε την συστηματική καταγραφή του ελληνικού χώρου με τη χρήση αεροφωτογραφιών. Έκτοτε, πραγματοποιούνται συστηματικά πτήσεις σε διάφορες χρονικές περιόδους και για διαφορετικές περιοχές της Ελλάδας. Στις πτήσεις αυτές παρατηρούνται διαφορετικές κλίμακες (από 1:45.000 έως 1:5.000 –σε δήμους των Αθηνών ακόμα και 1:2000-με συνήθεις κλίμακες τις 1:30.000, 1:20.000, 1:15.000) οι οποίες μπορεί να διαφέρουν ακόμα και για το ίδιο έτος φωτοληψίας. Επίσης, συχνά παρατηρείται να καλύπτονται από αρκετές αεροφωτογραφίες οι παράκτιες περιοχές αλλά όχι και η ενδοχώρα τους.

Προκειμένου να χρησιμοποιηθούν οι αεροφωτογραφίες ως χάρτες βάσης και εν συνεχεία ως τμήμα χρονοσειράς, είναι απαραίτητη η επιλογή της κατάλληλης κλίμακας για απευθείας ψηφιοποίηση (manual on-screen digitizing), δηλ. η κλίμακα εκείνη που θα αποτυπώνει τα κτίρια, την κτισμένη επιφάνεια και τις αγροτικές γαίες με ευκρίνεια. Ως αποτέλεσμα, αναζητήθηκαν σύνολα αεροφωτογραφιών κλίμακας από 1:5000 (αστική κλίμακα) έως 1:7000 για τα έτη αναφοράς, από το 1981 έως το 2015. Η αναζήτηση πραγματοποιήθηκε στο υλικό της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ), του Οργανισμού Κτηματολογίου και Χαρτογράφησης Ελλάδος (Ο.Κ.Χ.Ε) και της Ελληνικό Κτηματολόγιο

Επιλέχθηκαν τα παρακάτω σύνολα για την περιοχή μελέτης:

<b>Πίνακας 9.1: Σύνολα αεροφωτογραφιών και ψηφιακών ορθοφωτοχαρτών περιοχής μελέτης</b>				
<b>Γεωχωρικό Σύνολο</b>	<b>Έτος</b>	<b>Πλήθος</b>	<b>Κλίμακα</b>	<b>Πηγή</b>
Αναλογικές ασπρόμαυρες αεροφωτογραφίες	1982	85	1:7000	Γ.Υ.Σ
Αναλογικές ασπρόμαυρες στερεοσκοπικές αεροφωτογραφίες	1996	128	1:6000	Ο.Κ.Χ.Ε
Ψηφιακοί έγχρωμοι ορθοφωτοχάρτες	2008	12	1:5000	Ελληνικό Κτηματολόγιο
Ψηφιακοί έγχρωμοι ορθοφωτοχάρτες	2015	58	1:5000	Ελληνικό Κτηματολόγιο

*Πηγή: Ιδία επεξεργασία*

Το συνολικό πλεονέκτημα των επιλεγμένων αεροφωτογραφιών/ορθοφωτοχαρτών συνόλων γεωχωρικών δεδομένων για την περιοχή μελέτης είναι:

- η υψηλή ευκρίνεια,
- η συνολική κάλυψη της περιοχής μελέτης,
- η επιλογή συναφών-συγκρίσιμων κλιμάκων στα έτη αναφοράς
- η κάλυψη της περιοχής μελέτης σε χαρακτηριστικές χρονικές περιόδους, ικανές να αποτυπώσουν τις αλλαγές στις αστικές και αγροτικές γαίες

Στο παράδειγμα που ακολουθεί, απεικονίζεται απόσπασμα των συνοικιών Κρύα Ιτέων-Μπεγουλάκι, οι οποίες βρίσκονται στο νότιο τμήμα της περιοχής μελέτης. Το ίδιο τμήμα της περιοχής απεικονίζεται το 1982, το 1996, το 2008 και το 2015.

**Σειρά χαρτών 9.1: Παράδειγμα απεικόνισης του ίδιου αποσπάσματος αεροφωτογραφίας/ ορθοφωτοχάρτη στα έτη αναφοράς**



1982-Απόσπασμα Περιοχή Κρύα Ιτέων - Μπεγουλάκι



1996 - Απόσπασμα Περιοχή Κρύα Ιτέων - Μπεγουλάκι



2008 - Απόσπασμα Περιοχή Κρύα Ιτέων - Μπεγουλάκι



2015 - Απόσπασμα Περιοχή Κρύα Ιτέων - Μπεγουλάκι

Πηγή: *Ιδία επεξεργασία*

### 9.1.2 Αναλογικοί χάρτες της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής (ΕΛ.ΣΤΑΤ)

Τα απογραφικά υπόβαθρα (χάρτες απογραφής πληθυσμού – κατοικιών) της ΕΛ.ΣΤΑΤ αποτελούν συνοδευτικό σύνολο των αντίστοιχων απογραφών και παρέχουν ιδιαίτερα χρήσιμη και εξειδικευμένη πληροφορία, καθώς αποτυπώνουν απογραφικά τετράγωνα και γήπεδα με τον αντίστοιχο αριθμό απογραφής, κτίρια και οδικό δίκτυο. Τα απογραφικά υπόβαθρα της ΕΛ.ΣΤΑΤ που χρησιμοποιήθηκαν, έχουν προκύψει από τα αντίστοιχα τοπογραφικά διαγράμματα της Γ.Υ.Σ. τα οποία αναθεωρούνται πριν την απογραφή από την ίδια την Γ.Υ.Σ. βάση αντίστοιχων αεροφωτογραφιών. Σύμφωνα με την ΕΛ.ΣΤΑΤ, στην απογραφή του 1981 ξεκίνησε και η κατανομή του πληθυσμού των οικισμών από 1.000 κατοίκους και άνω στα οικοδομικά τετράγωνα.

Επιλέχθηκαν τα παρακάτω σύνολα για την περιοχή μελέτης (Πολεοδομικό Συγκρότημα Πατρών και Οβρυά:

**Πίνακας 9.2: Αναλογικοί χάρτες ΕΛ.ΣΤΑΤ περιοχής μελέτης**

Γεωχωρικό Σύνολο	Έτος	Πλήθος	Κλίμακα	Πηγή
Αναλογικοί ασπρόμαυροι χάρτες	1981	11	1:5000	ΕΛ.ΣΤΑΤ
Αναλογικοί ασπρόμαυροι χάρτες	1991	10	1:5000	ΕΛ.ΣΤΑΤ
Αναλογικοί ασπρόμαυροι χάρτες	2001	7	1:5000	ΕΛ.ΣΤΑΤ

Πηγή: *Ιδία επεξεργασία*

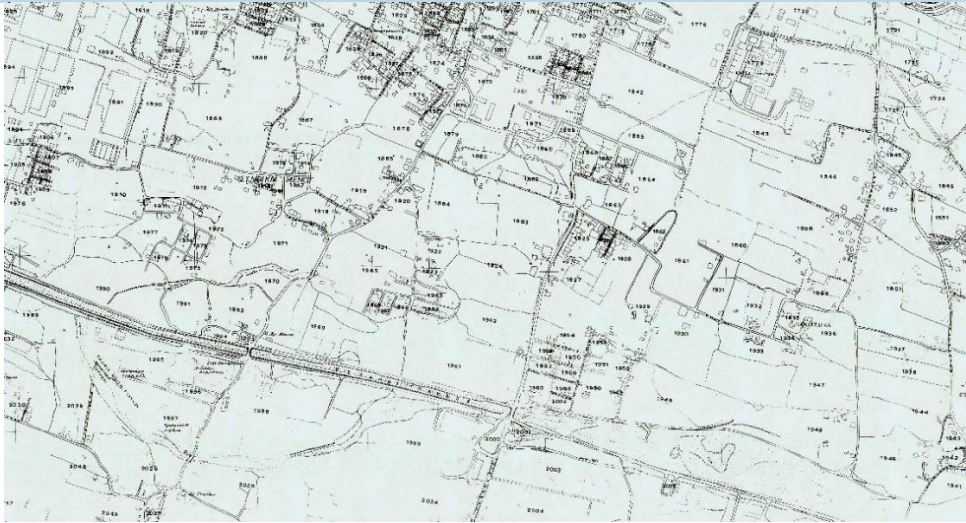
Το συνολικό πλεονέκτημα των επιλεγμένων αναλογικών ασπρόμαυρων απογραφικών χαρτών της ΕΛ.ΣΤΑΤ - συνόλου γεωχωρικών δεδομένων για την περιοχή μελέτης είναι:

- η λεπτομέρεια και η ακρίβεια της απεικόνισης,
- η συνολική κάλυψη της περιοχής μελέτης,
- η ενιαία κλίμακα (1:5000),
- τα συστηματικά δεδομένα σύνταξης (δεκαετία)



Σημαντικό είναι το γεγονός ότι στους αντίστοιχους χάρτες απεικονίζονται και τα κτίρια ως εξής: 1981 απεικονίζονται όλα τα κτίρια, 1991 απεικονίζονται όλα τα κτίρια εκτός από τα οικοδομικά τετράγωνα του κέντρου (πιθανόν λόγω μεγάλης πυκνότητας των κτιρίων), 2001 απεικονίζονται όλα τα κτίρια. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι από το έτος 2001 και εξής η ΕΛ.ΣΤΑΤ ξεκίνησε να παράγει ψηφιακά δεδομένα, το 2001 είναι η τελευταία χρονιά που διαθέτει αναλογικούς χάρτες. Η απογραφή του 2011 όμως, δεν αποτύπωσε κτίρια, συνεπώς οι μόνες πηγές για τα κτίρια ήταν οι ορθοφωτοχάρτες της Ελληνικό Κτηματολόγιο

**Σειρά χαρτών 9.2: Παράδειγμα απεικόνισης του ίδιου αποσπάσματος αναλογικού ασπρόμαυρου χάρτη στα έτη αναφοράς**



1981-Απόσπασμα Περιοχή Κρύα Ιτέων - Μπεγουλάκι



1991 - Απόσπασμα Περιοχή Κρύα Ιτέων - Μπεγουλάκι



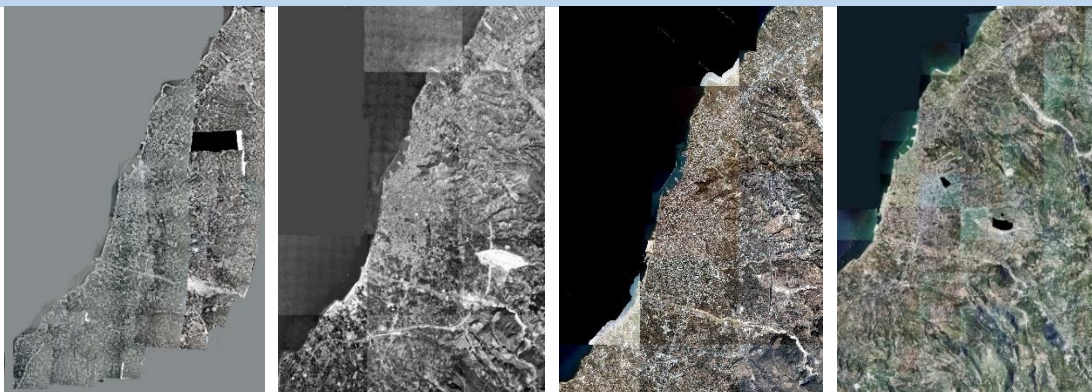
2001 - Απόσπασμα Περιοχή Κρύα Ιτέων - Μπεγουλάκι

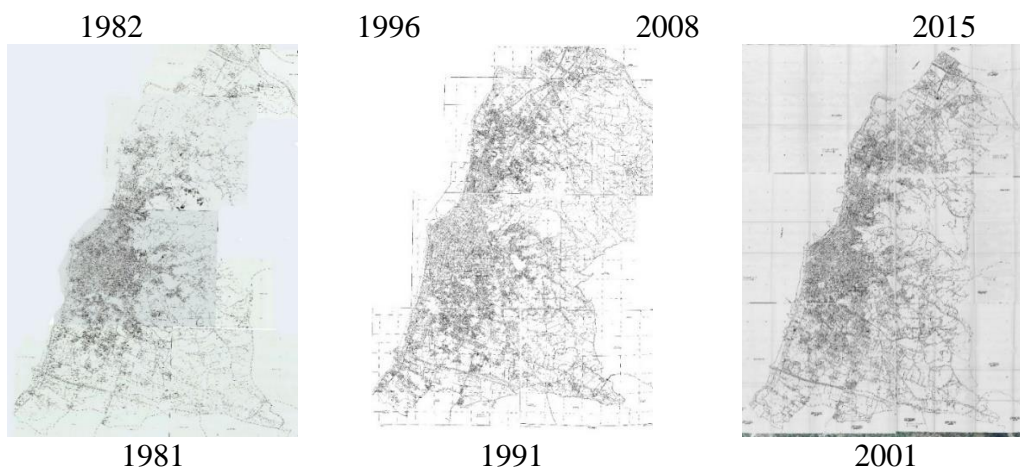
Πηγή: ΕΛ.ΣΤΑΤ και ίδια επεξεργασία

### 9.1.3 Χάρτες βάσης - Φωτομωσαϊκά

Για τη δημιουργία φωτομωσαϊκών ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία: Οι ασπρόμαυρες αναλογικές αεροφωτογραφίες σαρώθηκαν σε ανάλυση 1000dpi ώστε να διευκολύνεται η σύγκριση και η επίθεση υποβάθρων αλλά και για να είναι δυνατή η ανίχνευση και των πιο μικρών λεπτομερειών σε αυτές. Στη συνέχεια γεωεξαρτήθηκαν χρησιμοποιώντας πολυάριθμα σημεία ελέγχου (control points) και έχοντας ως υπόβαθρο αναφοράς το σύνολο των ορθοφωτοχαρτών της Ελληνικό Κτηματολόγιο. Η γεωαναφορά των εικόνων ενός τέτοιου συνόλου δεδομένων αποτελεί κοινή διαδικασία για την επίτευξη συγκρισιμότητας (Herold et al., 2003). Τέλος, δημιουργήθηκαν φωτομωσαϊκά για τα έτη 1982 και 1996. Εξαιτίας της έλλειψης κατάλληλου υποβάθρου ψηφιακού μοντέλου εδάφους σύμφωνα με τις προδιαγραφές κλίμακας και σχεδιασμού του (Απόφαση 71154/95 - Άρθρο 7), δεν ήταν δυνατόν να δημιουργηθούν ορθοφωτομωσαϊκά από τα συγκεκριμένα υπόβαθρα. Για τις διαδικασίες της γεωεξάρτησης και των φωτομωσαϊκών χρησιμοποιήθηκε τα προγράμματα ArcGIS 10.8. και ArcGIS Pro της εταιρείας ESRI. Ομοίως γεωεξαρτήθηκαν και συνενώθηκαν οι αναλογικοί ασπρόμαυροι χάρτες της ΕΛ.ΣΤΑΤ με στόχο τη δημιουργία των αντίστοιχων φωτομωσαϊκών.

Σειρά χαρτών 9.3: Φωτομωσαϊκά χαρτών βάσης – Χρονοσειρών





Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Το τελικό αποτέλεσμα παρέχει ολιστική άποψη για το διάστημα των τριανταπέντε ετών δημιουργώντας μια ικανή χρονοσειρά για την ανάλυση και ερμηνεία των αλλαγών των χωρικών μοτίβων. Ως επακόλουθο, οι διαφορές τόσο στις αστικές όσο και στις αγροτικές γαίες μπορούν να ποσοτικοποιηθούν και να μετρηθούν (Skånes & Bunce, 1997)

Η δημιουργία των χαρτών βάσης - φωτομωσαϊκών είναι από τις πλέον χρονοβόρες διαδικασίες εξαιτίας των απαιτήσεων της σύνθεσης και του μεγάλου αριθμού των αεροφωτογραφιών. Η απουσία προϊόντων χρονοσειρών προς διάθεση δυσχεραίνει την έρευνα καθώς τα υπόβαθρα θα πρέπει να δημιουργούνται εξ'ολοκλήρου από μηδενική βάση.

## 9.2 Δεδομένα απογραφών πληθυσμού της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής (ΕΛ.ΣΤΑΤ)

Απογραφή Πληθυσμού αποτελεί διαχρονικά την πλέον σύνθετη και ευρείας κλίμακας στατιστική εργασία ενός κράτους ενώ τα αποτελέσματά της αντικατοπτρίζουν τις δημογραφικές, πολιτικές και κοινωνικοοικονομικές συνθήκες της εποχής που διενεργείται (ΕΛ.ΣΤΑΤ, 2021)

Για τις ανάγκες της διατριβής έγινε χρήση των απογραφών πληθυσμού 1991, 2001 και 2011 σε επίπεδο απογραφικών οικοδομικών τετραγώνων, η μικρότερη μονάδα αναφοράς για την οποία διατίθενται δεδομένα. Προκειμένου να παραληφθούν τα δεδομένα για το έτος 2011, υπογράφηκε δήλωση τήρησης στατιστικού απορρήτου, οι όροι της οποίας τηρήθηκαν καθ'όλη τη διάρκεια της έρευνας.

Τα δεδομένα της απογραφής πληθυσμού συμπεριλαμβάνουν απογραφικά υπόβαθρα (χάρτες απογραφής πληθυσμού – κατοικιών) σε αναλογική μορφή για τα έτη 1981, 1991 και 2001, δεδομένα απογραφής πληθυσμού σε μορφή βάσης δεδομένων (excel) για τα έτη 1991, 2001 και 2011, δεδομένα χρήσης ανά απογραφικό οικοδομικό τετράγωνο (excel) για τα έτη 1991, 2001 και 2011 και ψηφιακά δεδομένα απογραφικών υποβάθρων σε μορφή shapefile (ESRI) για τα έτη 2001 και 2011. Για το έτος 1981 δεν

υπήρχαν καθόλου δεδομένα σε επίπεδο απογραφικού οικοδομικού τετραγώνου παρά μόνο συνολικά σε επίπεδο οικισμού, τα οποία και χρησιμοποιήθηκαν.

Η διαθεσιμότητα αξιόπιστων πληθυσμιακών δεδομένων αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για τις χωροταξικές αναλύσεις και τον καταρτισμό των χωρικών πολιτικών (Ντυκέν & Κρομμυδάκης). Το πρόβλημα με τα διαθέσιμα δεδομένα βρίσκεται αφενός στον διαφορετικό τρόπο απογραφής του πληθυσμού για τα έτη 1981,1991,2001 και 2011 και αφετέρου σε ζητήματα συμβατότητας-χαμένων τιμών στα διαθέσιμα δεδομένα. Πιο συγκεκριμένα, οι απογραφές πληθυσμού χρησιμοποίησαν τον πραγματικό πληθυσμό για τις απογραφές 1981 και 1991, τον πραγματικό και τον μόνιμο πληθυσμό το 2001 και τον μόνιμο πληθυσμό το 2011.

Ως πραγματικός πληθυσμός ορίζεται ο συνολικός πληθυσμός που βρέθηκε και απογράφηκε κατά την διενέργεια της απογραφής στον συγκεκριμένο τόπο, ανεξάρτητα εάν διαμένει σε αυτόν. Ως μόνιμος πληθυσμός ορίζεται ο συνολικός πληθυσμός που δήλωσε ως μόνιμη κατοικία του κατά την απογραφή τον συγκεκριμένο τόπο, ανεξάρτητα από το πού βρέθηκε και απογράφηκε στην επικράτεια της χώρας. Όπως επισημαίνουν οι Κοτζαμάνης και Παππάς (2014), προφανώς οι πληθυσμοί αυτοί δεν ταυτίζονται, με τις αποκλίσεις ανάμεσα στον πραγματικό και τον μόνιμο πληθυσμό να είναι εντονότερες (με θετικό πρόσημο) όσο η διοικητική ενότητα «ελκύει» πληθυσμό και αντιστρόφως (με αρνητικό πρόσημο) όσο περισσότερο «απωθεί» τον πληθυσμό της την ημέρα διεξαγωγής της απογραφής. Στην περιοχή μελέτης, το 2001, έτος απογραφής για το οποίο μετρήθηκαν και ο πραγματικός και ο μόνιμος πληθυσμός, ο μόνιμος βρέθηκε να είναι μεγαλύτερος από τον πραγματικό πληθυσμό.

Προκειμένου τα δεδομένα της απογραφής να είναι συγκρίσιμα σε όλα τα έτη αναφοράς για την περιοχή μελέτης, ο πληθυσμός των ετών 1981 και 1991 μετατρέπεται σε μόνιμο πληθυσμό με τη βοήθεια του έτους 2001. Το κλάσμα μετατροπής πραγματικού πληθυσμού προς μόνιμο χρησιμοποιήθηκε σε όλα τα απογραφικά τετράγωνα.

Για το έτος 1981, ενώ η ΕΛΣΤΑΤ δημιούργησε βάσεις δεδομένων της απογραφής σε επίπεδο οικοδομικού τετραγώνου για την περιοχή μελέτης, τα δεδομένα θεωρούνται σήμερα χαμένα. Προκειμένου να είναι δυνατή η σύγκριση με τις επόμενες χρονιές και δεδομένου ότι δημιουργήθηκε το φωτομωσαϊκό του 1981, αναπτύχθηκε μεθοδολογία για την απόδοση του πληθυσμού στα απογραφικά τετράγωνα, η οποία περιγράφεται στη δημιουργία υποβάθρων.

Ένα μεγάλο πρόβλημα στη δημιουργία των υποβάθρων αφορά σε ζητήματα συμβατότητας-χαμένων τιμών. Τέτοια ζητήματα αφορούν ασυμβατότητα κωδικών και γεωχωρικών συνόλων που παρουσιάζονται και στους ψηφιακούς (ή μη) χάρτες της ΕΛ.ΣΤΑΤ. (Ε.Σ.Υ.Ε.) που συνοδεύουν τα στοιχεία των απογραφών πληθυσμού και κτηρίων σε σχέση με εγκεκριμένα τετράγωνα του σχεδίου πόλης. Όπως τονίζουν οι Κοτζαμάνης και Παππάς (2014) φέρνοντας ως παράδειγμα την πόλη της Πάτρας, παρατηρούνται έντονες διαφοροποιήσεις (κατά θέση ή/και σχήμα) των απογραφικών τετραγώνων της ΕΛ.ΣΤΑΤ. με τα οικοδομικά τετράγωνα του Σχεδίου Πόλεως καθώς

και ασυμβατότητες των γεωγραφικών κωδικών των απογραφικών τετραγώνων της ΕΛ.ΣΤΑΤ. με τους αντίστοιχους γεωγραφικούς κωδικούς του Σχεδίου Πόλεως.

Παράλληλα σημειώνεται:

- Ασυμβατότητα γεωγραφικών κωδικών των απογραφικών τετραγώνων μεταξύ των απογραφών 1991,2001 και 2011
- Ασυμβατότητα γεωγραφικών κωδικών των απογραφικών τετραγώνων (excel) με τους ψηφιακούς γεωγραφικούς κωδικούς (shapefile) και τους αντίστοιχους αναλογικούς χάρτες ιδιαίτερα για το έτος 2001
- Διαφορετικά όρια στα απογραφικά τετράγωνα της ΕΛΣΤΑΤ μεταξύ των υποβάθρων 1991,2001 και 2011
- Διπλοί κωδικοί στους γεωγραφικούς κωδικούς των απογραφικών τετραγώνων των αναλογικών χαρτών (1991,2001)
- Χαμένες τιμές μεταξύ γεωγραφικών κωδικών των απογραφικών τετραγώνων των ψηφιακών βάσεων δεδομένων (excel) και των αντίστοιχων ψηφιακών γεωγραφικών κωδικών των απογραφικών τετραγώνων (shapefile)

Ένα πρόβλημα που επίσης παρατηρήθηκε αφορά σε ζητήματα που ανακύπτουν εξαιτίας των διαδοχικών διοικητικών μεταβολών, το οποίο επηρεάζει την εύρεση και χωρική απόδοση πληθυσμιακών δεδομένων στις αντίστοιχες χωρικές ενότητες. Ο χωρικός διαμερισμός, δηλαδή η ελάχιστη μονάδα χώρου στην οποία αναφέρονται τα θεματικά δεδομένα, αποτελεί σημαντική παράμετρο στην ανάδειξη των διαχρονικών μεταβολών και στην θεματική χαρτογραφική τους απόδοση (Κοτζαμάνης και Παππάς, 2014). Το «Πρόγραμμα Καποδίστριας» (Ν. 2539/1997) και στη συνέχεια το «Πρόγραμμα Καλλικράτης» (Νόμος 3852/2010 – ΦΕΚ 87/Α’/7.6.2010) επέφερε μεταβολές στην περιοχή μελέτης αλλάζοντας τις προσαρτίσεις οικισμών -Δεμένικα, Οβρυά, Μαυρομανδήλα, Άγιος Στέφανος- από τον Δήμο Μεσσήτιδος στον Δήμο Πατρέων.

Από τα παραπάνω είναι σαφές ότι τα προβλήματα μπορούν να συνοψιστούν στα εξής (Κοτζαμάνης και Παππάς, 2014):

- Έλλειψη διαχρονικών δεδομένων ιδιαίτερα σε χαμηλές χωρικές ενότητες με αποτέλεσμα να δημιουργείται πρόβλημα συγκρισιμότητας.
- Έλλειψη διαχρονικών γεωχωρικών συνόλων συμβατής δομής που να διασφαλίζουν τη διαχρονική χωρική ανάλυση και σύγκριση
- Αδυναμία δημιουργίας μακρών χρονολογικών σειρών

Για την άρση των προβλημάτων χρησιμοποιήθηκε πληθώρα τεχνικών: ενδεδειγμένος έλεγχος με τεχνικές απόδοσης στις γεωχωρικές βάσεις δεδομένων ένα προς ένα, πολλά προς ένα και ένα προς πολλά, αναλογική κατανομή (proportional allocation), δημιουργία «γεφυρών», χωρική παρεμβολή (spatial interpolation) και συμβουλή ειδικού μέσα από συνέντευξη (Expert Consultation). Ως αποτέλεσμα, το σύνολο του πληθυσμού αποδόθηκε στα απογραφικά τετράγωνα.

### 9.3 Δημιουργία ψηφιακών υποβάθρων – βάσεων δεδομένων

Όλα τα ψηφιακά υπόβαθρα, τα γεωχωρικά δεδομένα και οι γεωγραφικές βάσεις δεδομένων που δημιουργήθηκαν, χρησιμοποιήθηκαν, ανακτήθηκαν, αναλύθηκαν και οπτικοποιήθηκαν, υλοποιήθηκαν με το πρόγραμμα ArcGIS της εταιρείας ESRI. Η δημιουργία και η επικύρωση της γεωχωρικής βάσης είναι μια κρίσιμη διαδικασία καθώς απαιτείται για τη διασφάλιση της ακρίβειας και της αξιοπιστίας των δεδομένων. Κατά το στάδιο αυτό, επιλέχθηκαν τα κατάλληλα μοντέλα δεδομένων καθώς και το σύστημα συντεταγμένων ΕΓΣΑ '87 το οποίο είναι κοινό για όλα τα γεωχωρικά δεδομένα. Επίσης, δημιουργήθηκαν μεταδεδομένα για όλα τα σύνολα. Οι διαδικασίες επικύρωσης αποτελούν ένα από τα απαιτητικότερα βήματα και περιλαμβάνουν ελέγχους χαρακτηριστικών και γεωμετρίας, τοπολογική επαλήθευση και διασφάλιση της ορθότητας του συνόλου των δεδομένων.

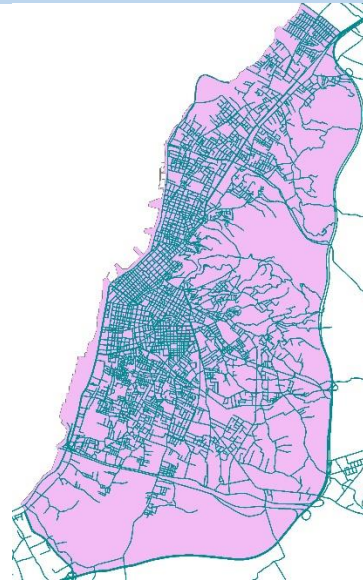
Πιο συγκεκριμένα, δημιουργήθηκε μια λίστα ελέγχου για κάθε σύνολο δεδομένων η οποία περιλαμβάνει τους εξής ελέγχους:

- Έλεγχος γεωμετρίας: τύπος γεωμετρίας, ακρίβεια
- Έλεγχος χαρακτηριστικών: έλεγχος τύπου δεδομένων, έλεγχος εύρους τιμών, έλεγχος πληρότητας δεδομένων
- Έλεγχος χωρικής αναφοράς: προβολικό σύστημα, συντεταγμένες
- Έλεγχος τοπολογίας: κανόνες τοπολογίας, κανόνες ακεραιότητας
- Έλεγχος μεταδεδομένων: έλεγχος δημιουργίας και πληρότητας μεταδεδομένων

#### 9.3.1. Όριο περιοχής μελέτης

Η δημιουργία του ψηφιακού υποβάθρου του ορίου περιοχής μελέτης ήταν η πρώτη βάση δεδομένων που δημιουργήθηκε. Αποτελείται από την ακτογραμμή της περιοχής μελέτης στα δυτικά, το πέρας του σχεδίου πόλεως του Πολεοδομικού συγκροτήματος Πατρών στα βόρεια (Δυτικός Καστελλόκαμπος, οδός Φέγγου) στα βόρεια, την περιμετρική οδό Πατρών (αυτοκινητόδρομος Α5) στα ανατολικά και στα νοτιοανατολικά μέχρι το κόμβο της Οβρυάς και την οδό Ανδρέα Παπανδρέου στα νότια (τριτεύον εθνικό δίκτυο). Τα πρωτογενή δεδομένα λήφθηκαν από τα ανοικτά δεδομένα του Δήμου Πατρέων ([https://gissrvweb.geopatras.gr/publish\\_t/webapps/g-opengeodata/](https://gissrvweb.geopatras.gr/publish_t/webapps/g-opengeodata/)) και επεξεργάστηκαν κατάλληλα ώστε να δημιουργηθεί το συγκεκριμένο υπόβαθρο.

### Χάρτης 9.4: Όριο περιοχής μελέτης



Όριο περιοχής μελέτης. Απεικόνιση μαζί με το οδικό δίκτυο

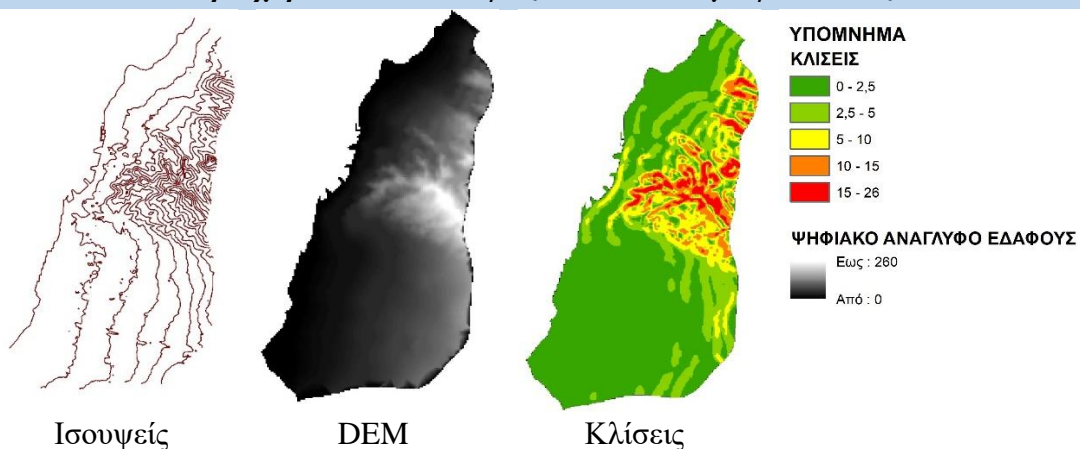
Πηγή: [https://gissrvweb.geopatras.gr/publish\\_t/webapps/g-opengeodata/](https://gissrvweb.geopatras.gr/publish_t/webapps/g-opengeodata/) και ίδια επεξεργασία

Η συνολική επιφάνεια της περιοχής μελέτης είναι 4.381,60 εκτάρια (ha)

#### 9.3.2 Φυσικό ανάγλυφο - Κλίσεις

Η δημιουργία των γεωχωρικών υποβάθρων του φυσικού αναγλύφου και των κλίσεων δημιουργήθηκαν με τη χρησιμοποίηση της ακτογραμμής (ως άνω) και των χειμάρρων που ψηφιοποιήθηκαν από τους ορθοφωτοχάρτες της Ελληνικό Κτηματολόγιο καθώς και τις ισουψείς που ψηφιοποιήθηκαν από τους αναλογικούς χάρτες 1:50.000 της Πάτρας. Οι χάρτες φυσικού αναγλύφου αποτελούνται από το ψηφιακό ανάγλυφο του εδάφους (DEM) καθώς και τις κλίσεις της περιοχής μελέτης.

### Σειρά χαρτών 9.5: Ισουψείς-Φυσικό ανάγλυφο-Κλίσεις



Πηγή: Ίδια επεξεργασία

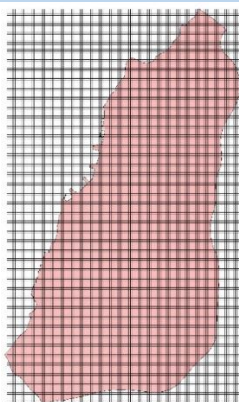
### 9.3.3 Κάναβος - Κάναβοι

Τα γεωχωρικά σύνολα των κανάβων αποτελούνται από δύο κύρια σύνολα. Το ένα αφορά κάναβο που αποτελείται από πολύγωνα 60X60μ. και το άλλο αφορά κάναβο που αποτελείται από πολύγωνα 420X420μ. Ο κάναβος 60X60μ. δημιουργεί 20.868 πολύγωνα εκ των οποίων εντός της περιοχής μελέτης βρίσκονται τα 12.500 πολύγωνα. Η επιλογή του κανάβου 60X60μ. έγινε με γνώμονα τις μέσες διαστάσεις των οικοδομικών τετραγώνων της Πάτρας. Μικρό κάναβο διαστάσεων 70X70μ. για το Πολεοδομικό Συγκρότημα Πατρών έχει χρησιμοποιήσει και η μελέτη «Μεθοδολογική προσέγγιση στην ανάλυση προβληματικής, προοπτικής και διαδικασίας σχεδιασμού για το Ελληνικό αστικό κέντρο. Ειδική εφαρμογή: Πολεοδομική αναβάθμιση Πάτρας», Ομάδα Ερευνών και Τεκμηρίωσης Πολεοδομικού Σχεδιασμού και Περιφερειακής Ανάπτυξης του Πανεπιστημίου Πατρών, Πάτρα 1986.

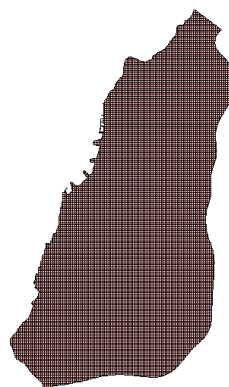
Η επιλογή του κανάβου 60X60μ. παρέχει αυξημένη χωρική ακρίβεια ευθυγραμμίζοντας το μέγεθος του κελιού με τις πραγματικές μέσες διαστάσεις των οικοδομικών τετραγώνων της περιοχής μελέτης, επιτρέποντας ακριβέστερη αναπαράσταση του αστικού ιστού. Το μικρό μέγεθος κανάβου δύναται επιπλέον να παρέχει υψηλότερη ανάλυση δεδομένων και καλύτερη χωρική απεικόνιση

Επίσης, δημιουργήθηκε κάναβος με μεγαλύτερα πολύγωνα διαστάσεων 420X420μ. για να αποτυπώσει ευρύτερα σύνολα της περιοχής μελέτης και να υποστηρίξει αναλύσεις στις οποίες ο κάναβος 60X60μ. ήταν εξαιρετικά λεπτομερής. Δεδομένου ότι τέσσερα τεμάχια του κανάβου 420X420μ. αποτελούν το μέσο εμβαδόν των 57 γειτονιών του εγκεκριμένου σχεδίου πόλης της Πάτρας, η συγκεκριμένη επιλογή κανάβου παρέχει μια ενδιάμεση απεικόνιση μεταξύ των οικοδομικών τετραγώνων και των γειτονιών, ενώ αποτυπώνει πολύ ικανοποιητικά τις περιοχές εκτός εγκεκριμένου σχεδίου. Συνεπώς, δημιουργήθηκαν 432 πολύγωνα εκ των οποίων εντός της περιοχής μελέτης βρίσκονται τα 299. Οι αναλύσεις με τη βοήθεια του κανάβου απελευθερώνουν τα δεδομένα από τους περιορισμούς της κλίμακας.

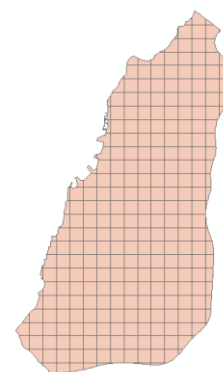
**Σειρά χαρτών 9.6: Κάναβοι 60X60μ. και 420X420μ.**



Κάναβος 60X60μ.



Κάναβος 60X60μ.,  
12.500 πολύγωνα στην  
περιοχή μελέτης



Κάναβος 420X420μ.  
299 πολύγωνα στην  
περιοχή μελέτης

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

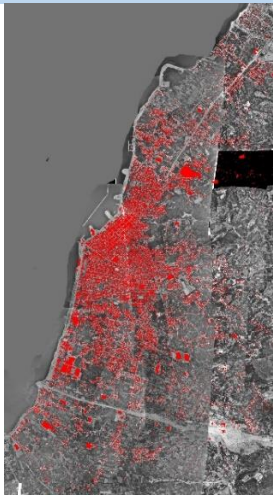


### 9.3.4 Κτισμένη επιφάνεια

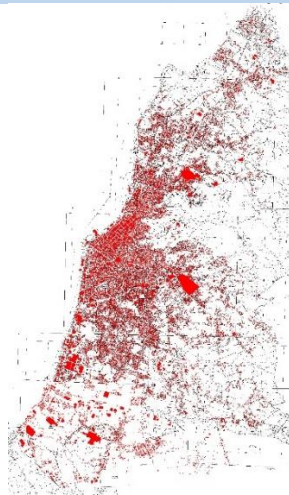
Το ψηφιακό υπόβαθρο της κτισμένης επιφάνειας πραγματοποιήθηκε με απευθείας ψηφιοποίηση (manual on-screen digitizing) από τα φωτομωσαϊκά που χρησιμοποιήθηκαν ως χάρτες βάσης, έτσι ώστε να δημιουργηθεί η χρονοσειρά της κτισμένης επιφάνειας

Η δημιουργία της συγκεκριμένης χρονοσειράς υπήρξε εξαιρετικά χρονοβόρα και απαιτητική. Το ψηφιακό υπόβαθρο της κτισμένης επιφάνειας είναι κεφαλαιώδους σημασίας, καθώς αποτελεί απαραίτητο υπόβαθρο για την μέτρηση της αστικής διάχυσης στην περιοχή μελέτης. Ως χάρτες βάσης χρησιμοποιήθηκαν τα ασπρόμαυρα φωτομωσαϊκά για τα έτη 1982 και 1996 της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ), οι ορθοφωτοχάρτες της Ελληνικό Κτηματολόγιο για τα έτη 2008 και 2015, τα φωτομωσαϊκά που δημιουργήθηκαν από τους αναλογικούς χάρτες της απογραφής πληθυσμού της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής (ΕΛ.ΣΤΑΤ) των ετών 1981, 1991 και το διορθωμένο ψηφιακό υπόβαθρο των κτιρίων της ΕΛ.ΣΤΑΤ για το έτος 2001

**Σειρά χαρτών 9.7: Κτισμένη επιφάνεια 1981, 1991, 1996, 2001, 2008 και 2015**



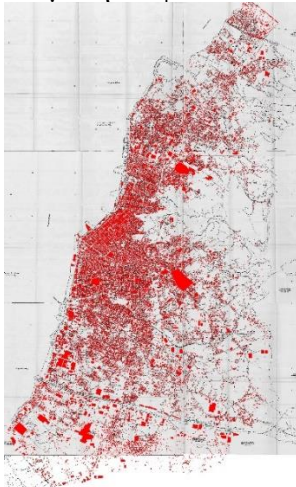
Κτισμένη επιφάνεια 1981



Κτισμένη επιφάνεια 1991



Κτισμένη επιφάνεια 1996



Κτισμένη επιφάνεια 2001



Κτισμένη επιφάνεια 2008



Κτισμένη επιφάνεια 2015

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Για την ψηφιοποίηση του έτους 1981 χρησιμοποιήθηκε το φωτομωσαϊκό που δημιουργήθηκε από τους αναλογικούς χάρτες της ΕΛ.ΣΤΑΤ και από τις ασπρόμαυρες αεροφωτογραφίες του 1982. Ο λόγος του διπλού χάρτη βάσης οφείλεται στο γεγονός ότι το φωτομωσαϊκό των αναλογικών χαρτών της ΕΛ.ΣΤΑΤ έχει προκύψει από ερμηνεία αεροφωτογράφισης του 1978. Συνεπώς η επικαιροποίησή του με το φωτομωσαϊκό του 1982 κρίθηκε απαραίτητη. Για την ψηφιοποίηση του έτους 1991 χρησιμοποιήθηκε το φωτομωσαϊκό που δημιουργήθηκε από τους αναλογικούς χάρτες της ΕΛ.ΣΤΑΤ του έτους 1991. Για την ψηφιοποίηση του έτους 1996 χρησιμοποιήθηκε το φωτομωσαϊκό που δημιουργήθηκε από τις ασπρόμαυρες αεροφωτογραφίες του Ο.Κ.Χ.Ε του έτους 1996. Για το έτος 2001 χρησιμοποιήθηκε το διορθωμένο ψηφιακό υπόβαθρο των κτιρίων της ΕΛ.ΣΤΑΤ και για την ψηφιοποίηση των ετών 2008 και 2015 χρησιμοποιήθηκαν οι ορθοφωτοχάρτες της Ελληνικό Κτηματολόγιο των αντίστοιχων ετών.

Από τα φωτομωσαϊκά διακρίθηκαν και ψηφιοποιήθηκαν οι σφραγισμένες τεχνικές επιφάνειες και κατασκευές (sealed artificial surfaces and constructions) σύμφωνα με την κατηγοριοποίηση που έχει γίνει σε αυτές από το ευρωπαϊκό πρόγραμμα Κοπέρνικος (<https://land.copernicus.eu>). Ως σφραγισμένες τεχνικές επιφάνειες και κατασκευές θεωρούνται όλες οι αδιαπέραστες και σφραγισμένες επιφάνειες που καλύπτονται κυρίως από κτίρια και τεχνητές κατασκευές (τρισδιάστατες) ή αδιαπέραστες επιφάνειες (δισδιάστατες)

Οι κατηγοριοποίηση έχει ως κάτωθι (<https://land.copernicus.eu>):

Κτίρια: Υπέργειες κατασκευές που προορίζονται ή χρησιμοποιούνται για τη στέγαση ανθρώπων, ζώων, αντικειμένων ή την παραγωγή οικονομικών αγαθών ή υπηρεσιών οι οποίες αναφέρονται σε οποιαδήποτε κατασκευή ανθρώπινης προέλευσης που κατασκευάζεται ή ανεγέρθηκε μόνιμα, κατασκευασμένες και καλυμμένες από τεχνητό υλικό (π.χ. σκυρόδεμα, τούβλα, μέταλλο) ή φυσικό υλικό (π.χ. πέτρα, χώμα, πράσινη στέγη, ξύλο). Στην κατηγορία των κτιρίων υπάγονται κτίρια που φιλοξενούν ανθρώπινες δραστηριότητες και πιο συγκεκριμένα κατοικίες, βιομηχανία, εμπόριο και υπηρεσίες, όπως για παράδειγμα μονοκατοικίες, πολυκατοικίες, καταστήματα, σουπερμάρκετ, κτίρια γραφείων, αγροτικά κτίρια, αγροκτήματα, βιομηχανικά κτίρια, αποθήκες, στάδια, εκκλησίες και θερμοκήπια (μόνιμα ή περιοδικά)

Ανοικτές σφραγισμένες επιφάνειες: Επίπεδες επιφάνειες που καλύπτονται από κάθε είδους αδιαπέραστο υλικό όπως για παράδειγμα άσφαλτος ή σκυρόδεμα. Περιλαμβάνονται ασφαλτοστρωμένοι δρόμοι, χώροι στάθμευσης, πλατείες, αποθηκευτικοί χώροι, διάδρομοι προσγείωσης αεροδρομίων, αποβάθρες, σφραγισμένες πισίνες και νεκροταφεία. Εξαιρείται το χαλίκι της σιδηροδρομικής γραμμής, το οποίο είναι μια τεχνητή επιφάνεια αλλά όχι αδιαπέραστη,

Από τα παραπάνω, για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας, οι ασφαλτοστρωμένοι δρόμοι δεν θεωρήθηκαν ανοικτή σφραγισμένη επιφάνεια και δεν ψηφιοποιήθηκαν ως τέτοια. Το οδικό δίκτυο της περιοχής μελέτης στα έτη αναφοράς αποτελεί ξεχωριστό

επίπεδο αναφοράς και σημαντικός παράγοντας στην διαπίστωση και μέτρηση της αστικής διάχυσης. (Ewing, 1997, Galster et al., 2001, Ewing et al., 2002)

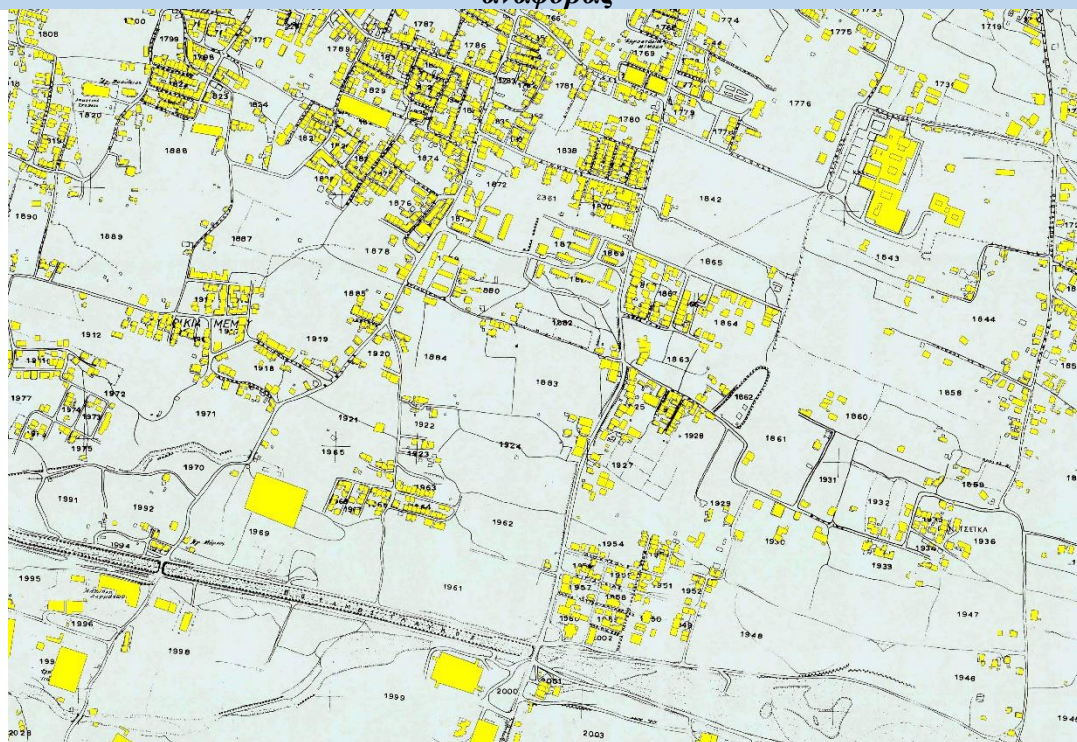
Η ψηφιοποίηση έδωσε το ακόλουθο πλήθος πολυγώνων για κάθε χρονιά αναφοράς:

<b>Πίνακας 9.3: Πλήθος κτιρίων-κτισμένων επιφανειών (πολύγωνα) ανά έτος αναφοράς</b>					
<b>1981</b>	<b>1991</b>	<b>1996</b>	<b>2001</b>	<b>2008</b>	<b>2015</b>
35.437	40.741	42.309	45.601	49.391	50.177

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Ενδεικτικά, παρουσιάζονται απεικονίσεις των ψηφιοποιημένων κτιρίων – κτισμένων επιφανειών στους χάρτες βάσης – φωτομωσαϊκά.

**Σειρά χαρτών 9.8: Παράδειγμα απεικόνισης του ιδίου αποσπάσματος φωτομωσαϊκού με τα ψηφιοποιημένα κτίρια-κτισμένες επιφάνειες στα έτη αναφοράς**



1981-Απόσπασμα Περιοχή Κρύα Ιτέων - Μπεγουλάκι



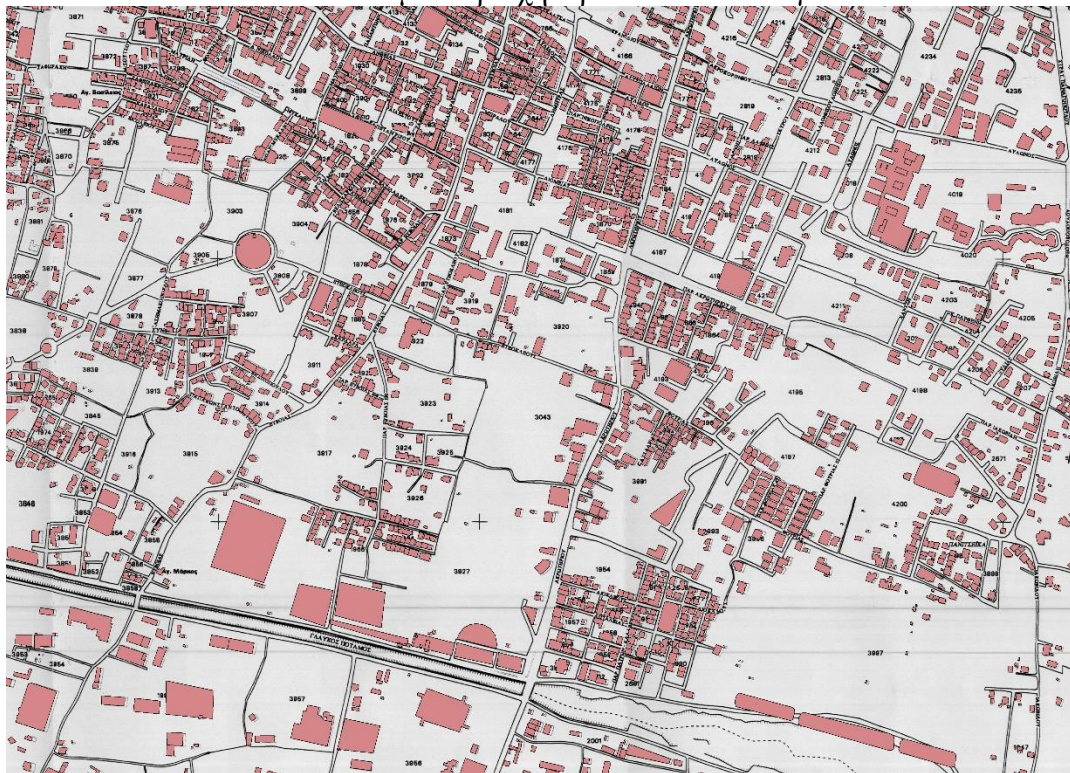
1982-Απόσπασμα Περιοχή Κρύα Ιτέων - Μπεγουλάκι



1991 - Απόσπασμα Περιοχή Κρύα Ιτέων - Μπεγουλάκι



1996 - Απόσπασμα Περιοχή Κρύα Ιτέων - Μπεγουλάκι



2001 - Απόσπασμα Περιοχή Κρύα Ιτέων - Μπεγουλάκι



2008 - Απόσπασμα Περιοχή Κρύα Ιτέων - Μπεγουλάκι



2015 - Απόσπασμα Περιοχή Κρύα Ιτέων - Μπεγουλάκι

*Πηγή: Ιδία επεξεργασία*

### 9.3.5 Γειτονίες σχεδίου πόλης – γειτονίες περιοχής μελέτης

Το γεωχωρικό σύνολο γειτονίες σχεδίου πόλης αποτελείται από δύο ψηφιακά υπόβαθρα: τις γειτονίες του Πολεοδομικού Συγκροτήματος Πατρών του Γ.Π.Σ του 1986 (πηγή: <https://geodata.gov.gr/group/86b07ab4-4ee6-4d66-a5da-1f849cdaa0f5?organization=apd-depin>) και το υπόβαθρο των γειτονιών του Γ.Π.Σ του 2011 (πηγή: <https://geodata.gov.gr/group/86b07ab4-4ee6-4d66-a5da-1f849cdaa0f5?Organization=apd-depin>) στο οποίο έχουν προστεθεί νέοι τομείς γειτονιάς για τις ανάγκες της εργασίας και προκειμένου να περιγραφούν και οι εκτός σχεδίου ζώνες της περιοχής μελέτης καθώς και το βόρειο τμήμα της Οβρυάς το οποίο επίσης βρίσκεται στην μελετώμενη περιοχή.

Το υπόβαθρο γειτονίες του '86 –με διαφορετικό καθορισμό των ορίων γειτονιάς- χρησιμοποιείται για την απόδοση πληθυσμού της απογραφής του 1981. Το υπόβαθρο του 2011 περιλαμβάνει 57 θεσμοθετημένες γειτονίες, στις οποίες προστέθηκαν οι εξής 7 νέοι τομείς γειτονιάς ως εξής:

Βόρεια γειτονιά, η οποία συνορεύει δυτικά με τον Ανατολικό Καστελλόκαμπο και την Ανατολική Παραλία Προαστίου και νότια με τα Μποζαΐτικα

Βορειοανατολική γειτονιά η οποία συνορεύει δυτικά με το Προάστειο, τα Κάτω Συχαινά, την Ανθούπολη, το Ζαβλάνι, τη Γούβα, το Βλατερό, το Ζαβλάνι και νότια την Αρόη και την Ανατολική γειτονιά

Ανατολική γειτονιά, η ευρύτερη δυτική περιοχή του οικισμού της Βούντενης, η οποία βόρεια συνορεύει με την Βορειοανατολική γειτονιά, δυτικά με τις γειτονίες Διάκου – Σαμακιά, Γηροκομείο – Τζολέικα και Εγλυκάδα και νότια με την Νοτιοανατολική γειτονιά-Περιβόλα

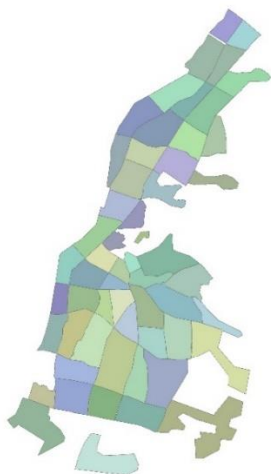
Νοτιοανατολική γειτονιά, η ευρύτερη γειτονιά του οικισμού της Περιβόλας

Νότια γειτονιά, η ευρύτερη γειτονιά του οικισμού Αγίου Στεφάνου και βορειοδυτικού οικισμού της Μαυρομανδήλας, η οποία συνορεύει βόρεια με την Νοτιοανατολική γειτονιά-Περιβόλα και δυτικά με τα Δεμένικα – Μεταμόρφωση Σωτήρος

Γειτονιά Βόρειος τομέας Οβρυάς η οποία συνορεύει ανατολικά με τη Νότια γειτονιά, βόρεια με τα Δεμένικα – Μεταμόρφωση Σωτήρος και δυτικά με τις Ιτιές – Λεύκα και τέλος

Γειτονιά Επέκταση Ιτιές – Λεύκα η οποία συνοδεύει βόρεια με το Επιχειρησιακό Κέντρο και Ιτιές – Λεύκα και ανατολικά με την γειτονιά Βόρειος τομέας Οβρυάς.

**Σειρά χαρτών 9.9: Γειτονιές**



Γειτονιές Γ.Π.Σ του 1986



Γειτονιές Γ.Π.Σ του 2011



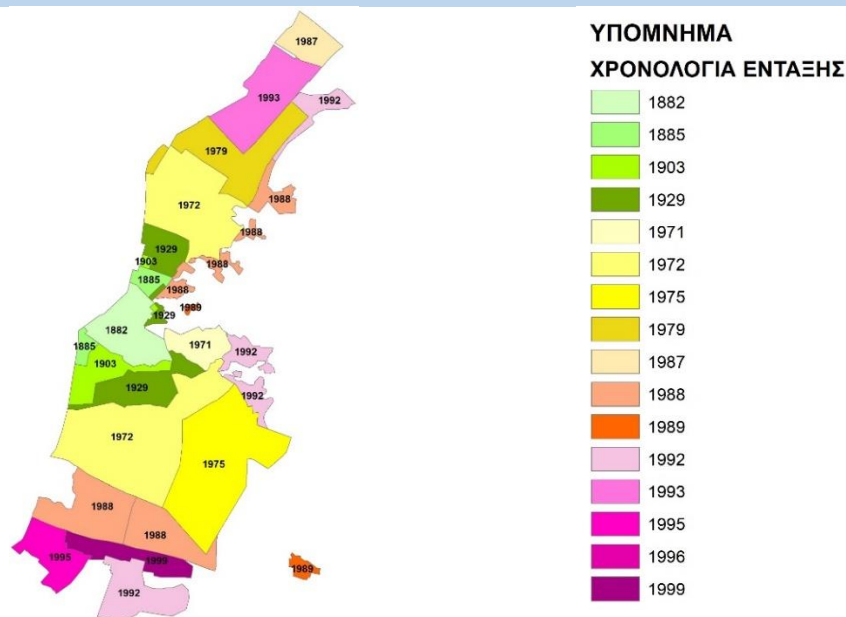
Γειτονιές Γ.Π.Σ του 2011 και νέοι τομείς γειτονιάς για την περιοχή μελέτης

Πηγή: <https://geodata.gov.gr/group/86b07ab4-4ee6-4d66-a5da-1f849cdaa0f5?organization=apd-depin>) και ίδια επεξεργασία.

**9.3.6 Χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης**

Το γεωχωρικό σύνολο Χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης αφορά περιοχές της Πάτρας που εντάχθηκαν στο σχέδιο πόλης μαζί με τις χρονιές της ένταξής τους. Η βάση δεδομένων της επεξεργασμένης πληροφορίας περιλαμβάνει τριάντα τρεις περιοχές ένταξης. Το παρόν γεωχωρικό σύνολο είναι πολύ σημαντικό για να ελεγχθεί ο τρόπος που επέδρασε η αστική διάχυση στις περιοχές που εντάχθηκαν στο σχέδιο πόλης εντός της περιόδου μελέτης από το 1981 έως το 2015

**Χάρτης 9.10: Χρονολογία ένταξης στο Σχέδιο Πόλης**



Πηγή: Ανοικτά γεωχωρικά δεδομένα Δ. Πατρέων [https://gissrvweb.geopatras.gr/publish\\_t/webapps/g-opengeodata/](https://gissrvweb.geopatras.gr/publish_t/webapps/g-opengeodata/) και ίδια επεξεργασία.



### 9.3.7 Οδικό δίκτυο

Το γεωχωρικό σύνολο του οδικού δικτύου δημιουργήθηκε με απευθείας ψηφιοποίηση (manual on-screen digitizing) για κάθε έτος αναφοράς. Οι χάρτες βάσεις – φωτομωσαϊκά που χρησιμοποιήθηκαν για την απευθείας ψηφιοποίηση περιγράφονται στον παρακάτω πίνακα 9.4. Τα φωτομωσαϊκά της ΕΛ.ΣΤΑΤ δεν αποτυπώνουν πάντα ολόκληρη την περιοχή μελέτης καθώς είναι προσανατολισμένα στην απογραφή πληθυσμού. Συνεπώς, το οδικό δίκτυο στις παρυφές της πόλης, ειδικά στις παλαιότερες χρονιές, αποτυπώνεται μέχρι το σημείο όπου υπάρχουν κατοικίες. Στις περιπτώσεις αυτές το οδικό δίκτυο συμπληρώνεται και ελέγχεται από το πλησιέστερο φωτομωσαϊκό αεροφωτογραφιών/ορθοφωτοχαρτών.

Για το έτος 1981 το οδικό δίκτυο ψηφιοποιήθηκε απευθείας (manual on-screen digitizing) από το φωτομωσαϊκό της ΕΛ.ΣΤΑΤ της απογραφής πληθυσμού-κατοικιών για το έτος 1981 και ενημερώθηκε από το φωτομωσαϊκό αεροφωτογραφιών του έτους 1982. Για το 1991, το οδικό δίκτυο ψηφιοποιήθηκε απευθείας (manual on-screen digitizing) από το φωτομωσαϊκό της ΕΛ.ΣΤΑΤ της απογραφής πληθυσμού-κατοικιών για το έτος 1991. Το οδικό δίκτυο του έτους 2001 δόθηκε ψηφιακά από την ΕΛ.ΣΤΑΤ αλλά δεν χρησιμοποιήθηκε. Το υλικό είχε αρκετές ελλείψεις παρουσιάζοντας σημαντικά προβλήματα τόσο ακρίβειας όσο και ποιότητας. Συγκεκριμένα παρουσιάστηκαν: απουσία οδικών αξόνων που ήταν υλοποιημένοι τις προηγούμενες δεκαετίες, αποσπασματικοί και χωρίς σύνδεση οδικοί άξονες, ασυνέχειες σε οδικούς άξονες και κακή ποιότητα πρωτογενούς ψηφιοποιημένου υλικού (οδικοί άξονες που διέσχιζαν οικοδομικά τετράγωνα, σφάλματα ψηφιοποίησης, σφάλματα τοπολογίας) σε τέτοια έκταση που η διόρθωση του συγκεκριμένου υποβάθρου θεωρήθηκε ασύμφορη. Συνεπώς, χρησιμοποιήθηκε το φωτομωσαϊκό των αεροφωτογραφιών του έτους 1996 ως χάρτης βάσης μαζί με το φωτομωσαϊκό της ΕΛ.ΣΤΑΤ για το έτος 2001 και το οδικό δίκτυο 2001 που χρησιμοποιείται στην παρούσα εργασία προέκυψε επίσης με απευθείας ψηφιοποίηση. Τέλος, το οδικό δίκτυο 2015 δημιουργήθηκε με απευθείας ψηφιοποίηση από το φωτομωσαϊκό των ορθοφωτοχαρτών του 2015

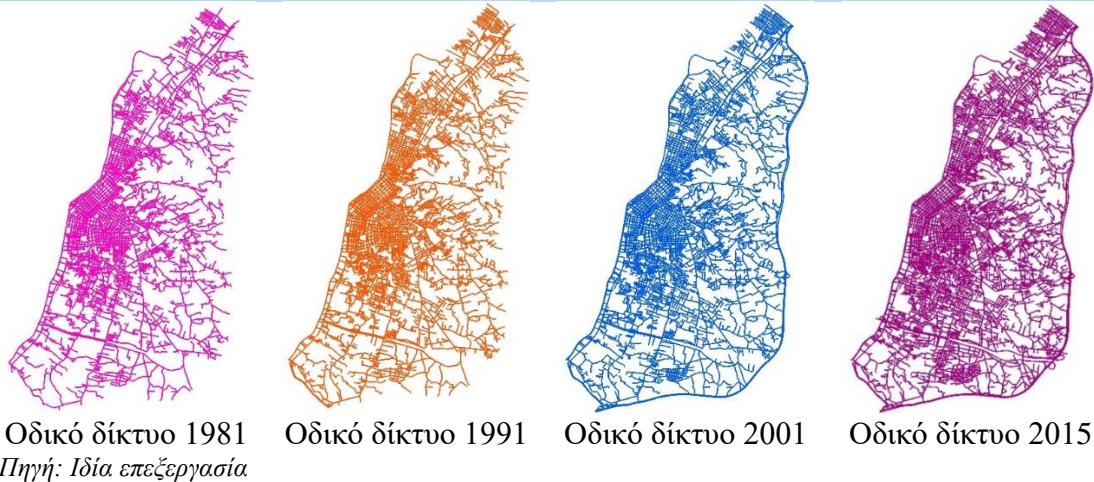
**Πίνακας 9.4: Ψηφιοποίηση οδικού δικτύου από φωτομωσαϊκά**

Γεωχωρικό Σύνολο	Έτος	Ψηφιοποίηση από:
Οδικό δίκτυο	1981	Φωτομωσαϊκό ΕΛΣΤΑΤ 1981 και φωτομωσαϊκό αεροφωτογραφιών 1982
Οδικό δίκτυο	1991	Φωτομωσαϊκό ΕΛΣΤΑΤ 1991
Οδικό δίκτυο	2001	Φωτομωσαϊκό ΕΛΣΤΑΤ 2001 και φωτομωσαϊκό αεροφωτογραφιών 1996
Οδικό δίκτυο	2015	Φωτομωσαϊκό ορθοφωτοχαρτών 2015

*Πηγή: Ιδία επεξεργασία*

Το γεωχωρικό σύνολο του οδικού δικτύου στην περιοχή μελέτης εμφανίζεται παρακάτω:

**Σειρά χαρτών 9.11: Οδικό δίκτυο 1981, 1991, 2001 και 2015**



Η ψηφιοποίηση έδωσε τα ακόλουθα πραγματοποιημένα χιλιόμετρα οδικού δικτύου για κάθε χρονιά αναφοράς:

**Πίνακας 9.5: Πραγματοποιημένα χιλιόμετρα οδικού δικτύου ανά έτος αναφοράς**

1981	1991	2001	2015
466 km	523 km	601 km	729 km

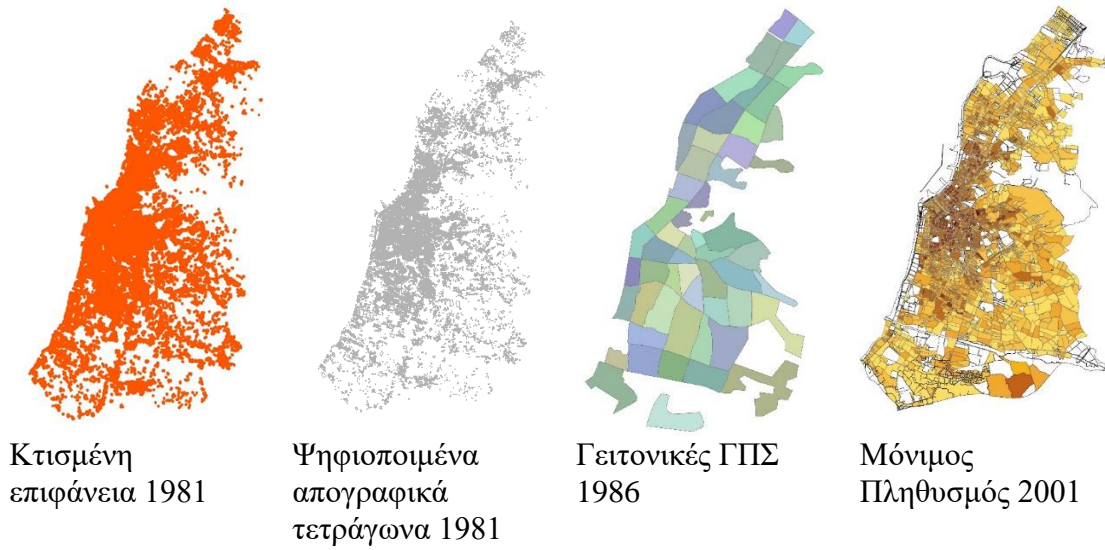
Πηγή: *Ιδία επεξεργασία*

### 9.3.8 Απογραφές πληθυσμού ΕΛ.ΣΤΑΤ- Μόνιμος πληθυσμός

Όπως αναφέρθηκε, για το έτος 1981 η ΕΛΣΤΑΤ δεν διέθετε καθόλου δεδομένα σε επίπεδο απογραφικού οικοδομικού τετραγώνου ως αποτέλεσμα απώλειας της συγκεκριμένης πληροφορίας λόγω αλλαγών στο σύστημα γραμμογράφησης (κωδικοποίηση). Η απόδοση του πληθυσμού στα οικοδομικά τετράγωνα της πόλης είναι μέγιστης σημασίας για την μέτρηση της αστικής διάχυσης και την κατανόηση των αναπτυξιακών τάσεων στην περιοχή μελέτης.

Για αποδοθεί ο πληθυσμός του 1981 στα οικοδομικά τετράγωνα, αρχικά ψηφιοποιήθηκαν τα απογραφικά τετράγωνα από τον αντίστοιχο χάρτη- φωτομωσαϊκό ΕΛΣΤΑΤ 1981. Με τη βοήθεια της μελέτης «Διερεύνηση Καθορισμού Ζωνών Μεταφορᾶς Σ.Δ. στο Πολεοδομικό Συγκρότημα Πατρῶν», Χαρά Παπαδάτου – Γιαννοπούλου (1997), αντλήθηκαν τα πληθυσμιακά στοιχεία 1981 και 1991 της ΕΛΣΤΑΤ τα οποία είχαν αποδοθεί στις 57 γειτονιές του ΓΠΣ του 1986. Με έτος αναφοράς το 1991, τη βοήθεια της κτισμένης επιφάνειας (κτίρια) του 1981 και διαδικασίες «γέφυρας», δημιουργήθηκε μια συστηματική προσέγγιση απόδοσης του πληθυσμού από τις 57 γειτονιές στα ψηφιοποιημένα απογραφικά τετράγωνα. Για την απόδοση έτους δημιουργήθηκαν συντελεστές προσαρμογής οι οποίοι έλαβαν υπόψη τους το πλήθος και το εμβαδόν της κτισμένης επιφάνειας σε κάθε απογραφικό τετράγωνο.

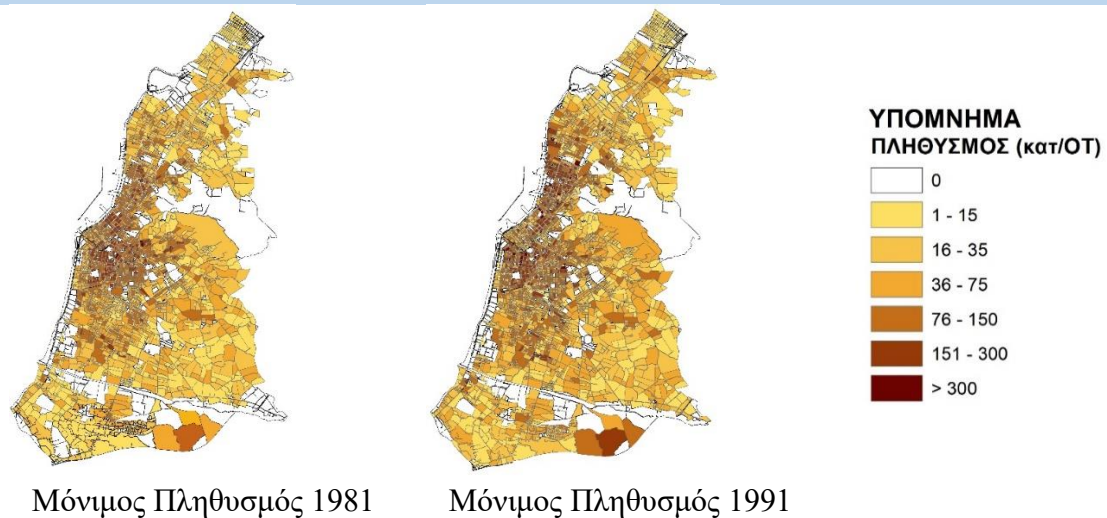
**Σειρά χαρτών 9.12: Απόδοση απογραφής πληθυσμού ΕΛ.ΣΤΑΤ έτους 1981**

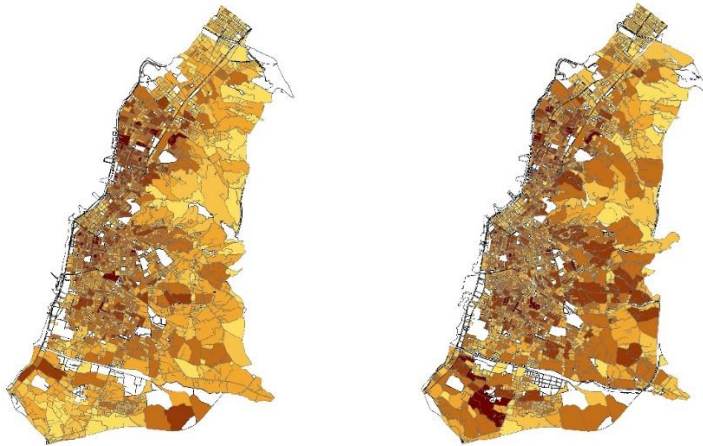


*Πηγή: Χαρτογραφικά υπόβαθρα απογραφικών τετραγώνων 1981 ΕΛ.ΣΤΑΤ - Ιδία επεξεργασία*

Για τον μόνιμο πληθυσμό του έτους 1991 και 2001, 2011 και την επίλυση των προβλημάτων ακολουθήθηκαν οι διαδικασίες που περιγράφησαν στο κεφάλαιο «9.2. Δεδομένα απογραφών πληθυσμού της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής (ΕΛ.ΣΤΑΤ)». Το αποτέλεσμα παρουσιάζεται στους χάρτες με υπόβαθρο τα απογραφικά τετράγωνα της ΕΛΣΤΑΤ.

**Σειρά χαρτών 9.13: Απογραφή πληθυσμού ΕΛ.ΣΤΑΤ – Μόνιμος Πληθυσμός 1981, 1991, 2001 και 2011**





Μόνιμος Πληθυσμός 2001

Μόνιμος Πληθυσμός 2011

Πηγή: Χαρτογραφικά υπόβαθρα ΕΛ.ΣΤΑΤ - Ιδία επεξεργασία

---

### 9.3.9 Αγροτική γη

Το ψηφιακό υπόβαθρο της αγροτικής γης πραγματοποιήθηκε με απευθείας ψηφιοποίηση (manual on-screen digitizing) από τα φωτομωσαϊκά που χρησιμοποιήθηκαν ως χάρτες βάσης. Για την κατηγοριοποίηση της αγροτικής γης χρησιμοποιήθηκε εξειδικευμένη κωδικοποίηση που βασίζεται στο πρότυπο του Corine Land Cover (CLC), προσαρμοσμένη ώστε να αντικατοπτρίζει τις ειδικές συνθήκες καλλιέργειας της περιοχής μελέτης.

Για την απεικόνιση χρησιμοποιήθηκαν οι εξής κατηγορίες:

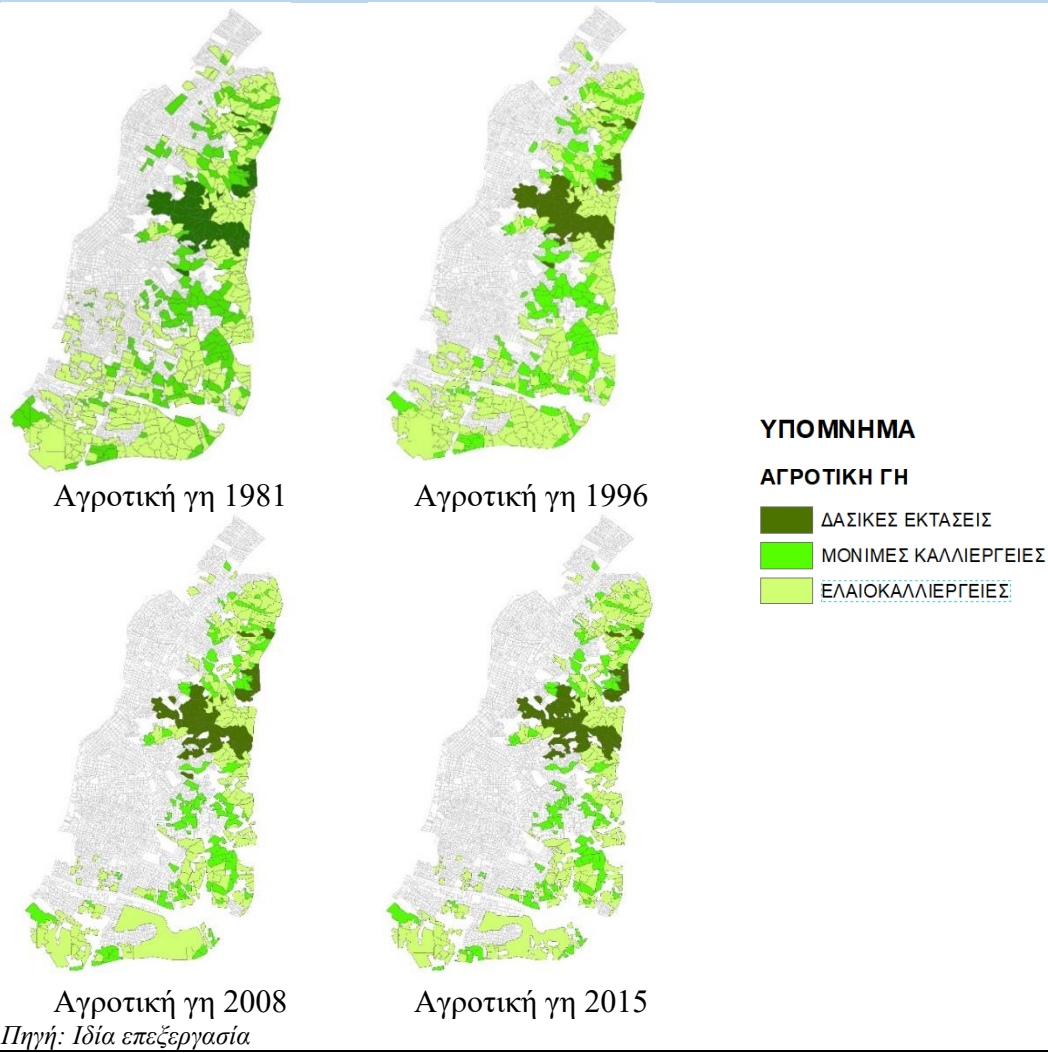
Μόνιμες καλλιέργειες

Ελαιοκαλλιέργειες

Οι μόνιμες καλλιέργειες είναι σύμφωνες με τον κωδικό 222 του CLC «Οπωροφόρα δέντρα και φυτείες με σαρκώδεις καρπούς». Πιο συγκεκριμένα, η καταγραφή αφορά στις καλλιέργειες λεμονιάς και πορτοκαλιάς οι οποίες είναι χαρακτηριστικές της περιοχής. Οι ελαιοκαλλιέργειες είναι σύμφωνες με τον κωδικό 223 του CLC «Ελαιώνες».

Για λόγους σύγκρισης, ψηφιοποιήθηκαν επίσης οι δασικές εκτάσεις (που αποτελούνται κυρίως από πεύκα) της περιοχής μελέτης, οι οποίες απαντώνται στην περιοχή του περιαστικού άλσους του Δασυλλίου στον λόφο Εσχατοβούνι (τελευταίος λόφος του όγκου του Παναχαϊκού πριν τα επίπεδα τμήματα) καθώς και στη δασική έκταση της περιοχής των Κάτω Συχαινών. Οι περιοχές που κατηγοριοποιήθηκαν ως αγροτικές εκτάσεις, δηλ. οι μόνιμες καλλιέργειες και ελαιοκαλλιέργειες περιλαμβάνουν κτισμένη επιφάνεια μικρότερη από 5% της έκτασής τους

**Σειρά χαρτών 9.14: Αγροτική γη 1981, 1996, 2008 και 2015**



Η ψηφιοποίηση έδωσε τις ακόλουθες εκτάσεις για κάθε χρονιά αναφοράς:

**Πίνακας 9.6: Εμβαδά Γεωργικής και Δασικής γης ανά έτος αναφοράς**

	1981	1996	2008	2015
Δασικές εκτάσεις (ha)	237,00	237,00	236,10	227,27
Μόνιμες καλλιέργειες (ha)	589,00	523,15	344,96	322,02
Ελαιοκαλλιέργειες (ha)	1299,00	1204,90	890,19	819,93

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

### 9.3.10 Χρήσεις γης

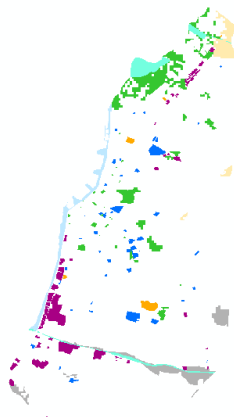
Τα υποβάθρα των χρήσεων γης δημιουργήθηκαν για την υποστήριξη της απεικόνισης των χρήσεων/κάλυψη γης στην περιοχή μελέτης ενώ στη συνέχεια συμμετέχουν στην ποσοτικοποίηση των αλλαγών στις χρήσεις/κάλυψη γης. Πιο συγκεκριμένα, πρόκειται για:

- Εμπόριο-χονδρεμπόριο-ΒΙΟΠΑ (έτη 1981, 1996, 2008, 2015). Για τη δημιουργία του υποβάθρου χρησιμοποιήθηκαν α)τα φωτομωσαϊκά για τα έτη

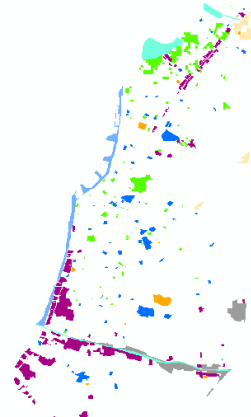
1981-82, 1996, 2008 και 2015 β) τα υπόβαθρα χρήσεων γης ανά οικοδομικό τετράγωνο της ΕΛ.ΣΤΑΤ (έτη 1991, 2001, 2011) επικαιροποιημένα από επιτόπια παρατήρηση για το έτος 2015 γ) οι χάρτες χρήσεων γης του ΓΠΣ 2011 Δήμου Πατρέων και του ΓΠΣ 1986 της Πάτρας

- Παλιό και νέο λιμάνι περιοχής μελέτη. Απευθείας ψηφιοποίηση από τα φωτομωσαϊκά για τα έτη 1981-82, 1996, 2008 και 2015
- Αθλητικές εγκαταστάσεις. Απευθείας ψηφιοποίηση από τα φωτομωσαϊκά για τα έτη 1981-82, 1996, 2008 και 2015 και από το υπόβαθρο Αθλητικές εγκαταστάσεις (2011) των ανοικτών δεδομένων του Δήμου Πατρέων ([https://gissrvweb.geopatras.gr/publish\\_t/webapps/g-opengeodata/](https://gissrvweb.geopatras.gr/publish_t/webapps/g-opengeodata/))
- Δημόσια κτιριακή υποδομή. Απευθείας ψηφιοποίηση από τα φωτομωσαϊκά για τα έτη 1981-82, 1996, 2008 και 2015 και από το υπόβαθρο επιφάνειες Σχολικών Συγκροτημάτων (2011) των ανοικτών δεδομένων του Δήμου Πατρέων ([https://gissrvweb.geopatras.gr/publish\\_t/webapps/g-opengeodata/](https://gissrvweb.geopatras.gr/publish_t/webapps/g-opengeodata/))
- Πλατείες/Αστικό πράσινο: Απευθείας ψηφιοποίηση από τα φωτομωσαϊκά για τα έτη 1981-82, 1996, 2008 και 2015
- Προστατευόμενες περιοχές/ Υγροβιότοποι: Απευθείας ψηφιοποίηση από τα φωτομωσαϊκά για τα έτη 1981-82, 1996, 2008 και 2015 και από τους χάρτες χρήσεων γης του ΓΠΣ 2011 Δήμου Πατρέων
- Άγονες εκτάσεις: Απευθείας ψηφιοποίηση από τα φωτομωσαϊκά για τα έτη 1981-82, 1996, 2008 και 2015
- Εκτάσεις χωρίς χρήση: Απευθείας ψηφιοποίηση από τα φωτομωσαϊκά για τα έτη 1981-82, 1996, 2008 και 2015

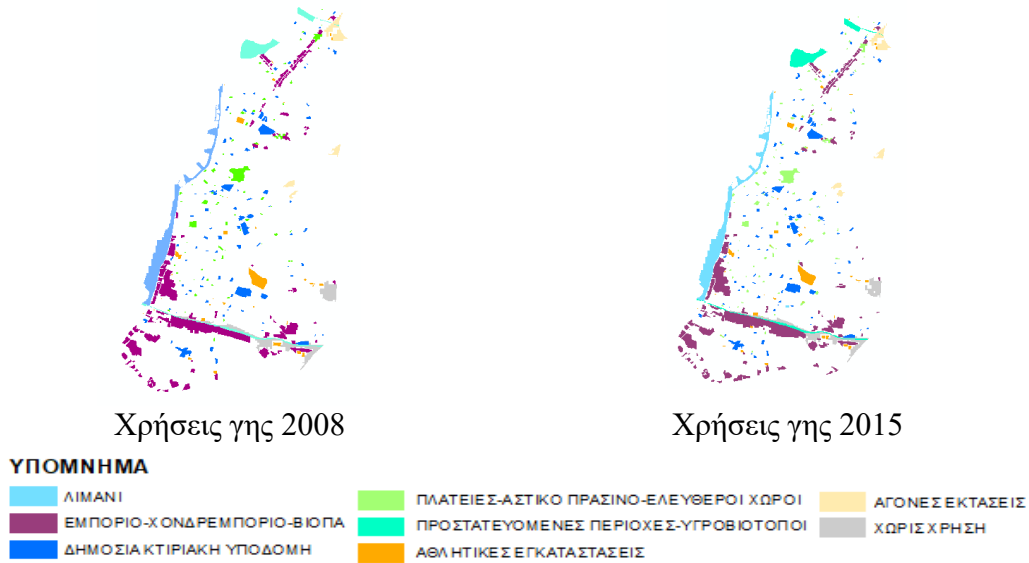
**Σειρά χαρτών 9.15: Χρήσεις γης 1981, 1996, 2008 και 2015**



Χρήσεις γης 1981



Χρήσεις γης 1996

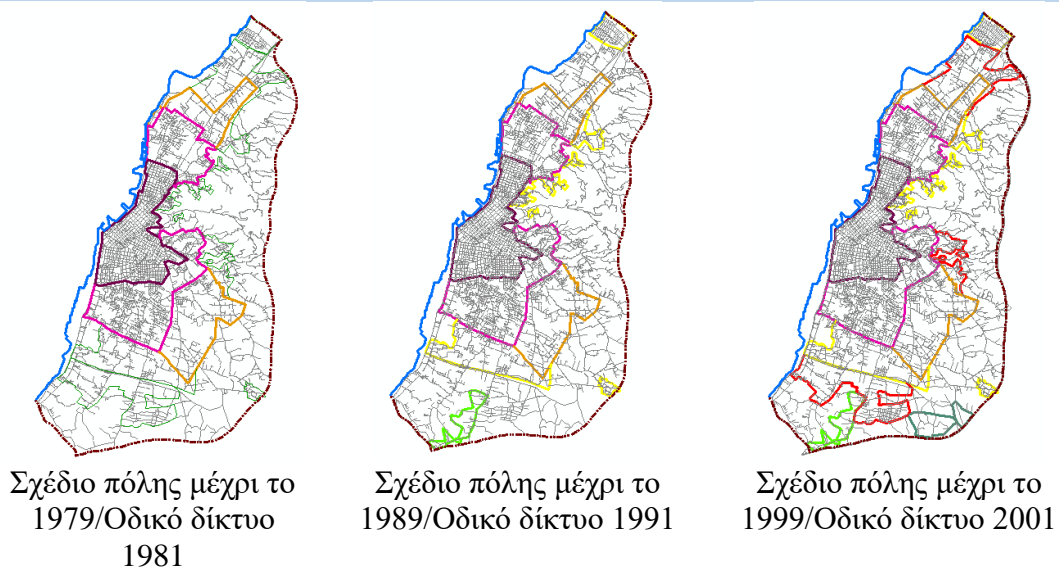


Πηγή: Ιδία επεξεργασία

### 9.3.11 Διοικητικά όρια

Το ψηφιακό υπόβαθρο των διοικητικών ορίων περιλαμβάνει τις διοικητικές διαιρέσεις εντός της περιοχής μελέτης. Συγκεκριμένα περιλαμβάνεται ολόκληρο το πολεοδομικό συγκρότημα Πατρών (οικισμός Πάτρα) με τις επεκτάσεις του και τις προσαρτήσεις οικισμών στο πολεοδομικό συγκρότημα από το 1981 μέχρι το 2011 (Δεμένικα), τον οικισμό του Αγ. Στεφάνου νότια του συγκροτήματος, το βόρειο τμήμα του οικισμού της Οβρυάς και το βορειοδυτικό τμήμα του οικισμού της Μαυρομανδήλας. Στη σειρά χαρτών που ακολουθούν, τα διοικητικά όρια και οι επεκτάσεις του σχεδίου πόλης παρουσιάζονται ανά δεκαετία με υπόβαθρο το οδικό δίκτυο της δεκαετίας εκείνης.

#### Σειρά χαρτών 9.16: Διοικητικά όρια – Εγκεκριμένο Σχέδιο Πόλης 1981-2000



Κεφάλαιο 9- Μελέτη περίπτωσης: Δημιουργία γεωχωρικών βάσεων δεδομένων

**ΥΠΟΜΝΗΜΑ**

— ΠΑΛΑΙΟΣ ΑΣΤΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ	— ΑΣΤΙΚΗ ΕΠΕΚΤΑΣΗ 1992 - 1999
— ΑΣΤΙΚΗ ΕΠΕΚΤΑΣΗ 1970-1975	□ ΟΡΙΑ ΟΙΚΙΣΜΩΝ 1991
— ΑΣΤΙΚΗ ΕΠΕΚΤΑΣΗ 1975 - 1979	□ ΟΡΙΑ ΟΙΚΙΣΜΟΥ 1989/1992
— ΑΣΤΙΚΗ ΕΠΕΚΤΑΣΗ 1987 - 1989	

*Πηγή: Ίδια επεξεργασία*

---



## Βιβλιογραφία κεφαλαίου 9

Adami, A. (2015). 4D City transformations by time series of aerial images. In 6th International Workshop on 3D Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures, 3D-ARCH 2015 (Vol. 40, No. 5W4, pp. 339-344). International Society for Photogrammetry and Remote Sensing.

Γραφείο Πολεοδομικών και Χωροταξικών μελετών Χαράς Παπαδάτου – Γιαννοπούλου (1997) «Διερεύνηση Καθορισμού Ζωνών Μεταφοράς Σ.Δ. στο Πολεοδομικό Συγκρότημα Πατρών», Δήμος Πατρέων, Δ.νση Πολεοδομικού Σχεδιασμού και Εφαρμογών.

Εθνική Στατιστική Υπηρεσία της Ελλάδος (1982), Πραγματικός Πληθυσμός της Ελλάδας κατά την απογραφή της 5<sup>ης</sup> Απριλίου 1981 κατά νομούς, επαρχίες, δήμους, κοινότητες και οικισμούς

Εθνική Στατιστική Υπηρεσία της Ελλάδος (1982), Αποτελέσματα απογραφής πληθυσμού – κατοικιών της 5<sup>ης</sup> Απριλίου 1981, τόμος V, τεύχος 4

Εθνική Στατιστική Υπηρεσία της Ελλάδος (1994), Πραγματικός Πληθυσμός της Ελλάδας κατά την απογραφή της 18<sup>ης</sup> Μαρτίου 2001 κατά νομούς, δήμους, κοινότητες, δημοτικά/κοινοτικά διαμερίσματα και οικισμούς

Εθνική Στατιστική Υπηρεσία της Ελλάδος (2004), Μόνιμος Πληθυσμός της Ελλάδας κατά την απογραφή της 17<sup>ης</sup> Μαρτίου 1991 κατά νομούς, επαρχίες, δήμους, κοινότητες και οικισμούς

Ewing, R. (1997). Is Los Angeles-style sprawl desirable?. *Journal of the American planning association*, 63(1), 107-126

Ewing, R., Pendall, R. and Chen, D. (2002) Measuring sprawl and its impact, Smart Growth America, Washington DC.

Galster, G., Hanson, R., Ratcliffe, M. R., Wolman, H., Coleman, S., & Freihage, J. (2001). Wrestling sprawl to the ground: defining and measuring an elusive concept. *Housing policy debate*, 12(4), 681-717.

Herold, M., Goldstein, N. C., & Clarke, K. C. (2003). The spatiotemporal form of urban growth: measurement, analysis and modeling. *Remote sensing of Environment*, 86(3), 286-302.

Κοτζαμάνης Β. και Παππάς Β. (2014). Τα πληθυσμιακά χωρικά δεδομένα στην Ελλάδα, υπόβαθρο για το σχεδιασμό: οι περιορισμοί και τα προβλήματα της αξιοποίησής τους. Βόλος, 2014, Νο 11

Ντυκέν, Μ. Ν., & Κρομυδάκης, Ν. (2009). Η απόκλιση πραγματικού-μόνιμου πληθυσμού στα διάφορα χωρικά επίπεδα της Κρήτης: Καθοριστικός παράγοντας για το χωροταξικό σχεδιασμό. στο: *ΤΜΧΠΠΑ (εκδ), Πρακτικά 2ου Πανελληνίου Συνεδρίου Πολεοδομίας, Χωροταξίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης, ΤΜΧΠΠΑ, Βόλος.*

Ομάδα Ερευνών και Τεκμηρίωσης Πολεοδομικού Σχεδιασμού και Περιφερειακής Ανάπτυξης του Πανεπιστημίου Πατρών (1986), «Μεθοδολογική προσέγγιση στην ανάλυση προβληματικής, προοπτικής και διαδικασίας σχεδιασμού για το Ελληνικό αστικό κέντρο. Ειδική εφαρμογή: Πολεοδομική αναβάθμιση Πάτρας»,

Van Eetvelde, V., & Antrop, M. (2004). Analyzing structural and functional changes of traditional landscapes—two examples from Southern France. *Landscape and urban planning*, 67(1-4), 79-95.

Skånes, H. M., & Bunce, R. G. H. (1997). Directions of landscape change (1741–1993) in Virestad, Sweden—characterised by multivariate analysis. *Landscape and urban planning*, 38(1-2), 61-75.

## Κεφάλαιο 10

### Μελέτη περίπτωσης: Ο πληθυσμός, η κτισμένη επιφάνεια και τα δίκτυα μεταφορικής υποδομής

#### 10.1. Ο πληθυσμός στην περιοχή μελέτης. Μοτίβο και τάσεις

##### 10.1.1 Εισαγωγή

Ο πληθυσμός διαδραματίζει σημαντικό και πολύπλευρο ρόλο τόσο στο φαινόμενο της αστικής διάχυσης όσο και στις αλλαγές των χρήσεων/κάλυψη γης. Η πληθυσμιακή αύξηση αποτελεί έναν από τους παράγοντες της αστικής διάχυσης (Brueckner & Fansler, 1983, Miezowski & Mills, 1993, Hasse & Lathrop, 2003), καθώς η ταχεία αύξηση του πληθυσμού λειτουργεί ως καταλύτης οδηγώντας την επέκταση των πόλεων σε περιοχές που προηγουμένως δεν είχαν αναπτυχθεί, εξαιτίας του γεγονότος ότι αυξάνονται επίσης οι απαιτήσεις για κατοικίες, υποδομές και υπηρεσίες. Στο πλαίσιο των αλλαγών των χρήσεων/κάλυψη γης ο πληθυσμός αποτελεί κινητήριο δύναμη (Hassan et al., 2016, Xu et al., 2020) επηρεάζοντας τα πρότυπα μετατροπής της γης, καθώς οι επεκτεινόμενες αστικές και γεωργικές περιοχές ικανοποιούν τις ανάγκες των αυξανόμενων πληθυσμών.

Η πληθυσμιακή εξέλιξη της πόλης της Πάτρας, που καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος της περιοχής μελέτης, παρουσιάζεται στον πίνακα 10.1.

<i>Πίνακας 10.1: Μόνιμος πληθυσμός ανά Γεωγραφικό Διαμέρισμα 1971-2021</i>						
Γεωγραφικό Διαμέρισμα	1971	1981	1991	2001	2011	2021
Πάτρα <sup>3</sup>	111.607	148.703	160.303	168.530	169.034	170.755
Δήμος Πατρέων <sup>4</sup>	112.228	150.947	161.116	203.668	213.984	215.922
Νομός Αχαΐας	240.854	275.193	300.078	322.789	310.298	305.979
Σύνολο χώρας	8.786.641	9.740.417	10.259.900	10.964.020	10.816.286	10.482.487

Πηγή: ΕΛ.ΣΤΑΤ

Το 1981, το Πολεοδομικό Συγκρότημα Πατρών είχε μόνιμο πληθυσμό 148.703 κατοίκους, δηλ. το 98,5% του πληθυσμού του Δήμου Πατρέων κατοικούσε στο αστικό κέντρο. Τα Δεμένικα, ο μεγαλύτερος οικισμός της περιοχής μελέτης είχε μόλις λίγο πάνω από 1000 κατοίκους. Η κυριαρχία του αστικού κέντρου παραμένει, παρ' όλες τις

<sup>3</sup> Ο πληθυσμός έχει μετατραπεί σε μόνιμο πληθυσμό για τα έτη 1981, 1991 και 2001

<sup>4</sup> Ο πληθυσμός έχει μετατραπεί σε μόνιμο πληθυσμό για τα έτη 1981, 1991 και 2001

διοικητικές αλλαγές (Καποδιστρακοί και Καλλικρατικοί δήμοι). Το 2011 (τελευταίο έτος απογραφής που λαμβάνεται υπόψη στη διατριβή) τα Δεμένικα σχεδόν τριπλασίασαν τον πληθυσμό τους και ο μόνιμος πληθυσμός στην Πάτρα ανερχόταν στο 79% του διευρυμένου δήμου. Στον πίνακα φαίνεται η κύρια αύξηση πληθυσμού που πραγματοποιήθηκε μεταξύ 1981 και 1991, ενώ από το 2001 και εξής, η πόλη διατηρεί τον πληθυσμό της με πολύ μικρές αυξήσεις.

Για τις ανάγκες της διδακτορικής διατριβής χρησιμοποιείται ο μόνιμος πληθυσμός στα έτη αναφοράς 1981,1991,2001 και 2011. Ο μόνιμος πληθυσμός διατίθεται από την ΕΛΣΤΑΤ για τα έτη 2001 και 2011 ενώ υπολογίστηκε για τα έτη 1981 και 1991, όπως αναλύθηκε στο αντίστοιχο κεφάλαιο. Εκτός από το Πολεοδομικό Συγκρότημα Πατρών, υπολογίστηκε ο αντίστοιχος μόνιμος πληθυσμός για τους οικισμούς που βρίσκονται εντός της περιοχής μελέτης, δηλ. τα Δεμένικα, ο βόρειος τομέας της Οβρυάς, ο οικισμός του Αγίου Στεφάνου και ο βορειοδυτικός τομέας του οικισμού της Μαυρομανδήλας. Ο πίνακας που ακολουθεί παρουσιάζει τον μόνιμο πληθυσμό στην περιοχή μελέτης

<b>Πίνακας 10.2: Μόνιμος πληθυσμός ανά έτος αναφοράς στην περιοχή μελέτης</b>				
	<b>1981</b>	<b>1991</b>	<b>2001</b>	<b>2011</b>
<b>Σύνολο κατοίκων</b>	151.053	164.369	173.633	174.055

Πηγή: *Ιδία επεξεργασία*

### 10.1.2 Χωρική ανάλυση πληθυσμού. Μετρήσεις, τάσεις και δυναμικές.

Στο παρόν υποκεφάλαιο διεξάγεται χωρική ανάλυση που περιλαμβάνει μετρήσεις και δείκτες όπως η μέση πληθυσμιακή πυκνότητα και ο ρυθμός μεταβολής του πληθυσμού, καθώς και μετρήσεις χωρικής στατιστικής που περιλαμβάνουν γεωστατιστικούς δείκτες κεντρικότητας και διασποράς.

Για τις αναλύσεις χρησιμοποιούνται τα γεωχωρικά δεδομένα του μόνιμου πληθυσμού για τα έτη 1981, 1991, 2001 και 2015

#### 10.1.2.1 Μετρήσεις και δείκτες

Μετρήσεις και δείκτες για τον πληθυσμό ως παράμετρο της αστικής διάχυσης έχουν χρησιμοποιήσει αρκετοί ερευνητές (Sudhira et al., 2004, Skog & Steinnes, 2016). Στον πίνακα 10.3 παρουσιάζεται η Μέση πληθυσμιακή πυκνότητα σε κατ/ha στην περιοχή μελέτης

<b>Πίνακας 10.3: Μέση πληθυσμιακή πυκνότητα στην περιοχή μελέτης</b>				
<b>Χρονολογία</b>	<b>1981</b>	<b>1991</b>	<b>2001</b>	<b>2011</b>
Συνολική έκταση περιοχής μελέτης (ha)		4381,60		
Μόνιμος Πληθυσμός	151.053	164.369	173.633	174.055

Μέση πληθυσμιακή πυκνότητα (κατ/ha περιοχής μελέτης)	34,47	37,51	39,62	39,72
---	-------	-------	-------	-------

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Η μέση πληθυσμιακή πυκνότητα αυξάνει σε κάθε έτος αναφοράς, ως απόρροια της γενικής αύξησης πληθυσμού. Αποτελεί ένδειξη αστικοποίησης, αλλά η μέση τιμή πυκνότητας δεν μπορεί να υποδείξει κάποιο μοτίβο στο χώρο. Γνωρίζοντας ότι από το 2001 μέχρι το 2011 ο πληθυσμός στο Πολεοδομικό Συγκρότημα Πατρών αυξάνει ελάχιστα ενώ αυξάνεται περισσότερο στους περιαστικούς οικισμούς, ένα πρώτο συμπέρασμα είναι ότι μια τέτοια τάση πιθανόν να επηρεάζει τον μεταφορικό σχεδιασμό, την κτισμένη επιφάνεια αλλά και τις υποδομές. Η ανάλυση του μοτίβου των δικτύων και της κτισμένης επιφάνειας θα δώσει ασφαλή απάντηση.

Στον πίνακα 10.4 παρουσιάζεται ο ρυθμός μεταβολής του πληθυσμού για την κάθε δεκαετία και ο ετήσιος ρυθμός αύξησης του πληθυσμού.

<b>Πίνακας 10.4: Ρυθμός μεταβολής μόνιμου πληθυσμού</b>					
<b>Περίοδος αναφοράς</b>	<b>Από</b>	<b>1981</b>	<b>1991</b>	<b>2001</b>	<b>1981</b>
	<b>Έως</b>	<b>1991</b>	<b>2001</b>	<b>2011</b>	<b>2011</b>
Χρονικό διάστημα		10	10	10	30
Ρυθμός μεταβολής (%) πληθυσμού		8,82	5,64	0,24	15,23
Ετήσιος ρυθμός αύξησης (%) πληθυσμού		0,85	0,55	0,02	0,42

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Την δεκαετία 1981-1991 ο μόνιμος πληθυσμός έχει σχετικά υψηλό ρυθμό ανάπτυξης ενώ την επόμενη δεκαετία αν και θετικός, ο ρυθμός ανάπτυξης εμφανίζεται μειωμένος. Την δεκαετία 2001-2011 ο μόνιμος πληθυσμός είναι σχεδόν στάσιμος. Αντίστοιχα, ο ετήσιος ρυθμός αύξησης πληθυσμού για τη δεκαετία 1981-1991 δείχνει αύξηση του πληθυσμού, ενώ την δεκαετία 1991-2001 ο ρυθμός μειώνεται αισθητά. Ο ετήσιος ρυθμός αύξησης πληθυσμού την δεκαετία 2001-2011 δείχνει σημαντική επιβράδυνση η οποία φτάνει σχεδόν στη στασιμότητα ή σχεδόν μηδενική αύξηση. Η φθίνουσα τάση στους ρυθμούς αύξησης μόνιμου πληθυσμού υποδηλώνει σημαντικές δημογραφικές αλλαγές που οφείλονται στις χαμηλές γεννήσεις και στη γήρανση του πληθυσμού (Κοτζαμάνης & Παππάς 2021, Κοτζαμάνης 2022)

### 10.1.2.2 Δείκτες χωρικής κατανομής

Στη χωρική στατιστική τα εργαλεία της κεντρικής τάσης και των δεικτών διασποράς παρέχουν πληροφορίες για τον χωρικό μέσο καθώς και για τον προσανατολισμό και τη διασπορά των χωρικών φαινομένων, βοηθώντας στην κατανόηση της εξέλιξης του πληθυσμού.

Οι γεωστατιστικοί δείκτες χωρικής κατανομής που υπολογίζονται αφορούν στον δείκτη κεντρικότητας (χωρικός μέσος) και στην έλλειψη τυπικής απόκλισης (κατευθυντική κατανομή). Οι μετρήσεις αυτές παρέχουν κρίσιμες πληροφορίες για τη χωρική δυναμική του πληθυσμού. Συγκεκριμένα, το μέσο κέντρο λειτουργεί ως κομβικό σημείο αντιπροσωπεύοντας τη μέση γεωγραφική θέση του πληθυσμού παρέχοντας ένδειξη της συνολικής χωρικής τάσης. Η έλλειψη τυπικής απόκλισης οριοθετεί το μοτίβο της διασποράς του πληθυσμού, παρέχοντας πληροφορίες για την κατευθυντήρια τάση.

Ο πίνακας και τα διαγράμματα του χωρικού μέσου και της έλλειψη τυπικής απόκλισης του πληθυσμού παρουσιάζονται παρακάτω:

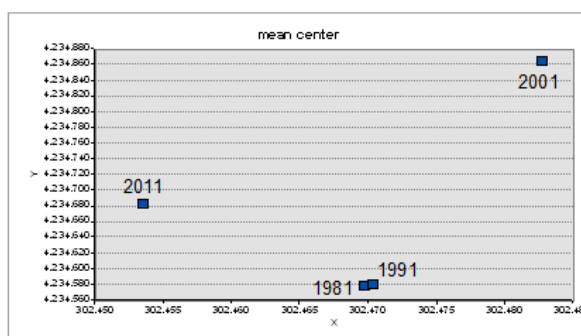
**Πίνακας 10.5: Κινήσεις του Χωρικού Μέσου του πληθυσμού ανά έτος αναφοράς**

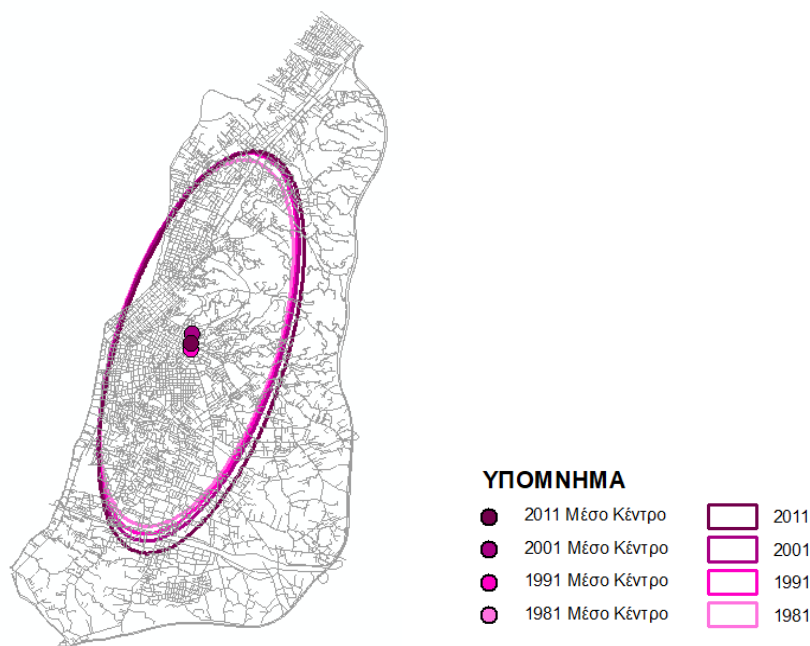
Έτος	Θέση κέντρου X	Θέση κέντρου Y	Περίοδος αναφοράς	Κατεύθυνση	Απόσταση (m)	Ετήσια κίνηση (m/a)
1981	302469,71	4234578,69	-	-	-	-
1991	302470,26	4234581,61	1981-1991	ΑΒΑ	2,97	0,30
2001	302482,71	4234865,35	1991-2001	ΑΒΑ	284,01	28,40
2011	302453,51	4234684,50	2001-2011	ΝΔ	183,19	18,31

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Όπου: m/a (meters per annum)

**Χάρτης 10.1: Χωρικός Μέσος και Έλλειψη Τυπικής Απόκλισης του πληθυσμού ανά περίοδο αναφοράς 1981,1991, 2001 και 2011**





Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Από τη μελέτη του χωρικού μέσου και της έλλειψης τυπικής απόκλισης του πληθυσμού από το 1981 έως και το 2011, φαίνεται ότι ο χωρικός μέσος μετακινήθηκε μεταξύ 1981 και 1991 ανατολικότερα και ελαφρώς βορειότερα (ΑΒΑ), που σημαίνει ότι η πυκνωση ήταν περισσότερη στις ανατολικές-βορειοανατολικές περιοχές από ότι στις βορειότερες. Το χρονικό διάστημα 1991-2001 παρατηρείται αύξηση του πληθυσμού στις βόρειες και ανατολικές περιοχές με τον χωρικό μέσο και την καμπύλη της κατανομής να μεταφέρεται ανατολικά-βορειοανατολικά (ΑΒΑ). Η καμπύλη επίσης μεγαλώνει το νότιο εύρος της, Τέλος, το χρονικό διάστημα 2001-2011 η κατεύθυνση του χωρικού μέσου μεταφέρεται νοτιοδυτικά, ενώ η έλλειψη τυπικής απόκλισης διευρύνεται περαιτέρω στα νότια και ανατολικά της περιοχής μελέτης.

### 10.1.3 Προβλέψεις πληθυσμού

Προκειμένου να μετρηθεί η αστική διάχυση με την μέθοδο της Σταθμισμένης Αστικής Εξάπλωσης (Weighted urban proliferation, (WUP)) είναι απαραίτητος ο υπολογισμός του πληθυσμού για κάθε έτος αναφοράς της κτισμένης επιφάνειας. Συνεπώς πραγματοποιήθηκε πρόβλεψη πληθυσμού για τα έτη 1996, 2008 και 2015

Για τα ενδιάμεσα έτη 1996 και 2008 χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της Γραμμικής Ενδιάμεσης Παρεμβολής:

Με δεδομένα τα μεγέθη του πληθυσμού δύο απογραφών και με τη χρήση του τύπου:

$$P_t = P_0 + (P_n - P_0) / n$$

όπου:

$P_0$  το μέγεθος του πληθυσμού της πρώτης απογραφής,

$P_n$  το μέγεθος του πληθυσμού της δεύτερης απογραφής,

$P_t$  η εκτίμηση του μεγέθους του πληθυσμού κάποιου ενδιάμεσου χρονικού σημείου  $t$  μεταξύ των δύο απογραφών,

$t$  ο αριθμός ετών μεταξύ της πρώτης απογραφής και του χρονικού σημείου για το οποίο θέλουμε να παρέχουμε εκτίμηση,

$n$  ο αριθμός ετών μεταξύ των δύο απογραφών.

Ο πληθυσμός του έτους 2015 υπολογίστηκε με τη μέθοδο της εκθετικής καμπύλης σύμφωνα με τον τύπο

$$P_t = P_0(1+r)^t$$

Όπου:

$P_0$  το μέγεθος του πληθυσμού της πρώτης απογραφής,

$P_t$  είναι ο πληθυσμός που θα προβλεφθεί την χρονική στιγμή  $t$

$t$  ο αριθμός ετών μεταξύ της πρώτης απογραφής και του χρονικού σημείου για το οποίο θέλουμε να παρέχουμε εκτίμηση,

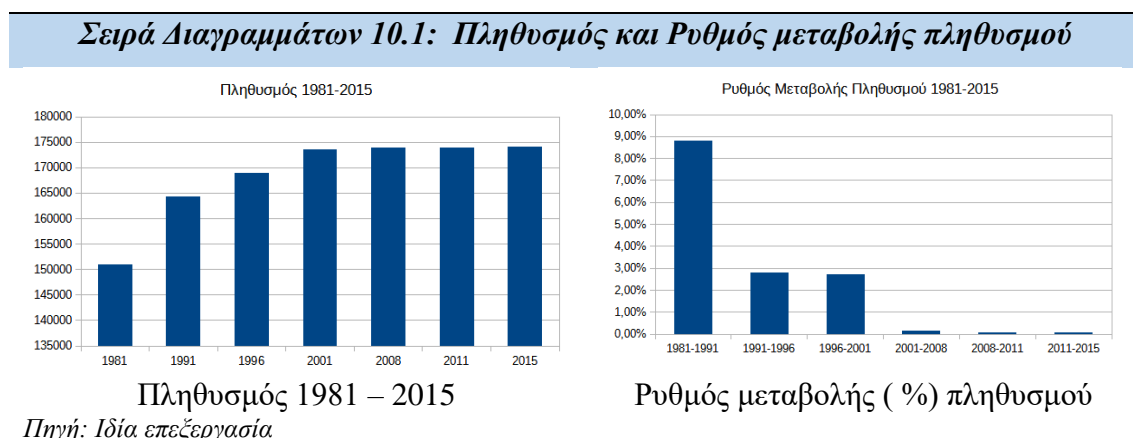
$r$ : είναι ο ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης μεταξύ δύο γνωστών περιόδων

Ακολουθεί ο πίνακας πρόβλεψης πληθυσμού. Με έντονα γράμματα τα έτη για τα οποία υπολογίστηκε ο πληθυσμός

<b>Πίνακας 10.6: Πρόβλεψη πληθυσμού και ρυθμός μεταβολής</b>						
1981	1991	1996	2001	2008	2011	2015
151.053	164.369	<b>169.001</b>	173.633	<b>173.928</b>	174.055	<b>174.224</b>
	8,82%	2,82%	2,74%	0,17%	0,07%	0,10%

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Ο πληθυσμός 1981-2015 και ο ρυθμός μεταβολής του πληθυσμού 1981-2015 απεικονίζεται στα διαγράμματα που ακολουθούν.



Μεταξύ 1981-1991 ο ρυθμός μεταβολής του πληθυσμού είναι 8,82%. Το ποσοστό αυτό είναι το υψηλότερο σε όλη τη διάρκεια των τριαντατεσσάρων ετών. Τις πενταετίες



1991-1996 και 1996-2001 ο ρυθμός μεταβολής είναι 2,82% και 2,74% αντίστοιχα, με τον ρυθμός μεταβολής της δεκαετίας 1991-2001 να είναι 5,63%. Ο μειούμενος ρυθμός μεταβολής συνεχίζει και στα επόμενα έτη, παρουσιάζοντας σχεδόν στάσιμο ρυθμό μεταβολής. Τα στοιχεία αντικατοπτρίζουν την χαρακτηριστική τάση της Ελλάδας τα τελευταία χρόνια, καθώς η χώρα υφίσταται δημογραφικές μεταβάσεις που οφείλονται στη γήρανση του πληθυσμού και στα χαμηλά ποσοστά των γεννήσεων.

## **10.2 Η κτισμένη επιφάνεια στην περιοχή μελέτης. Μοτίβο και τάσεις**

### **10.2.1 Εισαγωγή**

Η κτισμένη επιφάνεια αποτελεί τη φυσική εκδήλωση της αστικής διάχυσης. Όπως επισημαίνουν οι Jaeger & Schwick (2014), στον ορισμό τους για την αστική διάχυση ο οποίος είναι από τους πλέον αποδεκτούς, «ένα τοπίο επηρεάζεται από την αστική διάχυση εάν κυριαρχείται από αστική ανάπτυξη ή μεμονωμένα κτίρια και όταν η κατανάλωση γης ανά κάτοικο είναι υψηλή. Όσο περισσότερη επιφάνεια έχει κτιστεί σε ένα δεδομένο τοπίο (σύνολο της κτισμένης επιφάνειας) και όσο πιο διασκορπισμένη είναι αυτή η κτισμένη επιφάνεια στο τοπίο (χωρική διαμόρφωση) και όσο μεγαλύτερη είναι η κατανάλωση της κτισμένης επιφάνειας ανά κάτοικο ή ανά εργασία (χαμηλότερη ένταση στην κτισμένη επιφάνεια), τόσο μεγαλύτερος είναι ο βαθμός της αστικής διάχυσης». Κύριοι ορισμοί της αστικής διάχυσης όπως αυτός του Ewing (1997), εισάγουν την πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας στον ορισμό της αστικής διάχυσης καθώς και στον καθορισμό της μορφής της διάχυσης (χαμηλή πυκνότητα, διάσπαρτη ανάπτυξη, ανάπτυξη, γραμμική ανάπτυξη κατά μήκος οδικών αξόνων).

Ως αναπόσπαστο τμήμα της αστικής διάχυσης, η κτισμένη επιφάνεια και η διαρκής αύξησή της αποτελεί αντικείμενο μελέτης παγκόσμιων οργανισμών όπως τα Ηνωμένα Έθνη και η Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ), η αύξηση της κτισμένης επιφάνειας έχει οδηγήσει σε σημαντικές απώλειες εδαφών κυρίως γύρω από πόλεις και ζώνες μετακίνησης. Αυτό το έντονο ενδιαφέρον για την κτισμένη επιφάνεια και στις επιπτώσεις της οδήγησε στην εισαγωγή του όρου δέσμευση γης (land take).

Ως δέσμευση γης ορίζεται η αλλαγή στην έκταση της γεωργικής, δασικής και άλλης ημιφυσικής γης που καταλαμβάνεται για αστική και άλλη τεχνητή ανάπτυξη. Η κατάληψη γης περιλαμβάνει περιοχές σφραγισμένες από αστικές υποδομές καθώς και αστικούς χώρους πρασίνου, εγκαταστάσεις άθλησης και αναψυχής (EEA, 2019). Η Οικονομική Επιτροπή των Ηνωμένων Εθνών για την Ευρώπη (UNECE) ορίζει ως δέσμευση γης το άθροισμα των εδαφών που καταλαμβάνονται από την μεταφορική υποδομή, την αστική και βιομηχανική ανάπτυξη, την αναψυχή, τους χώρους αποβλήτων και άλλες αστικού τύπου χρήσεις. Εκφράζεται σε τετραγωνικά χιλιόμετρα ή εκτάρια. Η σημασία του ζητήματος της δέσμευσης γης έχει προοδευτικά αναγνωριστεί από δημόσιους φορείς και αναφέρεται ρητά στη διεθνή σύμβαση για τη βιοποικιλότητα (UNEP-WCMC 2015) ενώ η Ευρωπαϊκή Επιτροπή συνιστά να σταματήσει η καθαρή δέσμευση γης στην Ευρωπαϊκή Ένωση έως το 2050 (COM(2011) 571).

Ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος ορίζει την δέσμευση γης ως αποτέλεσμα της αστικής διάχυσης (EEA, 2018). Όπως επισημαίνουν οι Colsaet et al. (2018), η κατάληψη γης σχετίζεται στενά με την αστική διάχυση. Ο λόγος είναι ότι υπερβολική κατάληψη γης αποτελεί άμεση συνέπεια της ανάπτυξης χαμηλής πυκνότητας, πράγμα που σημαίνει ότι για την αντιμετώπιση της κατάληψης εδαφών απαιτείται ελαχιστοποίηση της αστικής διάχυσης (Colsaet et al, 2018).

Στην διατριβή χρησιμοποιείται η όρος κτισμένη επιφάνεια ως περισσότερο γενικός και αντιπροσωπευτικός. Ως κτισμένη επιφάνεια θεωρούνται όλες οι σφραγισμένες τεχνικές επιφάνειες και κατασκευές σύμφωνα με την κατηγοριοποίηση που έχει γίνει σε αυτές από το ευρωπαϊκό πρόγραμμα Κοπέρνικος (<https://land.copernicus.eu>). Η αναλυτική περιγραφή αυτών των επιφανειών περιγράφεται στο υποκεφάλαιο 9.3.4

### 10.2.2 Χωρική ανάλυση κτισμένης επιφάνειας. Μετρήσεις, τάσεις και δυναμικές.

Στο παρόν υποκεφάλαιο διεξάγεται χωρική ανάλυση που περιλαμβάνει μετρήσεις και δείκτες όπως το ποσοστό κτισμένης επιφάνειας, ο ρυθμός μεταβολής της κτισμένης επιφάνειας, οι κάτοικοι ανά κτισμένη επιφάνεια, η κτισμένη επιφάνεια κατά κεφαλήν, καθώς και μετρήσεις χωρικής στατιστικής που περιλαμβάνουν γεωστατιστικούς δείκτες κεντρικότητας και διασποράς,

Επίσης δείκτες όπως ο ρυθμός μεταβολής της κτισμένης επιφάνειας παρουσιάζονται και σε σειρά χαρτών, τόσο στον κάναβο 60X60 όσο και ανά γειτονιά προκειμένου να αναλυθεί σε ποιες γειτονιές της περιοχής μελέτης η κτισμένη επιφάνεια αυξήθηκε περισσότερο.

Για τις αναλύσεις χρησιμοποιούνται τα γεωχωρικά δεδομένα της κτισμένης επιφάνειας για τα έτη 1981, 1991, 1996, 2001, 2008 και 2015 που ψηφιοποιήθηκαν από τα αντίστοιχα φωτομωσαϊκά.

#### 10.2.2.1 Μετρήσεις και δείκτες

Οι μετρήσεις της κτισμένης επιφάνειας ως κεντρική παράμετρο της αστικής διάχυσης έχει απασχολήσει αρκετούς ερευνητές (Ewing, 1997, Galster et al., 2001, Jaeger & Schwick, 2014, Jiang et al., 2016)

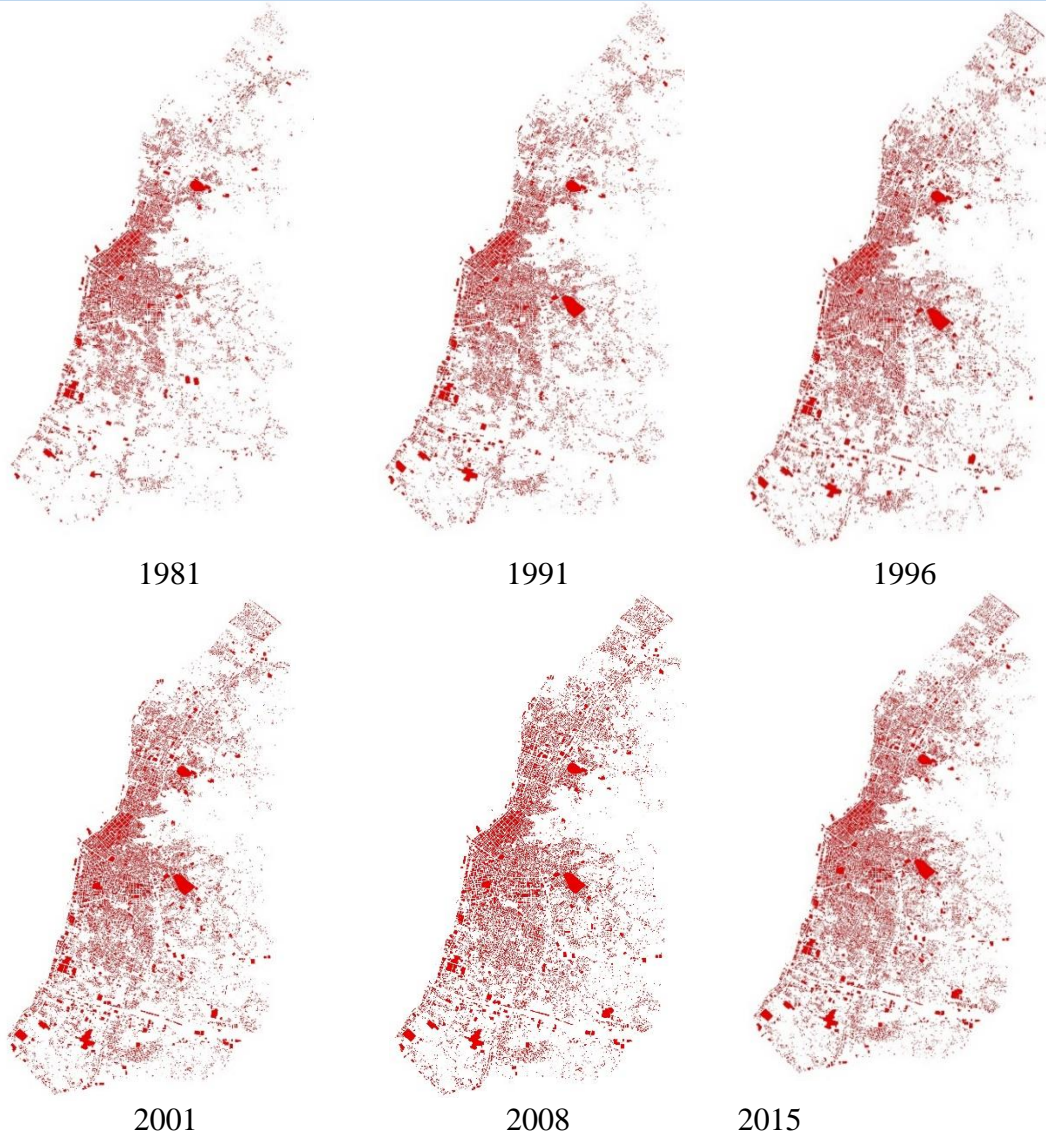
Η ψηφιοποίηση από τα φωτομωσαϊκά που χρησιμοποιήθηκαν ως χάρτες βάσης έδωσε το ακόλουθο πλήθος πολυγώνων για κάθε χρονιά αναφοράς:

<b>Πίνακας 10.7: Πλήθος κτιρίων/κτισμένων επιφανειών (πολύγωνα) ανά έτος αναφοράς</b>					
<b>1981</b>	<b>1991</b>	<b>1996</b>	<b>2001</b>	<b>2008</b>	<b>2015</b>
35.437	40.741	42.309	45.691	49.391	50.177

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Η χαρτογραφική απεικόνιση της κτισμένης επιφάνειας για τα έτη αναφοράς εικονίζεται παρακάτω:

**Σειρά Χαρτών 10.2: Κτισμένη επιφάνεια ανά έτος αναφοράς**



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Στον πίνακα 10.8 εικονίζεται το εμβαδόν της κτισμένης και της μη κτισμένης επιφάνειας και το ποσοστό (%) της κτισμένης και της μη κτισμένης επιφάνειας ανά έτος αναφοράς,

**Πίνακας 10.8: Εμβαδόν κτισμένης και μη κτισμένης επιφάνειας ανά έτος αναφοράς από το 1981 έως το 2015**

Χρονολογία	1981	1991	1996	2001	2008	2015
Συνολική έκταση μελέτης (ha)			4381,60			
Κτισμένη επιφάνεια (ha)	449,79	562,66	646,31	712,63	790,01	807,78

Μη κτισμένη επιφάνεια (ha)	3.931,8	3.818,9	3.735,2	3.668,9	3.591,0	3.573.8
	1	4	8	6	5	1
Ποσοστό (%) κτισμένης επιφάνειας	10,27	12,84	14,75	16,26	18,03	18.44
Ποσοστό (%) μη κτισμένης επιφάνειας	89,73	87,16	85,25	83,74	81,03	81.56

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Στον πίνακα 10.9 εικονίζονται οι αλλαγές της κτισμένης επιφάνειας ανά έτος αναφοράς και συγκεκριμένα η αύξηση της κτισμένης επιφάνειας, ο ρυθμός μεταβολής (%) της κτισμένης επιφάνειας και ο ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης (%) της κτισμένης επιφάνειας.

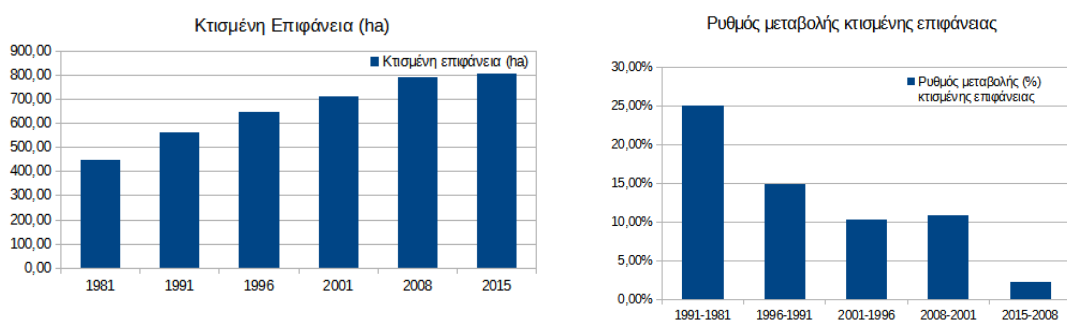
**Πίνακας 10.9: Αλλαγές κτισμένης επιφάνειας ανά έτος αναφοράς από το 1981 έως το 2015**

Περίοδος αναφοράς	Από	1981	1991	1996	2001	2008	1981
	Έως	1991	1996	2001	2008	2015	2015
Χρονικό διάστημα		10	5	5	7	7	34
Αύξηση κτισμένης επιφάνειας (ha)		112,87	83,65	66,32	77,34	17,78	357,99
Ρυθμός μεταβολής (%) κτισμένης επιφάνειας		25,09%	14,87%	10,26%	10,86%	2,25%	79,59%
Ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης (%) κτισμένης επιφάνειας		2,26%	2,81%	1,97%	1,48%	0,32%	1,74%

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Στη σειρά διαγραμμάτων 10.2 παρουσιάζονται η αύξηση της κτισμένης επιφάνειας και ο ρυθμός μεταβολής της κτισμένης επιφάνειας στα έτη αναφοράς.

**Σειρά Διαγραμμάτων 10.2: Κτισμένη επιφάνεια και ρυθμός μεταβολής της κτισμένης επιφάνειας στα έτη αναφοράς**



Κτισμένη επιφάνεια (ha) ανά έτος αναφοράς

Ρυθμός μεταβολής κτισμένης επιφάνειας

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Η κτισμένη επιφάνεια στην περιοχή μελέτης αυξάνεται διαρκώς, με την ταχύτερη αύξηση (25,09%) να παρουσιάζεται στη δεκαετία 1981 – 1991. Ο ρυθμός μεταβολής της κτισμένης επιφάνειας είναι επίσης διαρκώς αυξανόμενος και κυμαίνεται από 10,27% έως 18,44%. Ο ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης είναι μεγαλύτερος την πενταετία

1991 – 1996 και ακολουθείται από τη δεκαετία 1981 – 1991. Ο μικρότερος ρυθμός ανάπτυξης 0,32% παρουσιάζεται στο διάστημα 2008 – 2015. Δεδομένου ότι στο διάστημα αυτό είχε κορυφωθεί η ελληνική κρίση, η οικοδομική δραστηριότητα ήταν ιδιαίτερα χαμηλή την συγκεκριμένη περίοδο. Συνολικά για το διάστημα 1981 – 2015 ο ρυθμός μεταβολής της κτισμένης επιφάνειας είναι 79,59% , δηλ. η κτισμένη επιφάνεια αυξήθηκε σχεδόν 80% σε διάστημα 34 χρόνων.

Στη συνέχεια υπολογίστηκε ο δείκτης κάτοικοι ανά κτισμένη επιφάνεια.

<b>Πίνακας 10.10: Κάτοικοι ανά κτισμένη επιφάνεια</b>						
<b>Χρονολογία</b>	<b>1981</b>	<b>1991</b>	<b>1996</b>	<b>2001</b>	<b>2008</b>	<b>2015</b>
Κτισμένη επιφάνεια (ha)	449,79	562,66	646,31	712,63	790,01	807.78
Πληθυσμός	151.053	164.369	169.001	173.633	173.928	174.224
Κάτοικοι ανά κτισμένη επιφάνεια (κατ/ha)	335,83	292,12	261,48	243,65	220,15	215,68

Πηγή: *Ιδία επεξεργασία*

Ο δείκτης κάτοικοι ανά κτισμένη επιφάνεια αποτελεί μια χρήσιμη αναλογία πυκνότητας. Παρέχει ένα μέτρο του πόσο πυκνοκατοικημένη είναι μια περιοχή. Όπως φαίνεται στον πίνακα 10.5, η κτισμένη επιφάνεια αυξήθηκε στα έτη αναφοράς, σχεδόν διπλασιάστηκε. Ταυτόχρονα, η αύξηση του πληθυσμού έχει μέτρια και μικρή αύξηση με την πάροδο των ετών. Ως αποτέλεσμα οι τιμές του δείκτη μειώνονται. Το φαινόμενο είναι χαρακτηριστικό των περιοχών που βρίσκονται σε αστική διάχυση όπου οι λιγότερο πυκνές περιοχές έχουν περισσότερους ελεύθερους-αδόμητους χώρους ενώ κατοικούνται από λιγότερο πληθυσμό. Η γενικότερη τάση της περιοχής μελέτης δείχνει ότι η αύξηση της κτισμένης επιφάνειας δεν συμβαδίζει με την αύξηση του πληθυσμού οδηγώντας σε περισσότερη γη κατ' άτομο.

### **Ο δείκτης κατά κεφαλήν κτισμένης επιφάνειας**

Ο δείκτης κατά κεφαλήν κτισμένης επιφάνειας εκφράζει τον λόγο της έκτασης της γης που καλύπτεται από κτίρια, δρόμους ή άλλες υποδομές κατ' άτομο. Ο δείκτης ουσιαστικά αποτυπώνει την μέση ποσότητα της κτισμένης επιφάνειας που είναι διαθέσιμη σε κάθε άτομο σε μια περιοχή, κατά τη διάρκεια κάθε έτους ανάλυσης (UN-GGIM Europe, 2021) και δίδεται από τη σχέση:

$$BpC = \frac{Builtup_i}{Pop_i}$$

Όπου:  $i=1,2,\dots,n$  οι περιοχές μέτρησης της πυκνότητας

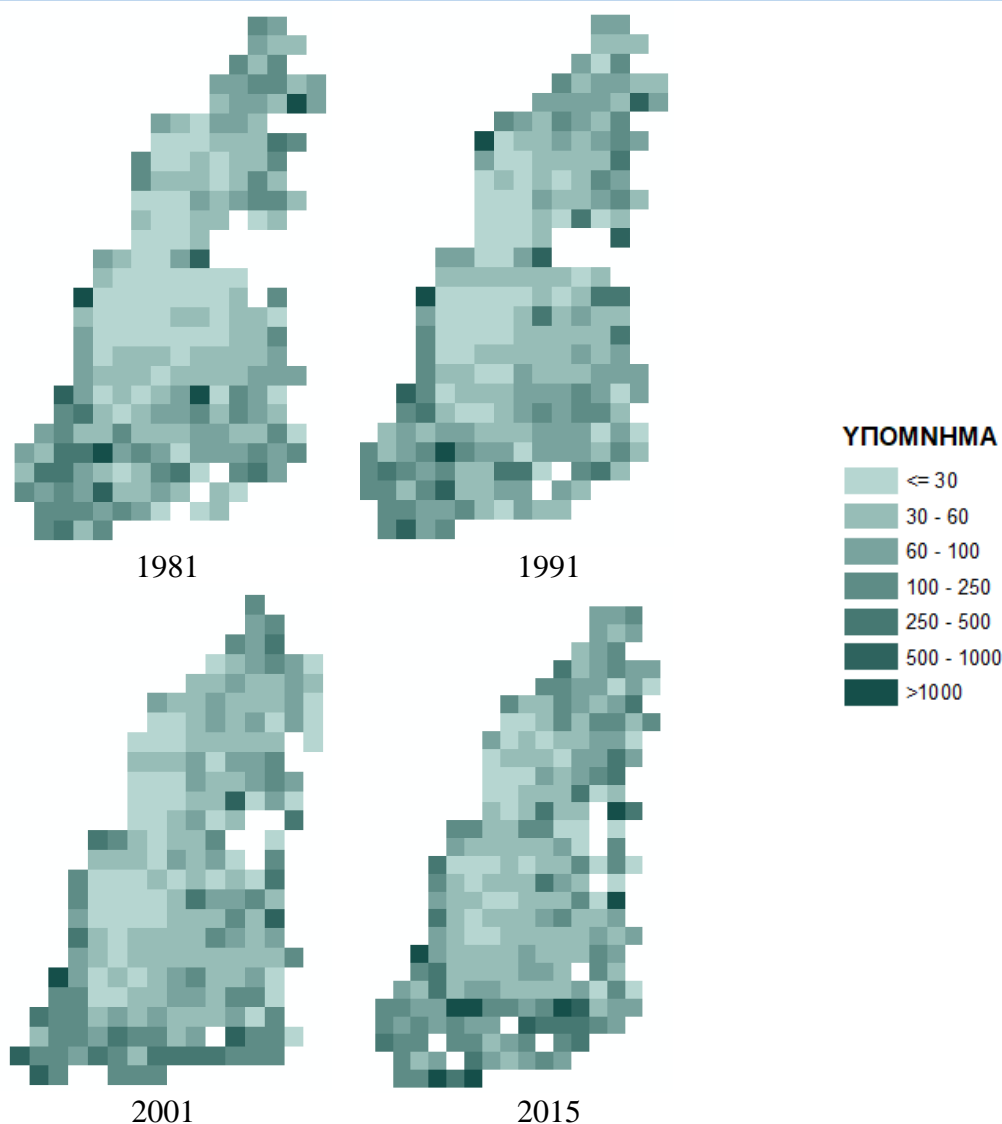
$BpC$  = ο δείκτης κατά κεφαλήν κτισμένης επιφάνειας στην περιοχή  $i$  σε  $m^2/κατ.$

$Builtup_i$  = το εμβαδόν της κτισμένης επιφάνειας στην περιοχή  $i$  σε  $m^2$

$Pop_i$  = ο πληθυσμός στην περιοχή  $i$  σε κατοίκους  
σε μια δεδομένη χρονική στιγμή  $t$

Ο δείκτης παρέχει πληροφορίες για τον εντοπισμό περιοχών στις οποίες ο δείκτης κατά κεφαλήν κτισμένης επιφάνειας είναι υψηλός υποδεικνύοντας σε ποιες περιοχές η κατανάλωση γης κατ' άτομο είναι επίσης υψηλή. Αυτό ενδεχομένως σχετίζεται με περιοχές που βρίσκονται σε αστική διάχυση, ασκείται αναποτελεσματική πολιτική για τις χρήσεις γης ενώ η αγροτική γη και το φυσικό περιβάλλον δέχονται πιέσεις αστικοποίησης (Li et al., 2022). Χαμηλές τιμές του δείκτη δείχνουν πιο αποτελεσματική κατανάλωση γης κατ' άτομο. Στους χάρτες που ακολουθούν για τα έτη αναφοράς 1981, 1991, 2001 και 2015 επιλέχθηκε ο κλίμακας 420X420μ.

**Σειρά χαρτών 10.3 : Κατά κεφαλήν Κτισμένη επιφάνεια ανά έτος αναφοράς**



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Το 1981, οι περιοχές του κέντρου (παλαιό σχέδιο) και της Α' Ανατολικομεσημβρινής επέκτασης εμφανίζονται με χαμηλές τιμές κτισμένης επιφάνειας ανά πληθυσμό, ως συνέπεια μεγάλης ποσότητας δομημένης επιφάνειας και υψηλές πληθυσμιακές πυκνότητες. Σημαντικό είναι το γεγονός ότι οι ελεύθεροι-αδόμητοι χώροι/χώροι πρασίνου στις περιοχές αυτές είναι περιορισμένοι. Γύρω από τη ζώνη του κέντρου οι

τιμές κτισμένης επιφάνειας ανά πληθυσμό ξεκινούν να αυξάνονται προσφέροντας υψηλότερη αναλογία δομημένης επιφάνειας ανά άτομο. Στις περιοχές αυτές η πληθυσμιακή πυκνότητα είναι χαμηλή και ο αστικός ιστός πολύ αραιός, ειδικά προς τα νότια και ανατολικά της περιοχής μελέτης.

Το 1991 η ευρύτερη περιοχή του κέντρου παραμένει πυκνοκατοικημένη, αλλά η δόμηση έχει ξεκινήσει να αυξάνει στις βόρειες περιοχές της Αγυιάς, Εξω Αγυιάς και Καστελλόκαμπου, στις ανατολικές της Β' Ανατολικομεσημβρινής επέκτασης αλλά και στις νότιες περιοχές των Ζαρουχλείκων και του Ψαροφαίου. Ως αποτέλεσμα, παρατηρείται αύξηση της κτισμένης επιφάνειας ανά πληθυσμό, καθώς η αύξηση του κτισμένου χώρου δεν συνοδεύεται και από αντίστοιχη πληθυσμιακή αύξηση στις περιοχές αυτές, συνέπεια της αστικής διάχυσης.

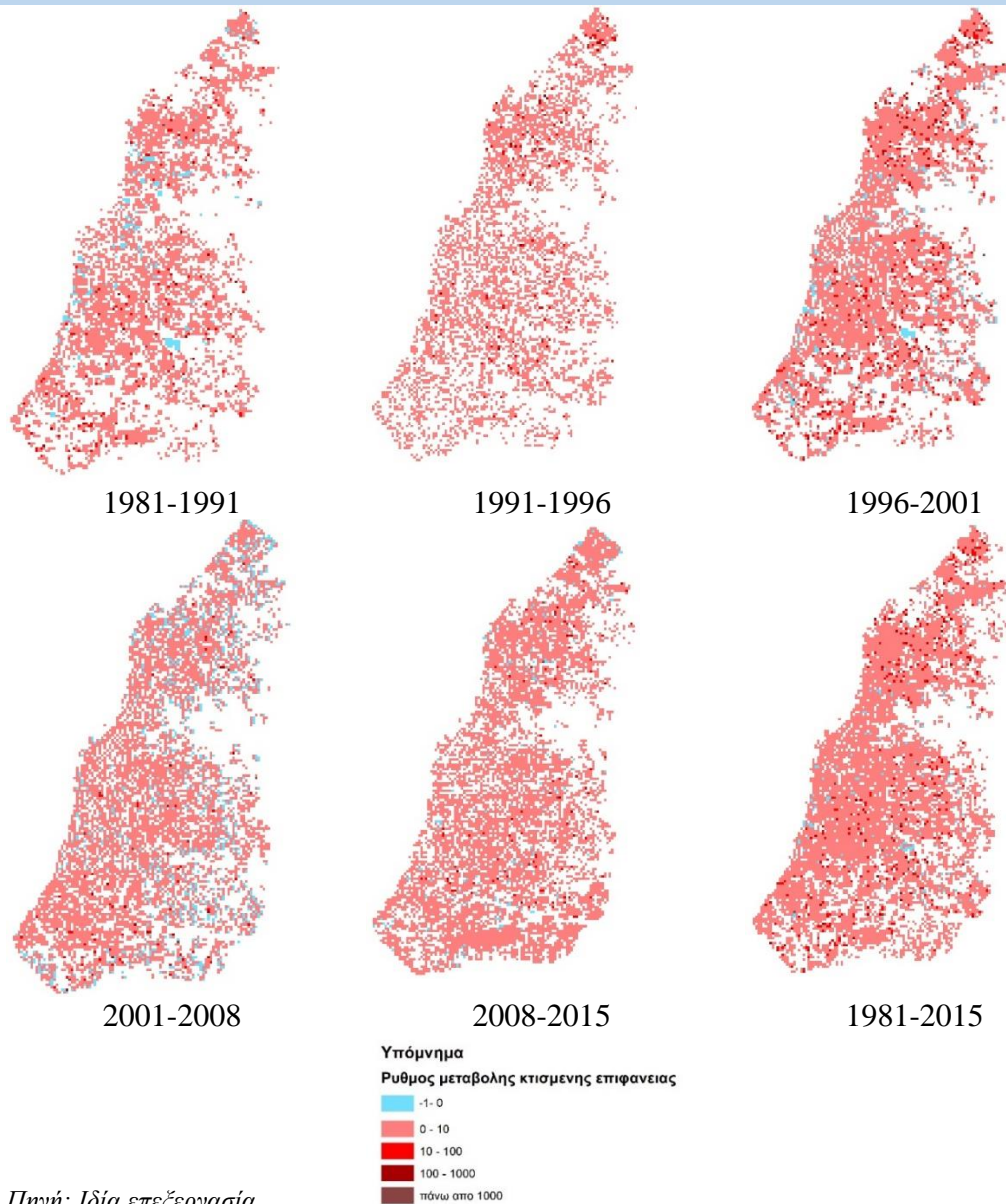
Το 2001 το φαινόμενο της αστικής διάχυσης γίνεται περισσότερο εμφανές, καθώς οι τιμές του δείκτη αυξάνουν περαιτέρω γύρω από την περιοχή του παλαιού σχεδίου. Παράλληλα, καθώς πληθυσμός μετακινείται στις περιοχές των νέων επεκτάσεων (Κρύα Ιτέων, Μέμου, Ψάχου, Μπεγουλάκι, Βορείως Εξω Αγυιά, Άγιος Παντελεήμων, Παραλία Προαστείου, Περιβόλα, Δεμένικα) η κτισμένη επιφάνεια αυξάνει αλλά ο πληθυσμός παραμένει χαμηλός.

Το 2015 η εικόνα της αστικής διάχυσης είναι εμφανής. Η κτισμένη επιφάνεια ανά πληθυσμό στο κέντρο έχει αυξηθεί (ο πληθυσμός μετακινήθηκε προς τα έξω χωρίς να αλλάξει το κτιριακό απόθεμα) ενώ παρατηρούνται νέες κατοικημένες περιοχές μακριά από το κέντρο, στα όρια της περιοχής μελέτης και κυρίως στην βορειοανατολική περιοχή, στα Δεμένικα και στον βόρειο τομέα της Οβρυάς. Η πληθυσμιακή πυκνότητα στις περιοχές των ορίων της περιοχής μελέτης είναι πολύ χαμηλή δημιουργώντας νέο, πολύ αραιό ιστό.

### **Ο ρυθμός μεταβολής της κτισμένης επιφάνειας**

Για να προσδιοριστεί η ταχύτητα αλλαγής της κτισμένης επιφάνειας καθώς και ποιες περιοχές αναπτύχθηκαν οικιστικά γρηγορότερα, υπολογίστηκε ο ρυθμός μεταβολής της κτισμένης επιφάνειας σε ολόκληρη την περιοχή μελέτης. Προκειμένου τα αποτελέσματα να είναι συγκρίσιμα, επιλέχθηκε ο προσδιορισμός και η απεικόνιση του ρυθμού μεταβολής να πραγματοποιηθεί στον κλίμακα 60Χ60μ.

**Σειρά Χαρτών 10.4: Ρυθμός μεταβολής κτισμένης επιφάνειας (κάναβος 60X60)**

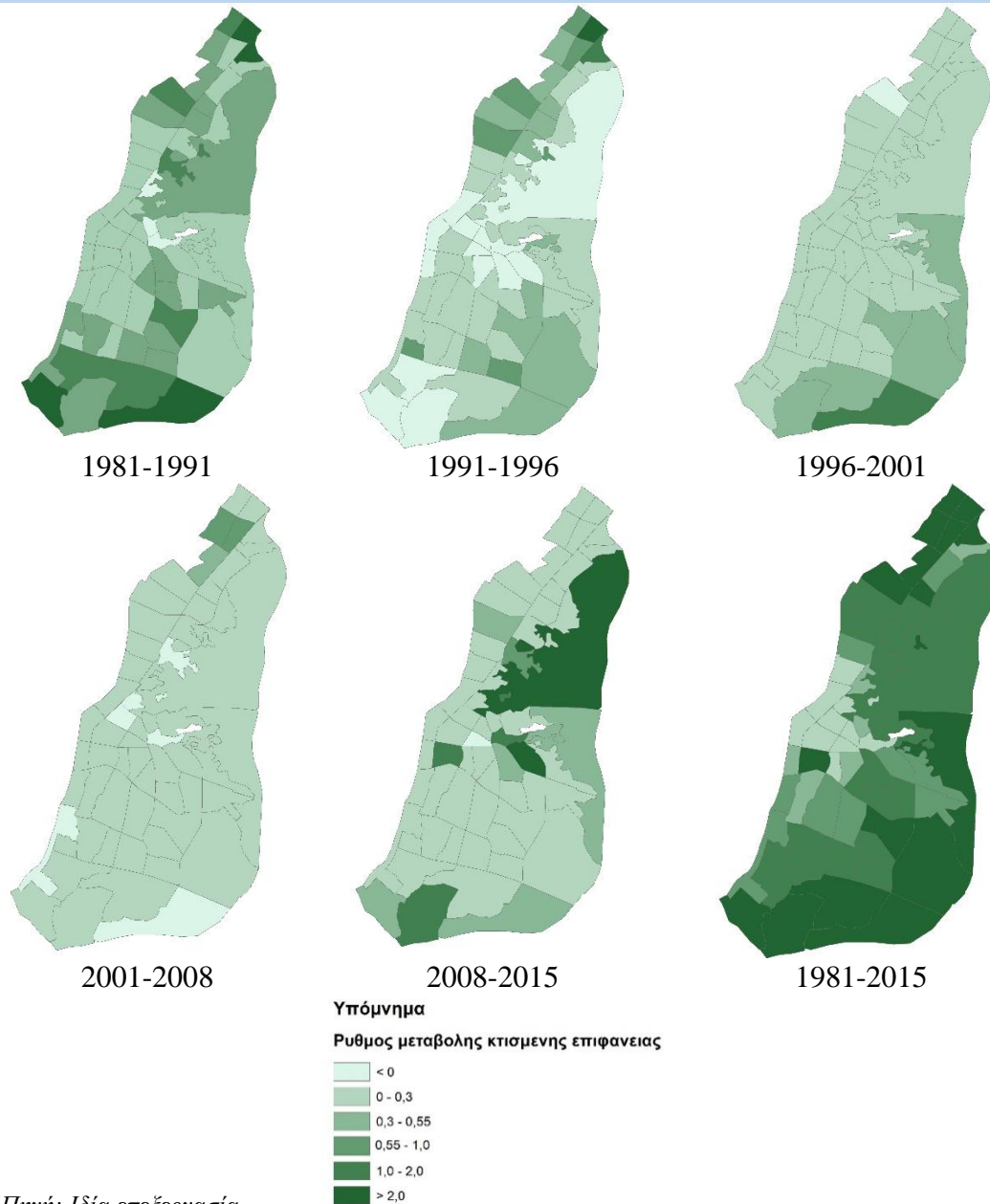


Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Ακόμη, υπολογίστηκε ο ρυθμός μεταβολής της κτισμένης επιφάνειας με μονάδα αναφοράς τις 57 γειτονιές της Πάτρας, στις οποίες προστέθηκαν και 7 εξωαστικές περιοχές οι οποίες συμπληρώνουν την περιοχή μελέτης ώστε να εξαχθούν αποτελέσματα και για το ποια περιοχή παρουσιάζει τους εντονότερους ρυθμούς μεταβολής. Η εξαγόμενη πληροφορία στην περίπτωση αυτή είναι ευκολότερα κατανοητή σε σχέση με την απεικόνιση του ρυθμού μεταβολής στον κάναβο 60X60μ καθώς εμφανίζονται οι τάσεις μεταβολής στις οριοθετημένες γειτονιές των οποίων η θέση στο χώρο και στο ανάγλυφο της περιοχής αλλά και η αναπτυξιακή τους φυσιογνωμία είναι γνωστή στο διάστημα των 34 ετών.



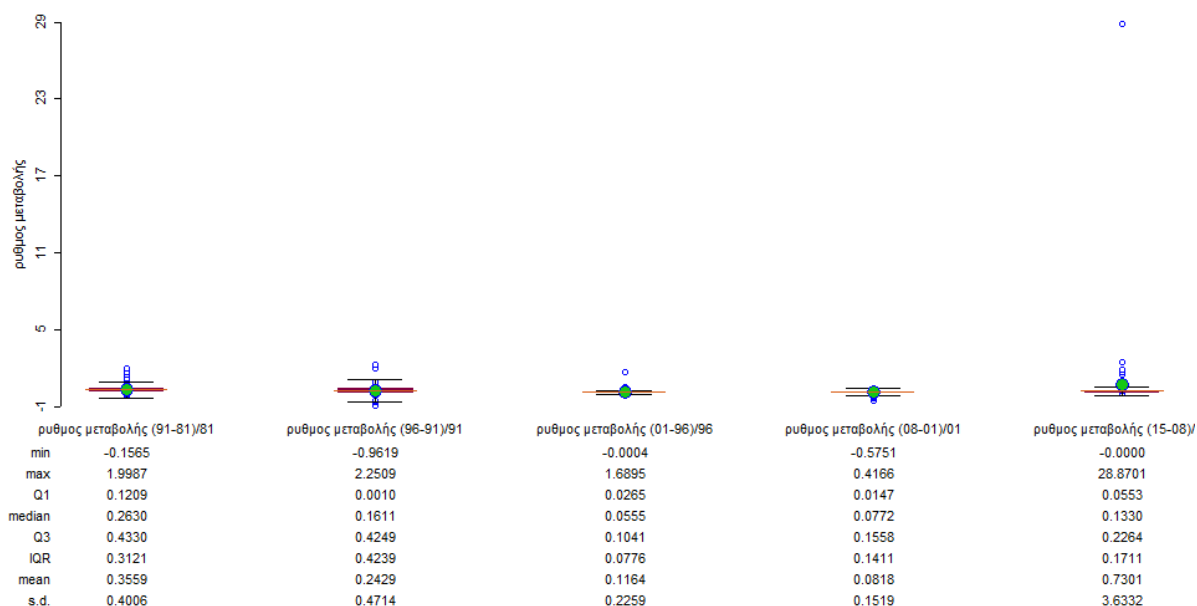
Σειρά Χαρτών 10.5: Ρυθμός μεταβολής κτισμένης επιφάνειας -γειτονιές



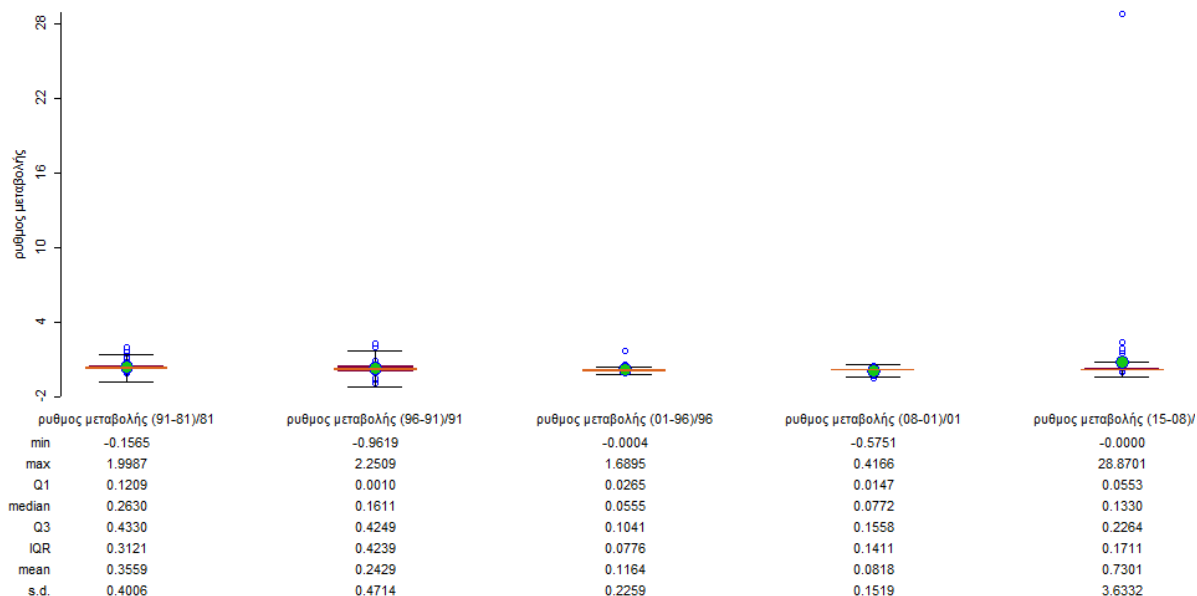
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Επιπλέον, για να συγκριθούν οι ρυθμοί μεταβολής της κτισμένης επιφάνειας για τα έτη αναφοράς, δημιουργήθηκαν τα κάτωθι πέντε θηκογράμματα. με τη βοήθεια του εξειδικευμένου προγράμματος χωρικής ανάλυσης GeoDa (Anselin et al, 2010). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το πρόγραμμα GeoDa υπολογίζει χωρικά θηκογράμματα καθώς εισάγονται απευθείας στο πρόγραμμα τα γεωχωρικά δεδομένα που παρήχθησαν και τα οποία απεικονίζουν τον ρυθμό μεταβολής της κτισμένης επιφάνειας για τις περιόδους αναφοράς.

**Σειρά Διαγραμμάτων 10.3: Θηκογράμματα ρυθμού μεταβολής κτισμένης επιφάνειας**



Θηκόγραμμα 1981-1991, 1991-1996, 1996-2001, 2001-2008, 2008-2015 με εσωτερικό φράγμα  $Q3 \pm 1,5(Q3-Q1)$



Θηκόγραμμα 1981-1991, 1991-1996, 1996-2001, 2001-2008, 2008-2015 με εσωτερικό φράγμα  $Q3 \pm 3(Q3-Q1)$

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Όπως εξάγεται από τους χάρτες που δημιουργήθηκαν, ο ρυθμός μεταβολής 1981-1991 είναι υψηλός. Το δείγμα εμφανίζει τις εντονότερες αυξητικές τιμές κυρίως στις βόρειες περιοχές (Εξω Αγιά, Καστελλόκαμπος), ανατολικές (Εγλυκάδα, βορειοανατολικές εξωαστικές) και νότιες (Ζαρουχλείκα, Δεμένικα, Ιτιές, Λεύκα). Ο ρυθμός μεταβολής 1991-1996 παραμένει υψηλός. Οι αυξητικές τάσεις συνεχίζονται στις βόρειες περιοχές

(Γλυφάδα, Αγυιά, Έξω Αγυιά, Προάστειο, Καστελλόκαμπος) ενώ από τις νότιες εντονότερη είναι η τάση στην περιοχή του Ακρωτηρίου και στο Μπεγουλάκι. Οι ευρύτερες κεντρικές περιοχές εμφανίζονται σχετικά σταθεροποιημένες (Νόρμαν, Αγία Σοφία, Βλατερό, Ψηλά Αλώνια, Σκαγιοπούλειο) ενώ μικρό αρνητικό ρυθμό σε σχέση με το 1991 εμφανίζει ο κεντρικός τομέας (Κέντρο, Τριών Ναυάρχων, Αρχαίο Ωδείο) και ο βόρειος τομέας της Οβριάς καθώς και οι Ιτιές. Ο ρυθμός μεταβολής 1996-2001 είναι σταθερά αυξητικός και περισσότερο απλωμένος σε όλη την περιοχή μελέτης ενώ αύξηση παρατηρείται στις ανατολικές και νότιες εξωαστικές περιοχές. Στον χάρτη του κανάβου του αντίστοιχου ρυθμού παρατηρούνται διάσπαρτες αρνητικές τιμές κυρίως στην περιφέρεια οι οποίες δείχνουν το γκρέμισμα μικρών κτισμάτων (οικιών, αποθηκών κ.λ.π.) και την μετατροπή τους σε μεγαλύτερα κτίσματα, κάτι που θα φανεί στον επόμενο ρυθμό μεταβολής. Ο ρυθμός μεταβολής 2001-2008 είναι συνολικά χαμηλός στην περιοχή μελέτης, εκτός από την περιοχή του Καστελλόκαμπου και του Αγ. Παντελεήμονα. Στην συγκεκριμένη περίοδο αναφοράς, οι ρυθμοί μεταβολής είναι σχεδόν ομοιόμορφοι και κυμαίνονται μέχρι και 0,3%. Τέλος ο ρυθμός μεταβολής 2008-2015 μένει σταθερά αυξητικός στις κεντρικές περιοχές της περιοχής μελέτης και αυξάνει στις βορειοανατολικές, ανατολικές και νότιες περιοχές περιμετρικά, τάση που δείχνει τις διαφυγές της κτισμένης επιφάνειας προς τα όρια της περιοχής μελέτης και κυρίως στην βορειοανατολική περιοχή, στα Δεμένικα και στον βόρειο τομέα της Οβριάς,

Ο συνολικός ρυθμός 1981-2015 δείχνει ιδιαίτερη αύξηση στις βόρειες περιοχές (Γλυφάδα, Αγυιά, Έξω Αγυιά, Προάστειο, Άγιος Παντελεήμονας, Καστελλόκαμπος), στις ανατολικές εξωαστικές περιοχές και στην περιοχή του Εθνικού Σταδίου, στην ευρύτερη περιοχή του Νοσοκομείου και στις νότιες περιοχές (Ζαρουχλίκια, Μέμου, Ιτιές, Δεμένικα, Περιβόλα και στον βόρειο τομέα της Οβριάς). Την μικρότερη αύξηση την έχει η ευρύτερη περιοχή του κεντρικού τομέα καθώς ήδη από τη δεκαετία του '80 οι γειτονιές αυτές είχαν πολύ υψηλή δόμηση.

Από τη μελέτη των πέντε θηκογραμμάτων προκύπτει ότι εμφανίζεται θετική ασυμμετρία, αποτέλεσμα της οποίας είναι η διάμεσος να είναι χαμηλότερη από την μέση τιμή. Από την παρατήρηση του ενδοτεταρτημοριακού εύρους (IQR) παρατηρούμε ότι η μεταβλητότητα είναι μικρή. Η ύπαρξη ακραίων τιμών, δηλ. μεγάλων ρυθμών μεταβολής, τραβά την μέση τιμή προς τα πάνω στις περιόδους 1991-1981, 1996-1991 και 2015-2008 ενώ το διάστημα 2008-2001 το διάγραμμα είναι σχεδόν συμμετρικό. Την περίοδο 1981-1991 το διάγραμμα υποδεικνύει ότι η κεντρική τάση του ρυθμού μεταβολής ήταν γύρω στο 26% με μέτρια μεταβλητότητα ενώ την περίοδο 1991-1996 ο ρυθμός μειώνεται αισθητά στο 16%. Την περίοδο 1996-2001 σημειώνεται περαιτέρω μείωση ενώ το ενδοτεταρτημοριακό εύρος δείχνει ομαδοποίηση. Επίσης παρατηρείται και η ακραία τιμή στην νοτιοανατολική περιοχή. Την περίοδο 2001-2008 παρουσιάζεται μικρή άνοδος σε σχέση με την προηγούμενη περίοδο με την κεντρική τάση να είναι περίπου 7% ενώ την περίοδο 2008-2015 παρατηρείται περαιτέρω αύξηση του ρυθμού μεταβολής. Επίσης παρουσιάζονται ακραίες τιμές υποδεικνύοντας ότι κάποιοι ρυθμοί μεταβολής είναι πολύ μεγαλύτεροι

του τυπικού εύρους τιμών (βορειοανατολική περιοχή, Δεμένα και βόρειος τομέας της Οβριάς)

### 10.2.2.2 Δείκτες χωρικής κατανομής

Στη χωρική στατιστική εργαλεία της κεντρικής τάσης και των δεικτών διασποράς παρέχουν πληροφορίες για τον χωρικό μέσο καθώς και για τον προσανατολισμό και τη διασπορά των χωρικών φαινομένων, βοηθώντας στην κατανόηση της εξέλιξης της κτισμένης επιφάνειας.

Ο υπολογισμός των γεωστατιστικών δεικτών χωρικής κατανομής αφορά στον δείκτη κεντρικότητας (χωρικός μέσος) και στην έλλειψη τυπικής απόκλισης (κατεύθυντική κατανομή). Οι δείκτες παρέχουν πληροφορίες για τη χωρική δυναμική της κτισμένης επιφάνειας. Ειδικότερα, το μέσο κέντρο αντιπροσωπεύει τη μέση γεωγραφική θέση της κτισμένης επιφάνειας παρέχοντας την εικόνα της γενικής χωρικής τάσης. Η έλλειψη τυπικής απόκλισης χαρτογραφεί τη διασπορά της κτισμένης επιφάνειας αναδεικνύοντας τις τάσεις της κατεύθυνσης.

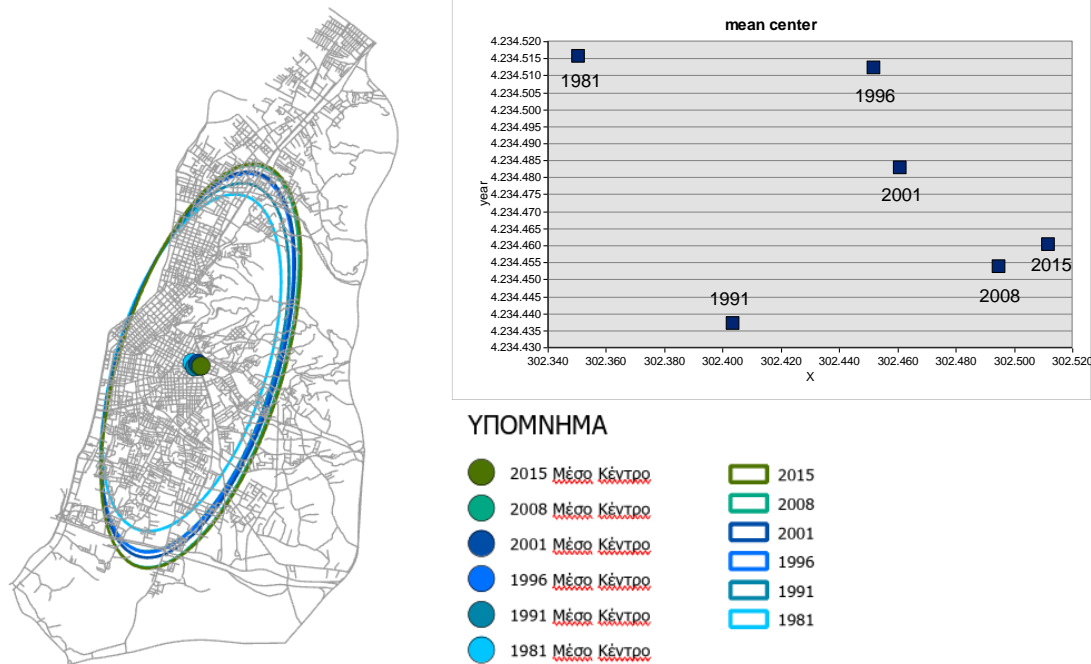
Ο πίνακας και τα διαγράμματα του χωρικού μέσου και της έλλειψη τυπικής απόκλισης της κτισμένης επιφάνειας παρουσιάζονται παρακάτω:

<i>Πίνακας 10.11: Κινήσεις του Χωρικού Μέσου της κτισμένης επιφάνειας ανά έτος αναφοράς</i>						
Έτος	Θέση κέντρου X	Θέση κέντρου Y	Περίοδος αναφοράς	Κατεύθυνση	Απόσταση (m)	Ετήσια κίνηση (m/a)
1981	302350,62	4234515,52	-	-	-	-
1991	302403,44	4234437,18	1981-1991	NNA	94,48	9,45
1996	302451,74	4234512,33	1991-1996	BA	89,34	17,87
2001	302460,80	4234483,02	1996-2001	NNA	30,68	6,14
2008	302494,57	4234453,92	2001-2008	NNA	44,58	6,37
2015	302511,58	4234460,33	2001-2015	BA	18,17	2,60

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Όπου: m/a (meters per annum)

**Χάρτης 10.6: Μέσο Κέντρο και Διακατευθυντική κατανομή της κτισμένης επιφάνειας ανά περίοδο αναφοράς 1981, 1991, 1996, 2001, 2008 και 2015**



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Από τη μελέτη του χωρικού μέσου και της έλλειψης τυπικής απόκλισης της κτισμένης επιφάνειας από το 1981 έως και το 2015, φαίνεται ότι ο χωρικός μέσος μετακινήθηκε μεταξύ 1981 και 1991 νοτια-νοτιοανατολικά (NNA) που σημαίνει ότι η πύκνωση ήταν περισσότερη στις νότιες-νοτιοανατολικές περιοχές από ότι στις βορειότερες. Παράλληλα, η καμπύλη της κατανομής μεταφέρεται προς την ίδια κατεύθυνση ενώ παράλληλα ανοίγει και προς τα ανατολικά. Το 1996 ο χωρικός μέσος ανεβαίνει βορειοανατολικά, καθώς την περίοδο αυτή υπήρχε αύξηση της κτισμένης επιφάνειας στις βόρειες περιοχές (Γλυφάδα, Αγυιά, Έξω Αγυιά, Προάστειο, Καστελλόκαμπος) ενώ η καμπύλη μεταφέρεται βορειότερα. Το 2001 είναι οι νότιες-νοτιοανατολικές περιοχές στις οποίες αυξάνεται η κτισμένη επιφάνεια (κυρίως οι εξωαστικές) με αποτέλεσμα ο χωρικός μέσος και η καμπύλη να κατευθύνονται νότια-νοτιοανατολικά (NNA). Το 2008 συνεχίζεται η αύξηση της κτισμένης επιφάνειας στις νότιο-νοτιοανατολικές περιοχές με τον χωρικό μέσο και την καμπύλη να παραμένουν νότια-νοτιοανατολικά (NNA). Τέλος, το 2015 ο χωρικός μέσος και η καμπύλη μεταφέρονται βορειοανατολικά (BA) καθώς η κτισμένη επιφάνεια εξαπλώνεται προς τα βορειοανατολικά όρια της περιοχής μελέτης

### **10.3 Το Δίκτυο μεταφορικής υποδομής στην περιοχή μελέτης. Μοτίβο και τάσεις**

#### **10.3.1 Το οδικό δίκτυο και ο μετασχηματισμός του χώρου.**

Το οδικό δίκτυο διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην αστική διάχυση (Ewing, 1997) και στις αλλαγές στις χρήσεις/κάλυψη γης, λειτουργώντας ως καταλύτης. Οι Angel et al. (2011), θεωρούν το οδικό δίκτυο ως σκελετό της αστικής διάχυσης και κεντρική δύναμη μετασχηματισμού στις χρήσεις/κάλυψη γης. Ως βασική υποδομή, το οδικό δίκτυο διευκολύνει την προσβασιμότητα αλλά και την αστική ενοποίηση συνδέοντας διαφορετικές λειτουργικές περιοχές (Baum-Snow, 2007) και επιτρέποντας την επέκταση των αστικών περιοχών.

Η κατασκευή νέου οδικού δικτύου ή η βελτίωση του υφισταμένου, οδηγεί συχνά σε αυξημένη ανάπτυξη κατά μήκος αυτών των διαδρόμων μεταφοράς. Κατά τους Heimlich & Anderson (2001), οι επενδύσεις σε μεταφορικές υποδομές αποτελούν από τους πιο σημαντικούς μοχλούς αστικοποίησης επειδή οι υποδομές παρέχουν το βασικό πλαίσιο ανάπτυξης.

Η βελτιωμένη συνδεσιμότητα που παρέχεται από το οδικό δίκτυο δύναται να τονώσει τις οικονομικές δραστηριότητες και την αύξηση του πληθυσμού. Το οδικό δίκτυο λειτουργεί ως αγωγός για εμπορικές και βιομηχανικές δραστηριότητες, έλκοντας την αστικοποίηση προς τις αρτηρίες μεταφοράς (Southworth & Ben-Joseph, 2013). Κατά συνέπεια, η προσβασιμότητα που παρέχεται από το οδικό δίκτυο, σε συνδυασμό με οικονομικούς και κοινωνικούς παράγοντες, μπορεί να ενισχύσει την αστική διάχυση επηρεάζοντας τη χωρική δυναμική και ενθαρρύνοντας την προς τα έξω επέκταση των αστικών περιοχών.

Οι ισχυροί δεσμοί μεταξύ οδικού δικτύου και αστικής διάχυσης έχουν αναγνωριστεί από τους μελετητές εδώ και καιρό (Harvey & Clark, 1965). Το φαινόμενο τροφοδοτείται από την αυξημένη ευκολία μετακίνησης, ενθαρρύνοντας την οικιστική επέκταση σε προηγούμενες απομακρυσμένες περιοχές. Ως αποτέλεσμα, παρατηρούνται αλλαγές στις χρήσεις/κάλυψη γης και μετατροπή της αγροτικής γη σε αστική. Η σχέση μεταξύ αλλαγών στις χρήσεις/κάλυψη γης και οδικού δικτύου είναι πολύπλοκη και δυναμική (Litman & Steele, 2017) υπογραμμίζοντας την ανάγκη στρατηγικού σχεδιασμού και πολιτικών βιώσιμης υποδομής για τον μετριασμό των επιπτώσεων της αστικής διάχυσης.

Στην περιοχή μελέτης, τα υπερτοπικά δίκτυα μεταφορών παρέχουν άρση της περιφερειακότητας της ευρύτερης περιοχής ενισχύοντας την προσβασιμότητα σε απομακρυσμένες ή αγροτικές περιοχές καθιστώντας τις παράλληλα ελκυστικές για αστική ανάπτυξη, ενώ η μονοκεντρική δομή της Πάτρας αναγκάζει σε πλήθος μετακινήσεων με πυρήνα το ιστορικό κέντρο της πόλης. Το πρόβλημα σχετίζεται με τα χρόνια και πολύπλευρα συμπτώματα μιας πολεοδομικής κρίσης η οποία εδραίωσε το ρόλο του I.X (TEE, 2008)

### 10.3.2 Τα δίκτυα μεταφορικής υποδομής στην ευρύτερη περιοχή μελέτης

Όπως συζητήθηκε ήδη στο υποκεφάλαιο «8.7 Ζητήματα ολοκλήρωσης του υπερκείμενου σχεδιασμού. Οι ρόλοι της πόλης», από την ευρύτερη περιοχή της περιοχής μελέτης διέρχονται υπερτοπικοί, μεγάλης σπουδαιότητας άξονες, οι οποίοι συνδέουν την πόλη αλλά και την περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας:

1. Με την Αθήνα μέσω της Εθνικής Οδού Πατρών–Κορίνθου–Αθηνών (Ολυμπία οδός ή πρώην Α8) που αποτελεί τμήμα της Ευρωπαϊκής οδού E94
2. Με την Στερεά Ελλάδα μέσω της γέφυρας Ρίου-Αντιρρίου που αποτελεί μέρος της Ιονίας οδού γνωστή και ως αυτοκινητόδρομος Α5 ή Δυτικός άξονας, τμήμα της Ευρωπαϊκής οδού E55 και του πορθμείου
3. Με την Πελοπόννησο και την Αθήνα μέσω της ευρείας παράκαμψης Πατρών, που αποτελεί τμήμα της Ιονίας οδού από το 2008 και τους κόμβους σύνδεσής της με τον αστικό ιστό της Πάτρα
4. Με την Πελοπόννησο μέσω της ΝΕΟ Πατρών-Πύργου (εθνική οδός 9), της παλαιάς εθνικής οδού Πατρών-Πύργου ενώ ξεκίνησε και το έργο της νέας εθνικής οδού Πάτρα-Πύργος (Ιονία οδός Α5) η οποία αποτελείται από νέα χάραξη ή αναβάθμιση της υπάρχουσας πρώην εθνικής οδού 9
5. Με την κεντρική Πελοπόννησο μέσω της εθνικής οδού Πατρών – Τριπόλεως (E33, γνωστή και ως 111)

**Χάρτης 10.7: Υπερτοπικά δίκτυα μεταφορικής υποδομής στην ευρύτερη περιοχή μελέτης**



Πηγή: Υπόβαθρο χάρτη Bing Virtual Earth-Ιδία επεξεργασία

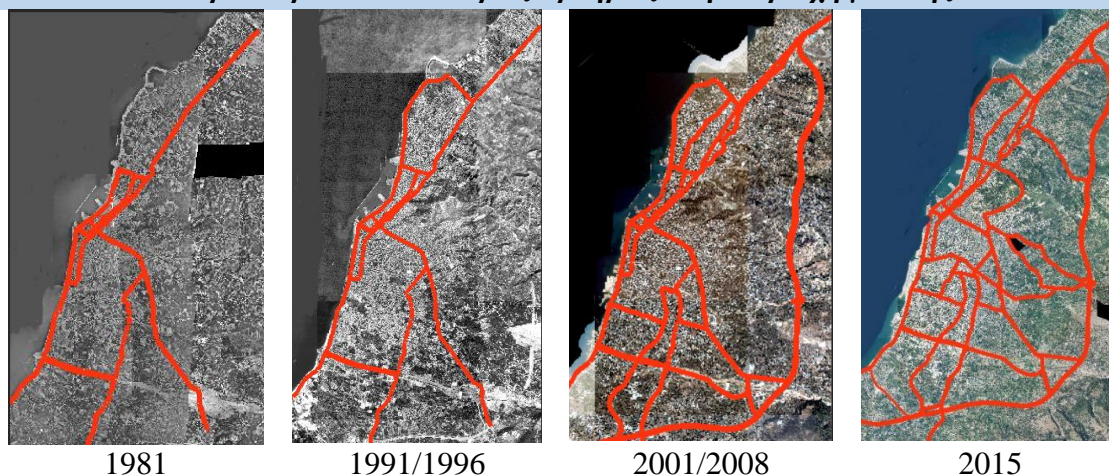
Το παραπάνω δίκτυο συμπληρώνεται λοιπό εθνικό δίκτυο (εθνική οδός 64 προς Άραξο) από το επαρχιακό δίκτυο, από κοινοτικές οδούς καθώς και από αγροτικούς και δασικούς δρόμους.

### 10.3.2.1 Διαχρονική εξέλιξη των δικτύων μεταφορικής υποδομής στην περιοχή μελέτης.

Εντός της περιοχής μελέτης, οι πρωτεύουσες αρτηρίες της αστικής περιοχής αποτελούν και τον βασικό κορμό του δικτύου που προϋπήρχε του έργου της Ευρείας Παράκαμψης και σχηματίζουν δύο άξονες που εξασφαλίζουν πρόσβαση στην πόλη από βορρά και νότο: τον άξονα Αθηνών – Πύργου και τον άξονα Πάτρας - Καλαβρύτων (ΥΠΕΧΩΔΕ, 1996).

Το 1981, οι κύριες αρτηρίες που διέσχιζαν την περιοχή μελέτης είχαν κατεύθυνση κυρίως βορρά-νότου και αποτέλεσαν την βασική υποδομή για την χωρική εξέλιξη της πόλης. Συγκεκριμένα, η είσοδος στην πόλη πραγματοποιείται μέσω της ΝΕΟ Πατρών-Κορίνθου. Ο άξονας συνεχίζει δυτικά μέσω της οδού Αγ. Σοφίας και νότια μέσω της οδού Όθωνος-Αμαλίας (περνώντας από το παλιό λιμάνι) και συνεχίζοντας παραθαλάσσια μέσω της οδού Ακτή Δυμαίων στην έξοδο της πόλης (εθνική οδός 9 προς Πύργο, Ε55). Εναλλακτική διαδρομή με στόχο την νοτιοανατολική έξοδο της πόλης, μέσω της ΝΕΟ Πατρών-Κορίνθου και των οδών Αγ. Σοφίας – Κωνσταντινουπόλεως – Μαιζώνος – Γούναρη – Καλαβρύτων - Γ. Παπανδρέου-Ακρωτηρίου-Δημοκρατίας (στον οικισμό της Οβρυάς). Ο άξονας συνεχίζει ως εθνική οδός 33 (πρώην 111) Πατρών – Τριπόλεως που επίσης διακλαδίζεται με την Επαρχιακή οδό Πατρών-Καλαβρύτων. Επίσης, ακολουθώντας την Καλαβρύτων – Πατρών-Κλάους η πόλη συνδέεται με τον οικισμό του Αγ. Στεφάνου, τον οικισμό της Μαυρομανδήλας και τον οικισμό του Σαραβαλίου.

Σειρά Χαρτών 10.8: Κύριες αρτηρίες στην περιοχή μελέτης



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Το 1991, οι αρτηρίες της περιοχής μελέτης δεν έχουν αλλάξει. Το 1996 λειτουργεί η οδός Κανελλοπούλου, που συνδέει τη ΝΕΟ Πατρών - Κορίνθου με την παραλιακή



ζώνη και το λιμάνι. Η χάραξή της γίνεται στα όρια του έλους της Αγυιάς, παρακάμπτοντας το κέντρο και τον πυκνό αστικό ιστό από βορρά. Παράλληλα, στην δεκαετία 1991-2001 ξεκινά και το έργο της ζεύξης Ρίου –Αντιρρίου (1997) που δημιουργεί την αναμενόμενη σύνδεση με την δυτική ηπειρωτική Ελλάδα. Σημαντικές αρτηρίες είναι επίσης η οδός Πανεπιστημίου που οδεύει παράλληλα σχεδόν με την ΝΕΟ Πατρών-Κορίνθου συνδέοντας την πόλη με τις βορειοανατολικές συνοικίες, το Πανεπιστήμιο, το Νοσοκομείο και το Ρίο καθώς και οι οδοί Νοταρά, Έλληνας Στρατιώτου και Ηρώων Πολυτεχνείου που ενώνουν τον κέντρο με τις βόρειες συνοικίες.

Το 2001, η δομή και η λειτουργία του βασικού οδικού δικτύου βρίσκεται υπό καθεστώς έντονης αναδιαμόρφωσης. Η ευρεία παράκαμψη Πατρών ξεκινά τη λειτουργία της το 2003, αν και δεν ήταν διαθέσιμοι τότε όλοι οι κόμβοι σύνδεσης με την περιοχή μελέτης. Με μήκος 20 km από Ρίο μέχρι Μιντιλόγλι, η ευρεία παράκαμψη αποφορτίζει την περιοχή μελέτης από τη διαμπερή κυκλοφορία. Θα πρέπει να σημειωθεί η μεγάλη χρονική καθυστέρηση της ολοκλήρωσης της παράκαμψης από την οποία εξαρτώνται οι κάθετες μεγάλες αρτηρίες - συνδέσεις προς την παραλιακή ζώνη.

Το 2004 ξεκινά η λειτουργία της ζεύξης Ρίου-Αντιρρίου έργο σημαντικής τεχνικής σπουδαιότητας το οποίο επίσης ολοκληρώνει την ευρύτερη περιοχή. Η ζεύξη αποτελεί τμήμα της Ιόνιας Οδού (Α5), της Ευρωπαϊκής Οδού 55 (Ε55) και της Ευρωπαϊκής Οδού 65 (Ε65).

Σταδιακά παραδίδονται νέοι άξονες με κατεύθυνση Α-Δ ολοκληρώνοντας τις προσβάσεις στις νοτιοανατολικές και νότιες συνοικίες της περιοχής μελέτης. Μετά τις πλημμύρες του χειμάρρου Διακονιάρη το 2001 στις συνοικίες Ζαρουχλίκια, Αγία Τριάδα, Άγιος Νεκτάριος, Ψαροφάι και Εγλυκάδα, ο χειμάρρος εγκιβωτίστηκε από το ύψος της Περιμετρικής μέχρι τις εκβολές του, και δημιουργήθηκε η λεωφόρος Ελευθερίου Βενιζέλου. Ο νέος αυτός ανατολικός άξονας Ελευθερίου Βενιζέλου-Κων/νου Τσάτσου οδηγεί στην Εγλυκάδα και την Κούτσα και στον κόμβο 4 της Περιμετρικής (Εγλυκάδα), Θεωρείται ιδιαίτερος σημαντικός άξονας, καθώς ενώνει την Περιμετρική με τον νέο λιμένα (έτος παράδοσης όλων των τμημάτων προς λειτουργία, 2013).

Μέχρι το 2015 δημιουργούνται οι αρτηρίες εκατέρωθεν του ποταμού Γλαύκου (παραγλαύκιες) οι οποίες μέσω του ανισόπεδου κόμβου 5 (Γλαύκος) οδηγούν προς το νέο λιμάνι (νότιος λιμένας Πατρών, εκτάσεως περίπου 456.241,88 μ<sup>2</sup>, έτος λειτουργίας 2011). Οι αρτηρίες αυτές ονομάζονται οδός Γλαύκου και αποτελούν σήμερα τον αυτοκινητόδρομο 581 (Α581), συνδέοντας την ευρεία παράκαμψη με την συνοικία Κρύα Ιτέων και τον νέο λιμένα, επίσης μέσω αερογέφυρας (παράδοση τελευταίου κλάδου μεταξύ των οδών Κλάους και Ακρωτηρίου 2017)

Επίσης, αναβαθμίζονται προϋπάρχοντάς άξονες σε περιοχές που πυκνώνουν οικιστικά στο νότιο τμήμα όπως τα Ζαρουχλίκια. Εκεί συναντάμε την Ανθείας που συνδέεται με τον άξονα Αγ. Ιωάννης Πράτσικας και την Ευβοίας, κάθετος νότιος άξονας από τα

Ζαρουχλεια μέχρι την Λεύκα και την Οβρυά και τον οριζόντιο άξονα Αλεξάνδρου Παπαναστασίου που ενώνει τον άξονα Αγ. Ιωάννης Πράτσικας με την Ακρωτηρίου. Στο πλέγμα αυτό προστίθεται στο Ψαροφάι ο οριζόντιος άξονας Μεγάλου Αλεξάνδρου που οδεύει πλησίον του πρώην ΤΕΙ Πατρών συνδέοντας την Ακρωτηρίου με την Πατρών Κλάους.

Ακόμη, αναβαθμίζονται οι άξονες 12<sup>ου</sup> Συντάγματος, Γηροκομείου, Δαμασκηνού και Εγλυκάδος, των ανατολικών συνοικιών Γηροκομείου, ΚΕΧΤ, Προφήτη Ηλία, Εγλυκάδα, Κουκούλι λόγω της λειτουργίας του κόμβου 4 της Εγλυκάδας, δημιουργώντας νέες πυκνώσεις στις πολύ αραιοκατοικημένες αυτές περιοχές.

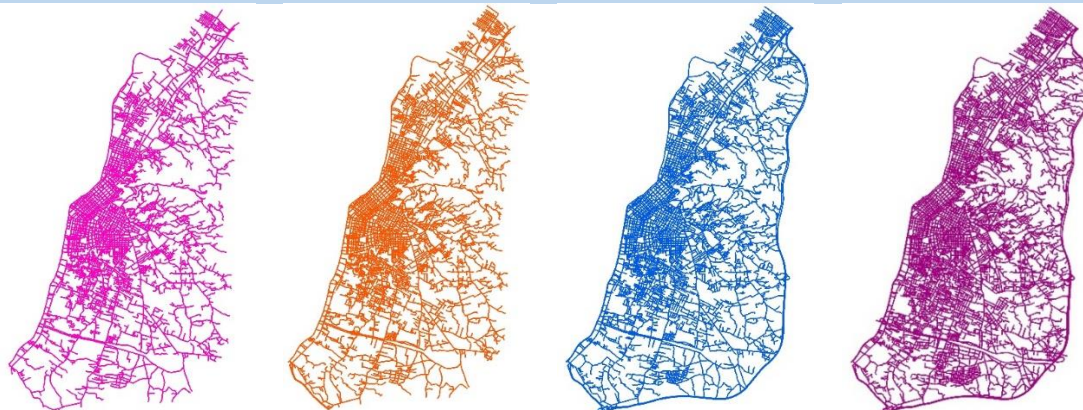
Τέλος, η μικρή περιμετρική Πατρών (μίνι περιμετρική) που ενώνει την οδό Αγ. Σοφίας με τα Ταμπάχανα παρακάμπτοντας το κέντρο, παραδόθηκε σε λειτουργία το 2018 συνδέοντας τις βόρειες με τις ανατολικές συνοικίες.

### 10.3.3 Χωρική ανάλυση οδικού δικτύου. Μετρήσεις, τάσεις και δυναμικές.

Στο παρόν υποκεφάλαιο διεξάγεται χωρική ανάλυση που περιλαμβάνει μετρήσεις και δείκτες όπως το κατά κεφαλήν οδικό δίκτυο, ο ρυθμός μεταβολής του οδικού δικτύου καθώς και μετρήσεις χωρικής στατιστικής που περιλαμβάνουν γεωστατιστικούς δείκτες κεντρικότητας και διασποράς,

Η μορφή και το μοτίβο του οδικού δικτύου σχετίζονται άμεσα με το φαινόμενο της αστικής διάχυσης, καθώς η αύξηση του οδικού δικτύου και η εξάρτηση από το αυτοκίνητο αποτελούν ιδιαίτερα σημαντικά κριτήρια ύπαρξής της (Burchell et al., 1998, Galster et al., 2001, Ewing et al., 2002). Για τις αναλύσεις χρησιμοποιούνται τα γεωχωρικά δεδομένα του οδικού δικτύου για τα έτη 1981, 1991, 2001 και 2015 που ψηφιοποιήθηκαν από τα αντίστοιχα φωτομωσαϊκά.

Σειρά Χαρτών 10.9: Οδικό δίκτυο στα έτη αναφοράς



Οδικό δίκτυο 1981

Οδικό δίκτυο 1991

Οδικό δίκτυο 2001

Οδικό δίκτυο 2015

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

### 10.3.3.1 Μετρήσεις και δείκτες

Η επέκταση του οδικού δικτύου έχει τραβήξει το ενδιαφέρον αρκετών μελετητών καθώς αποτελεί έναν από τους παράγοντες της αστικής διάχυσης και επιφέρει σημαντικές επιπτώσεις στο αστικό τοπίο, στις χρήσεις γης και στο περιβάλλον (Mohring, 1961, Coffin, 2007, Shi et al., 2019).

Στην περιοχή μελέτης, το πραγματοποιημένο οδικό δίκτυο ανά έτος αναφοράς παρουσιάζεται στον πίνακα 10.12.

<b>Πίνακας 10.12: Πραγματοποιημένα χιλιόμετρα οδικού δικτύου ανά έτος αναφοράς</b>			
<b>1981</b>	<b>1991</b>	<b>2001</b>	<b>2015</b>
466 km	523 km	601 km	729 km

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Ρυθμός μεταβολής οδικού δικτύου

Οι αλλαγές στην περιοχή μελέτης αντανακλώνται επίσης στους ρυθμούς μεταβολής του οδικού δικτύου που υφίστανται δυναμικούς μετασχηματισμούς με την πάροδο του χρόνου, ανάλογα με τις κοινωνικές και αναπτυξιακές ανάγκες. Οι ρυθμοί μεταβολής μεταξύ 1981-1991, 1991-2001 και 2001-2015 παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

<b>Πίνακας 10.13: Ρυθμός μεταβολής πραγματοποιημένου οδικού δικτύου</b>			
<b>1981</b>	<b>1991</b>	<b>2001</b>	<b>2015</b>
466 km	523 km	601 km	729 km
	17,26%	14,91%	21,30%

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Την περίοδο από 1981-1991 ο ρυθμός είναι υψηλός καθώς οι αστικές περιοχές διευρύνονται και το οδικό δίκτυο ακολουθεί προκειμένου να καλυφθεί η ζήτηση που δημιουργήσε ο στρατηγικός σχεδιασμός.

Η επόμενη δεκαετία διατηρεί τον υψηλό ρυθμό της καθώς συνεχίζονται οι επεκτάσεις του σχεδίου πόλης και η ανάπτυξη των περιοχών αυτών. Είναι όμως η επόμενη δεκαετία 2001-2015 στην οποία σημειώνονται οι πλέον αυξημένοι ρυθμοί μεταβολής, καθώς είναι η χρονική περίοδος λειτουργίας της ευρείας παράκαμψης, των συνδέσμων της, καθώς και της δημιουργίας νέων διευρυμένων αξόνων.

### Κατά κεφαλήν οδικό δίκτυο

Οι μετρήσεις του κατά κεφαλήν πραγματοποιημένου οδικού δικτύου αποκαλύπτουν την αστική δυναμική και τη σχέση μεταξύ της αύξησης του οδικού δικτύου και της αύξησης του πληθυσμού.

**Πίνακας 10.14: Κατά κεφαλήν πραγματοποιημένο οδικό δίκτυο**

<b>Μόνιμος Πληθυσμός</b>			
<b>1981</b>	<b>1991</b>	<b>2001</b>	<b>2015 (πρόβλεψη)</b>
151.053	164.369	173.633	174.224
<b>Πραγματοποιημένα χιλιόμετρα οδικού δικτύου ανά έτος αναφοράς</b>			
<b>1981</b>	<b>1991</b>	<b>2001</b>	<b>2015</b>
466 km	523 km	601 km	729 km
<b>Κατά κεφαλήν πραγματοποιημένο οδικό δίκτυο μέτρα/κάτοικο</b>			
<b>1981</b>	<b>1991</b>	<b>2001</b>	<b>2015</b>
3,08	3,18	3,46	4,19

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Την δεκαετία 1981-1991 η αύξηση του κατά κεφαλήν δικτύου εμφανίζει μια μέτρια τάση διασφαλίζοντας ότι ο κάθε κάτοικος έχει πρόσβαση σε ένα αναλογικό μερίδιο βασικών υπηρεσιών δικτύου. Στην επόμενη δεκαετία παρατηρείται σημαντική αύξηση καθώς ο πληθυσμός που κατοικεί στις επεκτάσεις της περιοχής μελέτης αυξάνει και οι ανάγκες πρέπει να ικανοποιηθούν. Η δεκαπενταετία 2001-2015 είναι όμως εκείνη κατά την οποία σημειώνεται σημαντική αύξηση του κατά κεφαλήν δικτύου, ο οποίος ανέρχεται σε 4,19. Το γεγονός αυτό οφείλεται αφενός στις στρατηγικές εθνικές επενδύσεις στον τομέα των μεταφορών και αφετέρου στην εξυπηρέτηση των μεγάλων αξόνων με δημιουργία νέων συνδέσεων των κόμβων με περιοχές της πόλης αλλά και πυκνώσεις δικτύου εξαιτίας αυξανόμενης κατοίκησης στις περιοχές των επεκτάσεων και ανάγκη εξυπηρέτησης κατοίκων λόγω αστικής διάχυσης.

### 10.3.3.2 Δείκτες χωρικής κατανομής

Στη χωρική στατιστική εργαλεία της κεντρικής τάσης και των δεικτών διασποράς παρέχουν πληροφορίες για τον χωρικό μέσο καθώς και για τον προσανατολισμό και τη διασπορά των χωρικών φαινομένων, βοηθώντας στην κατανόηση της εξέλιξης του οδικού δικτύου.

Οι γεωστατιστικοί δείκτες χωρικής κατανομής που υπολογίζονται αφορούν στον δείκτη κεντρικότητας (χωρικός μέσος) και στην έλλειψη τυπικής απόκλισης (κατευθυντική κατανομή). Συγκεκριμένα, το μέσο κέντρο αναπαριστά τη μέση γεωγραφική θέση του οδικού δικτύου απεικονίζοντας την χωρική κατανομή. Οι αλλαγές στο μέσο κέντρο στην διάρκεια των ετών το καθιστούν δυναμικό εργαλείο για την παρακολούθηση της διεύρυνσης του οδικού δικτύου στην περιοχή μελέτης. Η έλλειψη τυπικής απόκλισης αποτυπώνει τη διασπορά και την κατευθυντικότητα του οδικού δικτύου προσφέροντας πληροφορίες για τον προσανατολισμό της οδικής υποδομής.

Ο πίνακας και τα διαγράμματα του χωρικού μέσου και της έλλειψη τυπικής απόκλισης του οδικού δικτύου παρουσιάζονται παρακάτω:

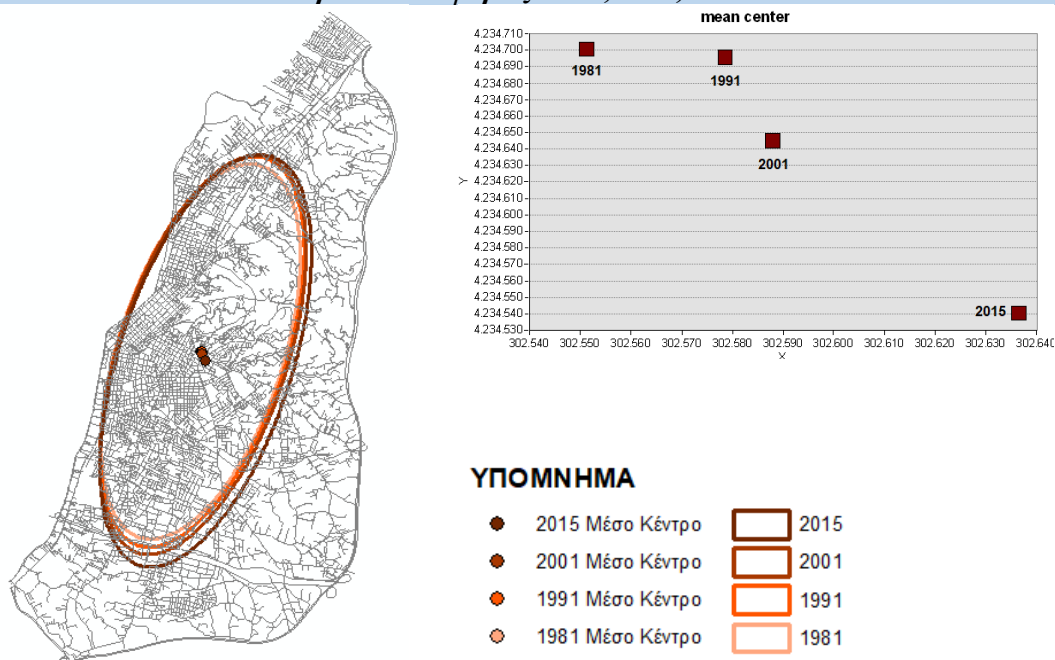
**Πίνακας 10.15: Κινήσεις του Χωρικού Μέσου του οδικού δικτύου ανά έτος αναφοράς**

Έτος	Θέση κέντρου X	Θέση κέντρου Y	Περίοδος αναφοράς	Κατεύθυνση	Απόσταση (m)	Ετήσια κίνηση (m/a)
1981	302551,28	4234700,61	-	-	-	-
1991	302578,39	4234695,57	1981-1991	ANA	27,58	2,75
2001	302587,90	4234644,86	1991-2001	NNA	51,60	5,16
2015	302636,38	4234540,29	2001-2015	NNA	115,26	8,23

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Όπου: m/a (meters per annum)

**Χάρτες 10.10: Χωρικός Μέσος και Έλλειψη Τυπικής Απόκλισης του οδικού δικτύου ανά περίοδο αναφοράς 1981,1991, 2001 και 2015**



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Από τη μελέτη του χωρικού μέσου και της έλλειψης τυπικής απόκλισης του οδικού δικτύου από το 1981 έως και το 2015, φαίνεται ότι ο χωρικός μέσος μετακινήθηκε μεταξύ 1981 και 1991 ανατολικότερα και ελαφρώς νοτιότερα (ANA), που σημαίνει ότι η πυκνωση ήταν περισσότερη στις ανατολικές-νοτιοανατολικές περιοχές από ότι στις βορειότερες. Το 2001 υπάρχει αύξηση του δικτύου στις νότιες και ανατολικές περιοχές με τον χωρικό μέσο και την καμπύλη της κατανομής να μεταφέρεται νότια-νοτιοανατολικά. Τέλος, το 2015 παρατηρείται σημαντική αύξηση του οδικού δικτύου

στις νότιες και ανατολικές περιοχές με τη λειτουργία σημαντικών αξόνων και κόμβων στις περιοχές αυτές, μεταφέροντας τον χωρικό μέσο και την έλλειψη τυπικής απόστασης νότια-νοτιοανατολικά και νοτιότερα του 2011.

## **10.4 Σχετικές Συγκρίσεις: εξερεύνηση των σχέσεων πληθυσμού, κτισμένης επιφάνειας και οδικού δικτύου, με την πάροδο του χρόνου**

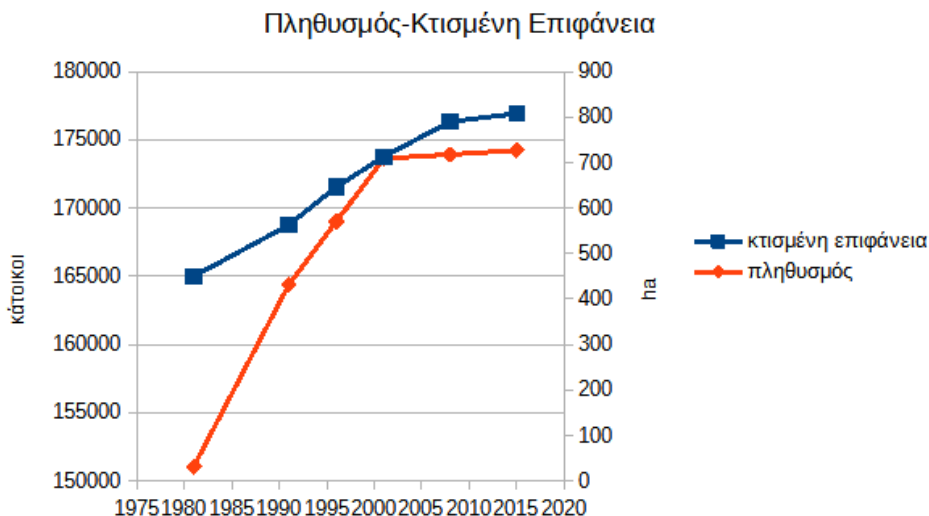
### **10.4.1 Η σχέση πληθυσμού – κτισμένης επιφάνειας στην περιοχή μελέτης**

Η σχέση πληθυσμού - κτισμένης επιφάνειας επηρεάζει τον αστικό σχεδιασμό, τη βιωσιμότητα και την ποιότητα της αστικής ζωής (Burchell et al., 1998). Η δυναμική της αύξησης και της κατανομής του πληθυσμού και ο τρόπος με τον οποίο αυτό μεταφράζεται σε κτισμένη επιφάνεια είναι κεφαλαιώδους σημασίας για την κατανόηση και τη διαχείριση της αστικής διάχυσης.

Πιο συγκεκριμένα ο Ewing (1997), συζητώντας τις συνέπειες της αστικής διάχυσης διατυπώνει την αντίστροφη αιτιακή σχέση ότι η αύξηση του πληθυσμού όταν συνδυάζεται με χαμηλή πυκνότητα οδηγεί σε εκτεταμένη κτισμένη επιφάνεια ενώ οι Seto et al., (2012) περιγράφουν την αναμενόμενη αύξηση της κτισμένης επιφάνειας ως αποτέλεσμα της αύξησης του αστικού πληθυσμού. Οι Fulton et al., (2001) αναλύουν την αστική διάχυση σε διάφορες περιοχές των Ηνωμένων Πολιτειών και περιγράφουν πως οι διαφορετικοί ρυθμοί αύξησης του πληθυσμού και οι διαφορετικές πολιτικές οδηγούν σε διαφορετικά μοτίβα αύξησης της κτισμένης επιφάνειας και οι Nechyba & Walsh (2002), αναφέρονται στα θεμέλια της αστικής διάχυσης συνδέοντάς την με την αύξηση του πληθυσμού και τις αλλαγές στην ζήτηση για αστική γη.

Στην περιοχή μελέτης, ο πληθυσμός και η κτισμένη επιφάνεια δεν αναπτύχθηκαν με τον ίδιο ρυθμό. Στο διάγραμμα που ακολουθεί απεικονίζεται η σχέση πληθυσμού - κτισμένης επιφάνειας στα έτη αναφοράς. Η κτισμένη επιφάνεια μέχρι το 2015 ξεπερνά το 800 εκτάρια και σχεδόν διπλασιάζει την έκτασή της ενώ η βαθμιαία κλίση της γραμμής του πληθυσμού δείχνει ότι ο ρυθμός αύξησής της είναι πολύ μικρότερος

**Διάγραμμα 10.4: Πληθυσμός-Κτισμένη επιφάνεια στα έτη αναφοράς**



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Το διάγραμμα απεικονίζει αποτελεσματικά τα χαρακτηριστικά της αστικής διάχυσης στην περιοχή μελέτης. Κατά τη σύγκριση των δύο γραμμών, είναι προφανές ότι η κτισμένη επιφάνεια αυξάνεται με ταχύτερο ρυθμό από τον πληθυσμό. Στο διάστημα των τριαντατεσσάρων ετών, ο ρυθμός μεταβολής του πληθυσμού είναι 15,23% (Πίνακας 10.4) ενώ ο ρυθμός μεταβολής της κτισμένης επιφάνειας είναι 79,59% (Πίνακας 10.9). Αυτό αποτελεί ένδειξη ανάπτυξης χαμηλής πυκνότητας που είναι κοινό χαρακτηριστικό της αστικής διάχυσης. Το αυξανόμενο χάσμα μεταξύ των δύο γραμμών με την πάροδο του χρόνου υπογραμμίζει την έκταση της διάχυσης καθώς καταλαμβάνεται περισσότερη γη σε σχέση με τον ρυθμό με τον οποίο αυξάνεται ο πληθυσμός.

#### 10.4.2 Η σχέση πληθυσμού – κτισμένης επιφάνειας – οδικού δικτύου στην περιοχή μελέτης

Στους πίνακες και τα διαγράμματα που ακολουθούν εξετάζεται η ποσοτική αναπαράσταση των σχέσεων και των δυναμικών μεταξύ του πληθυσμού, της κτισμένης επιφάνειας και του οδικού δικτύου, επιτρέποντας την ανάδειξη της χωρικής σχέσης και διευκολύνοντας την σύγκριση και την αξιολόγηση

Στον πίνακα που ακολουθεί, αποτυπώνεται ο συνδυασμός της αύξησης του πληθυσμού, της κτισμένης επιφάνειας και του οδικού δικτύου στα έτη αναφοράς.

**Πίνακας 10.16: Δείκτες Κτισμένη επιφάνεια, Κάτοικοι και Οδικό δίκτυο στα έτη αναφοράς**

Χρονολογία	1981	1991	2001	2015
Συνολική έκταση περιοχής μελέτης (ha)		4381,60		
Κτισμένη επιφάνεια (ha)	449,79	562,66	712,63	807,78

Κεφάλαιο 10- Μελέτη περίπτωσης: Ο πληθυσμός, η κτισμένη επιφάνεια και τα δίκτυα μεταφορικής υποδομής

Πληθυσμός (κάτοικοι)	151.053	164.369	173.633	174.224
Οδικό δίκτυο (km)	466	523	601	729
Μέση πληθυσμιακή πυκνότητα ανά κτισμένη επιφάνεια (κατ/ha)	335,82	292,12	243,64	215,68
Μέσο πραγματοποιημένο οδικό δίκτυο περιοχή μελέτης (km/ha)	0,10	0,12	0,13	0,16

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Αν και υπάρχουν αυξητικές τάσεις και για τα τρία μεγέθη, στα παρακάτω διαγράμματα φαίνεται ότι οι αυξητικές τάσεις για τις τρεις μετρήσεις δεν ακολουθούν τον ίδιο ρυθμό.

**Σειρά Διαγραμμάτων 10.5: Κτισμένη Επιφάνεια, Πληθυσμός και Οδικό δίκτυο 1981-2015**



Κτισμένη Επιφάνεια

Πληθυσμός

Οδικό δίκτυο

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Ο πληθυσμός αυξάνεται ομαλότερα ενώ οι χρονιές 2001 και 2015 παραμένουν σχεδόν όμοιες. Αντίθετα, η κτισμένη επιφάνεια και το οδικό δίκτυο αυξάνουν παρόμοια μέχρι το 1991 και μέχρι το 2001 η κτισμένη επιφάνεια αυξάνει θεαματικά. Το οδικό δίκτυο φαίνεται να ακολουθεί την κτισμένη επιφάνεια, ενώ υπολείπεται αυτής.

Στον πίνακα και το διάγραμμα που ακολουθεί, παρουσιάζεται η ποσοστιαία σχετική αλλαγή του πληθυσμού, της κτισμένης επιφάνειας και του πραγματοποιημένου οδικού δικτύου με έτος αναφοράς το 1981

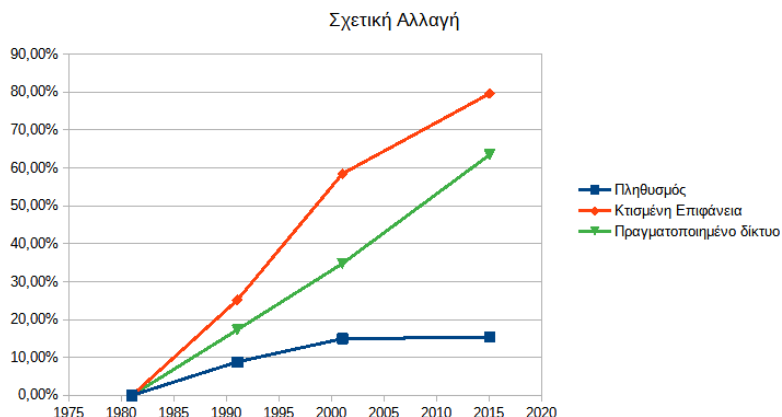
**Πίνακας 10.17: Σχετική αλλαγή με έτος αναφοράς το 1981**

Χρονολογία	1981	1991	2001	2015
Κτισμένη επιφάνεια (ha)	449,79	562,66	712,63	807,78
Πληθυσμός (κάτοικοι)	151.053	164.369	173.633	174.224
Οδικό δίκτυο (km)	466	523	601	729
Μεταβολή κτισμένης επιφάνειας (%)	0%	25,10%	58,44%	79,59%
Μεταβολή πληθυσμού (%)	0%	8,82%	14,95%	15,34%
Μεταβολή οδικού δικτύου (%)	0%	17,26%	34,75%	63,45%

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



Διάγραμμα 10.6: Σχετική αλλαγή με έτος αναφοράς το 1981



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Ο πληθυσμός αυξήθηκε περισσότερο την δεκαετία 1981-1991. Αν και ο πληθυσμός αυξάνει σταθερά μέχρι το 2001, από το έτος αυτό και εξής η περιοχή μελέτης σταθεροποιείται καθώς οι αυξητικές τάσεις είναι μικρές. Αντίθετα, η δυναμική της κτισμένης επιφάνειας είναι θεαματική καθώς αυξάνει με ταχείς ρυθμούς. Την δεκαετία 1981-1991 η κτισμένη επιφάνεια αυξάνει κατά 25,10%. Στη δεκαετία 1991-2001 η περιοχή μελέτης γνώρισε επιταχυνόμενη αστικοποίηση ανεβαίνοντας στο 58,44% και καταλήγοντας στο εντυπωσιακό ποσοστό 79,59% το 2015. Το παραπάνω υποδηλώνει αστική διάχυση καθώς η κτισμένη επιφάνεια είναι δυσανάλογα μεγάλη σε σχέση με την αύξηση του πληθυσμού. Η αύξηση του πραγματοποιημένου οδικού δικτύου ευθυγραμμίζεται με τις απαιτήσεις ενός αναπτυσσόμενου και διαρκώς αυξανόμενου αστικού τοπίου. Από το 1981 έως το 1991 η αύξηση ήταν της τάξης του 17,26% ενώ η επέκταση και η πυκνωση του οδικού δικτύου επιταχύνθηκε ιδιαίτερα από το 2001 έως το 2015 τονίζοντας την ενίσχυση της συνδεσιμότητας της περιοχής μελέτης και τα μεγάλα έργα που πραγματοποιήθηκαν στην περιοχή. Η πυκνωση και επέκταση του δικτύου πραγματοποιήθηκε τόσο εντός των περιοχών των νέων επεκτάσεων του σχεδίου πόλης όσο και εκτός αυτών.

Οι παρατηρούμενες τάσεις της πληθυσμιακής αύξησης, της κτισμένης επιφάνειας και της ανάπτυξης των υποδομών υποδηλώνουν ένα σχετικά συγχρονισμένο πρότυπο αστικής ανάπτυξης, στο οποίο η παρουσία της αστικής διάχυσης είναι εμφανής μέσω του αλματώδους ρυθμού αύξησης της κτισμένης επιφάνειας. Η αύξηση της κτισμένης επιφάνειας συνοδεύεται επίσης από αύξηση του οδικού δικτύου καθώς ενισχύεται η συνδεσιμότητα και η προσβασιμότητα. Το μοτίβο αυτό επηρεάζει την αστική διάχυση, καθώς οι προσβάσιμες περιοχές καθίστανται και πιο ελκυστικές.

## Βιβλιογραφία κεφαλαίου 10

Angel, S., Parent, J., Civco, D. L., Blei, A., & Potere, D. (2011). The dimensions of global urban expansion: Estimates and projections for all countries, 2000–2050. *Progress in Planning*, 75(2), 53-107.

Anselin, L., Syabri, I., & Kho, Y. (2010). GeoDa: an introduction to spatial data analysis. In *Handbook of applied spatial analysis* (pp. 73-89). Springer, Berlin, Heidelberg.

Baum-Snow, N. (2007). Did highways cause suburbanization?. *The quarterly journal of economics*, 122(2), 775-805.

Brueckner, J. K., & Fansler, D. A. (1983). The economics of urban sprawl: Theory and evidence on the spatial sizes of cities. *The review of Economics and Statistics*, 479-482.

Burchell, R. W., Shad, N. A., Listokin, D., Phillips, H., Downs, A., Seskin, S., & Gall, M. (1998). *The costs of sprawl-revisited* (No. Project H-10 FY'95).

Coffin, A. W. (2007). From roadkill to road ecology: a review of the ecological effects of roads. *Journal of transport Geography*, 15(5), 396-406.

Colsaet, A., Laurans, Y., & Levrel, H. (2018). What drives land take and urban land expansion? A systematic review. *Land Use Policy*, 79, 339-349

EEA (2017) Land Take: Indicator Assessment. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/land-take-2/assessment-1>, τελευταία πρόσβαση Μάιος 2018

EEA (2018), Spatial pattern of land take in the EEA-39, 2000-2018 , <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/spatial-pattern-of-land-take>, τελευταία πρόσβαση Μάιος 2023

Ewing, R. (1997). Is Los Angeles-style sprawl desirable?. *Journal of the American planning association*, 63(1), 107-126

Εθνική Στατιστική Υπηρεσία της Ελλάδος (1982), Πραγματικός Πληθυσμός της Ελλάδας κατά την απογραφή της 5<sup>ης</sup> Απριλίου 1981 κατά νομούς, επαρχίες, δήμους, κοινότητες και οικισμούς

Εθνική Στατιστική Υπηρεσία της Ελλάδος (1982), Αποτελέσματα απογραφής πληθυσμού – κατοικιών της 5<sup>ης</sup> Απριλίου 1981, τόμος V, τεύχος 4

Εθνική Στατιστική Υπηρεσία της Ελλάδος (1994), Πραγματικός Πληθυσμός της Ελλάδας κατά την απογραφή της 18<sup>ης</sup> Μαρτίου 2001 κατά νομούς, δήμους, κοινότητες, δημοτικά/κοινοτικά διαμερίσματα και οικισμούς

Εθνική Στατιστική Υπηρεσία της Ελλάδος (2004), Μόνιμος Πληθυσμός της Ελλάδας κατά την απογραφή της 17<sup>ης</sup> Μαρτίου 1991 κατά νομούς, επαρχίες, δήμους, κοινότητες και οικισμούς

Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2011), Roadmap to a Resource Efficient Europe COM(2011) 571 διαθέσιμο από το <http://eurlex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?uri=CELEX:52011DC0571> , τελευταία πρόσβαση Μάιος 2023

Ewing, R. (1997). Is Los Angeles-style sprawl desirable?. *Journal of the American planning association*, 63(1), 107-126

Ewing, R., Pendall, R. and Chen, D. (2002) Measuring sprawl and its impact, Smart Growth America, Washington DC.

Fulton, W. B., Pendall, R., Nguyễn, M., & Harrison, A. (2001). *Who sprawls most?: How growth patterns differ across the US* (pp. 1-24). Washington, DC: Brookings Institution, Center on Urban and Metropolitan Policy.

Galster, G., Hanson, R., Ratcliffe, M. R., Wolman, H., Coleman, S., & Freihage, J. (2001). Wrestling sprawl to the ground: defining and measuring an elusive concept. *Housing policy debate*, 12(4), 681-717.

Harvey, R. O., & Clark, W. A. (1965). The nature and economics of urban sprawl. *Land Economics*, 41(1), 1-9.

Hassan, Z., Shabbir, R., Ahmad, S. S., Malik, A. H., Aziz, N., Butt, A., & Erum, S. (2016). Dynamics of land use and land cover change (LULCC) using geospatial techniques: a case study of Islamabad Pakistan. *SpringerPlus*, 5, 1-11.

Hasse, J. E., & Lathrop, R. G. (2003). Land resource impact indicators of urban sprawl. *Applied geography*, 23(2-3), 159-175.

Heimlich, R. E., & Anderson, W. D. (2001). *Development at the urban fringe and beyond: Impacts on agriculture and rural land* (No. 1473-2016-120733).

Jaeger, J. A., & Schwick, C. (2014). Improving the measurement of urban sprawl: Weighted Urban Proliferation (WUP) and its application to Switzerland. *Ecological indicators*, 38, 294-308.

Jiang, G., Ma, W., Qu, Y., Zhang, R., & Zhou, D. (2016). How does sprawl differ across urban built-up land types in China? A spatial-temporal analysis of the Beijing metropolitan area using granted land parcel data. *Cities*, 58, 1-9.

Κοτσαμάνης Β., & Παππάς Β., (2021). Ο πληθυσμός της Ελλάδας μειώνεται συνεχώς, οι μεταβολές του όμως σε περιφερειακό επίπεδο διαφέρουν σημαντικά: ο ρόλος των Φυσικών (γεννήσεις-θάνατοι) και των Μεταναστευτικών Ισοζυγίων (είσοδοι- έξοδοι), DIRAP

Κοτσαμάνης Β., (2022). Η μείωση του νόμιμου πληθυσμού της Ελλάδας ανάμεσα στο 2011 και το 2021, DIRAP

Li, M., Verburg, P. H., & van Vliet, J. (2022). Global trends and local variations in land take per person. *Landscape and Urban Planning*, 218, 104308.

Litman, T., & Steele, R. (2017). *Land use impacts on transport* (pp. 1-85). Canada: Victoria Transport Policy Institute.

Mieszkowski, P., & Mills, E. S. (1993). The causes of metropolitan suburbanization. *Journal of Economic perspectives*, 7(3), 135-147.

Mohring, H. (1961). Land values and the measurement of highway benefits. *Journal of Political Economy*, 69(3), 236-249.

Nechyba, T. J., & Walsh, R. P. (2002). Urban sprawl. *Journal of economic perspectives*, 18(4), 177-200.

Seto, K. C., Güneralp, B., & Hutyrá, L. R. (2012). Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(40), 16083-16088.

Shi, G., Shan, J., Ding, L., Ye, P., Li, Y., & Jiang, N. (2019). Urban road network expansion and its driving variables: a case study of Nanjing City. *International journal of environmental research and public health*, 16(13), 2318.

Skog, K. L., & Steinnes, M. (2016). How do centrality, population growth and urban sprawl impact farmland conversion in Norway?. *Land use policy*, 59, 185-196.

Southworth, M., & Ben-Joseph, E. (2013). *Streets and the Shaping of Towns and Cities*. Island Press.

Sudhira, H. S., Ramachandra, T. V., & Jagadish, K. S. (2004). Urban sprawl: metrics, dynamics and modelling using GIS. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 5(1), 29-39.

Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος (ΤΕΕ) (2008), «Κινητικότητα στον αστικό χώρο. Πράσινη βίβλος και ελληνική πραγματικότητα». Πρακτικά ημερίδας

United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre (2015). *UNEP-WCMC annual report 2015: Report on achievements for the year 2015; Putting biodiversity at the heart of decision-making*. <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/7586>

UN-GGIM Europe (2021) Guidelines for SDG Indicator Calculation

ΥΠΕΧΩΔΕ, (1996), «Γενική Μελέτη Μεταφορών και Κυκλοφορίας για την πόλη της Πάτρας», στάδιο I, στάδιο II, στάδιο III. Ανάδοχος: Γραφείο Δοξιάδη – Σύμβουλοι για ανάπτυξη και Οικιστική Α.Ε

Xu, X., Shrestha, S., Gilani, H., Gumma, M. K., Siddiqui, B. N., & Jain, A. K. (2020). Dynamics and drivers of land use and land cover changes in Bangladesh. *Regional Environmental Change*, 20, 1-11.

## Κεφάλαιο 11

### Μελέτη περίπτωσης: Η Μέτρηση της Αστικής Διάχυσης

#### 11.1 Εισαγωγή

Η μέτρηση της αστικής διάχυσης αποτελεί πολύπλοκη διαδικασία η οποία απαιτεί τη χρήση διαφόρων ποσοτικών τεχνικών για την κατανόηση της έκτασης, του μοτίβου και των επιπτώσεών της. Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται η πρόταση για τη μέτρηση της αστικής διάχυσης στην περιοχή μελέτης. Ως πολυδιάστατο φαινόμενο, η αστική διάχυση απαιτεί διαφορετικό σύνολο μετρήσεων (Torrens & Alberti, 2000, Galster et al., 2001, Tsai, 2005). Σύμφωνα με το μεθοδολογικό πλαίσιο, η διατριβή προτείνει έναν συνδυασμό προηγμένων τεχνικών με στόχο την μελέτη της αστικής διάχυσης στο διάστημα των τριαντατεσσάρων ετών. Οι διαφορετικές κατηγορίες μετρήσεων αφορούν μετρήσεις πυκνότητας, χωρικές μετρήσεις (landscape metrics) και μετρήσεις με μια ή λίγες μεταβλητές.

Στις μετρήσεις πυκνότητας συμπεριλαμβάνονται η πληθυσμιακή πυκνότητα, η πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας και η πυκνότητα του οδικού δικτύου. Οι μετρήσεις αυτές προσφέρουν πληροφορίες για τη χωρική κατανομή και την ένταση των περιοχών ποσοτικοποιώντας τον αριθμό των κατοίκων, την έκταση της κτισμένης επιφάνειας ή του πραγματοποιημένου οδικού δικτύου ανά μονάδα χώρου. Αυτές οι μετρήσεις είναι ζωτικής σημασίας για τον εντοπισμό πυκνοκατοικημένων ή αραιοκατοικημένων πυρήνων.

Οι χωρικές μετρήσεις (spatial metrics) παρέχουν τα εργαλεία για την κατανόηση τόσο των μοτίβων της αστικής διάχυσης (Jiao et al., 2015) όσο και για τη διερεύνηση της δυναμικής διαδικασίας της διάχυσης που συντελέστηκε με την πάροδο του χρόνου (Herold et al., 2002, 2003, 2005). Οι χωρικές μετρήσεις εξασφαλίζουν την αποσαφήνιση της χωρικής ετερογένειας του αστικού τοπίου (Aguilera et al. 2001) αξιολογώντας τον κατακερματισμό, τη συνδεσιμότητα και το μοτίβο της μελετώμενης περιοχής.

Η ανάλυση διαβάθμισης (gradient analysis) προσφέρει πολύτιμες γνώσεις αναφορικά με τον τρόπο με τον οποίο διάφορες μεταβλητές του τοπίου αλλάζουν ανάλογα με την απόσταση, κυρίως από το αστικό κέντρο προς την περιφέρεια (McDonnell & Hahs, 2008).

Στις μετρήσεις με μία ή λίγες μεταβλητές περιλαμβάνονται η μέτρηση της αστικής διάχυσης με τη μέθοδο της εντροπίας Shannon (Yeh and Li, 2001, Bhatta et al., 2010, Sudhira et al., 2004, Deka et al. 2011) και η μέτρηση της αστικής διάχυσης με την μέθοδο της Σταθμισμένης Αστικής Εξάπλωσης (weighted urban proliferation) (Jaeger et al, 2010). Η εντροπία Shannon χρησιμοποιείται για να ποσοτικοποιήσει τον βαθμό κατακερματισμού μιας αστικής περιοχής ενώ η πιο εκλεπτυσμένη μέτρηση της

σταθμισμένης χωρικής εξάπλωσης ενσωματώνει τον πληθυσμό στη μέτρηση της αστικής διάχυσης.

Οι παραπάνω μετρήσεις δρουν συμπληρωματικά με στόχο την ανάδειξη των διαφορετικών διαστάσεων του φαινομένου προσφέροντας μια ισχυρή, πολύπλευρη ανάλυση. Επίσης παρέχουν τη δυνατότητα μέτρησης της αστικής διάχυσης τόσο ως στατικής κατάστασης όσο και ως δυναμικής διαδικασίας (Batty et al., 1999), βοηθώντας στην κατανόηση της αλλαγής του μελετώμενου χώρου με την πάροδο του χρόνου. Μετρήσεις που αφορούν στη χωρική διαμόρφωση της περιοχής μελέτης σε μια δεδομένη χρονική στιγμή παρουσιάζουν τη στατική εικόνα της αστικής διάχυσης, ενώ οι αλλαγές που συντελέστηκαν με την πάροδο του χρόνου παρουσιάζουν τη δυναμική διαδικασία (Bhatta et al., 2010)

Το χωρικό μοτίβο της διάχυσης διερευνάται με τη χρήση διαφορετικών μεθοδολογιών, αρκετές από τις οποίες χρησιμοποιήθηκαν στη μέτρηση της αστικής διάχυσης. Συγκεκριμένα, μελετώνται οι χωρικές στατιστικές αναλύσεις της πυκνότητας πυρήνα (kernel density), της ανάλυσης μέσης απόστασης από εγγύτερο γείτονα (average nearest neighbor analysis) και της συνάρτησης K (Ripley's K function). Η πυκνότητα πυρήνα, η οποία εφαρμόζεται τόσο στα σημειακά όσο και στα γραμμικά γεωχωρικά δεδομένα, προσφέρει πληροφορίες για την συγκέντρωση, την κατανομή και τις περιοχές αυξημένης έντασης της πυκνότητας ενώ η ανάλυση μέσης απόστασης από εγγύτερο γείτονα και η συνάρτηση K καθορίζουν περαιτέρω το μοτίβο της πυκνότητας προσδιορίζοντας εάν είναι ομαδοποιημένο, τυχαίο ή διασκορπισμένο και σε ποιες αποστάσεις, προσφέροντας περαιτέρω εμβάθυνση. Οι χωρικές μετρήσεις χρησιμοποιούνται επίσης για τον προσδιορισμό του μοτίβου της διάχυσης. Τέλος, γίνεται χρήση του δείκτη Επέκτασης Τοπίου (Landscape Expansion Index, LEI) ο οποίος προσδιορίζει το χωρικό μοτίβο της αστικής διάχυσης χρησιμοποιώντας τις εξής κατηγορίες: πλήρωση (infilling), επέκταση ακμών (edge – expansion) και απομάκρυνση (outlying) (Liu et al., 2010). Η ανάλυση διαβάθμισης στον δείκτη Επέκτασης Τοπίου παρέχει δυναμικές πληροφορίες για τις χωρικές και κατευθυντικές πτυχές της διάχυσης.

Κύρια τεχνολογικά εργαλεία για την προσέγγιση των παραπάνω είναι τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS) τα οποία συμβάλλουν καθοριστικά στην μέτρηση της αστικής διάχυσης παρέχοντας προηγμένες δυνατότητες ενσωμάτωσης διαφορετικών συνόλων δεδομένων, χωρικής επεξεργασίας, οπτικοποίησης και εξελιγμένων εργαλείων χωρικής ανάλυσης και χωρικής στατιστικής. Με τον τρόπο αυτό παρέχεται το μέσον για την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο τα αστικά τοπία εξελίσσονται και αλλάζουν με την πάροδο του χρόνου (Li and Yeh 1998, Herold et al.2002).

## 11.2 Η Πυκνότητα

Το παρόν υποκεφάλαιο περιλαμβάνει μετρήσεις για την πληθυσμιακή πυκνότητα, την πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας και την πυκνότητα του οδικού δικτύου. Επίσης περιλαμβάνονται μετρήσεις χωρικής στατιστικής όπως η πυκνότητα πυρήνα (kernel density), η ανάλυση μέσης απόστασης από εγγύτερο γείτονα (average nearest neighbor

analysis) και η συνάρτηση K (Ripley's K function). Οι μετρήσεις αυτές αποτελούν χρήσιμα εργαλεία αποτύπωσης του μοτίβου της αστικής διάχυσης περιγράφοντας την κατανομή, την ομαδοποίηση ή διασπορά καθώς και την ένταση της διάχυσης. Πιο συγκεκριμένα, η ανάλυση πυρήνα προσφέρει πληροφορίες αναφορικά με περιοχές αυξημένης συγκέντρωσης πληθυσμού, κτισμένης επιφάνειας και οδικού δικτύου. Η ανάλυση μέσης απόστασης από εγγύτερο γείτονα και συνάρτησης K καθορίζει περαιτέρω το μοτίβο του πληθυσμού, της κτισμένης επιφάνειας και του οδικού δικτύου προσδιορίζοντας εάν είναι ομαδοποιημένο, τυχαίο ή διασκορπισμένο και σε ποιες αποστάσεις. Το σύνολο των εργαλείων προσφέρει ένα ισχυρό πλαίσιο για την ανάλυση της δυναμικής του πληθυσμού, της δυναμικής της κτισμένης επιφάνειας και της δυναμικής του οδικού δικτύου αλλά και της κατανόησης των χωρικών προτύπων στα παραπάνω γεωχωρικά σύνολα.

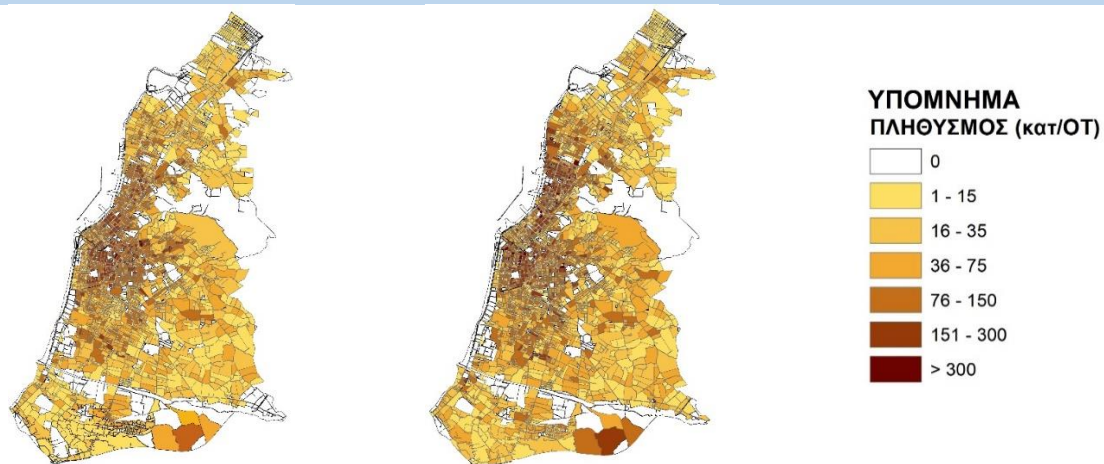
Στόχος είναι μέσω γεωχωρικών τεχνικών και αναλυτικών εργαλείων να γίνει κατανοητή η περίπλοκη και πολύπλευρη φύση της κατανομής του πληθυσμού και η χωρική και χρονική δυναμική της. Οι μετρήσεις που θα χρησιμοποιηθούν επιτρέπουν την ανάλυση προτύπων, τάσεων και σχέσεων στο διάστημα των τριαντατεσσάρων ετών, που δεν είναι εμφανείς μέσω των παραδοσιακών στατιστικών μεθόδων.

### 11.2.1 Πληθυσμιακή πυκνότητα

Η πληθυσμιακή πυκνότητα αποτελεί έναν από τους πλέον γνωστούς δείκτες της αστικής διάχυσης, έχοντας μάλιστα ιδιαίτερα χρησιμοποιηθεί στις συγκρίσεις μεταξύ πόλεων (Newman and Kenworthy, 1991, Newman and Kenworthy, 1996, Tikoudis et al., 2022). Η πληθυσμιακή πυκνότητα μπορεί εύκολα να καταδείξει περιοχές στις οποίες η χαμηλή πληθυσμιακή πυκνότητα έχει προκύψει από την ταχεία αύξηση της αστικής γης υπερβαίνοντας την αύξηση του πληθυσμού, οδηγώντας σε αστική διάχυση (Glaeser & Kahn, 2004, Oueslati et al., 2015)

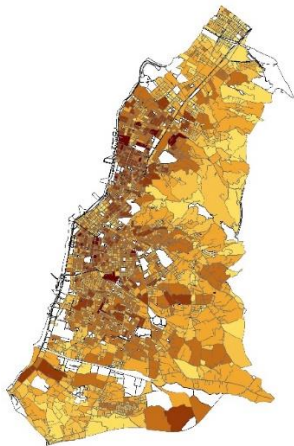
Για τις αναλύσεις αφετηρία αποτελούν τα γεωχωρικά δεδομένα απογραφής πληθυσμού ΕΛΣΤΑΤ για τα έτη 1981, 1991, 2001 και 2011 σε επίπεδο απογραφικών οικοδομικών τετραγώνων.

**Σειρά Χαρτών 11.1: Απογραφή πληθυσμού ΕΛ.ΣΤΑΤ – Μόνιμος Πληθυσμός**

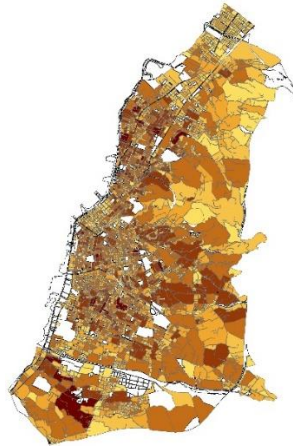




Μόνιμος Πληθυσμός 1981



Μόνιμος Πληθυσμός 1991



Μόνιμος Πληθυσμός 2001

Μόνιμος Πληθυσμός 2011

Πηγή: Χαρτογραφικά υπόβαθρα ΕΛ.ΣΤΑΤ - Ιδία επεξεργασία

Τα δεδομένα αυτά στη συνέχεια αποδίδονται στους κανάβους 60X60μ. και 420X420μ.

Η μεθοδολογία αυτή προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα: η απόδοση στον πλεγματικό κανάβο παρέχει ομοιόμορφη μονάδα ανάλυσης χωρίς να επηρεάζεται από τους απογραφικούς τομείς της απογραφής πληθυσμού. Σε περιοχές που το σχέδιο πόλης δεν έχει υλοποιηθεί/ολοκληρωθεί, οι απογραφικοί τομείς αποτυπώνονται ως μεγάλα, ενιαία γήπεδα. Ως αποτέλεσμα, αποδίδεται συγκεντρωτικά ο πληθυσμός σε δυσανάλογα μεγάλη έκταση δημιουργώντας στρεβλώσεις στην κατανομή. Η χρήση κανάβου βοηθά να αποκαλυφθούν μοτίβα τα οποία αποκρύπτονται εξαιτίας της χρήσης μεγαλύτερων, περισσότερο ετερογενών απογραφικών τομέων. Ακόμα, η χρήση κανάβου επιτρέπει τις συγκρίσεις σε διαφορετικές περιοχές χωρίς την εξάρτηση των δεδομένων από διοικητικά όρια, τα οποία μάλιστα αλλάζουν συχνά. Η χρήση κανάβου επιτρέπει επίσης τη συμβατότητα με δεδομένα τηλεπισκόπησης και Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών διευκολύνοντας την χωρική ανάλυση και τον συνδυασμό τους με άλλα επίπεδα γεωχωρικών δεδομένων.

Ως πληθυσμιακή πυκνότητα θεωρείται ο λόγος των κατοίκων εντός μιας περιοχής προς το εμβαδόν της περιοχής και εκφράζεται με τη σχέση:

$$D_i = \frac{Pop_i}{A_i}$$

Όπου:  $i=1,2,\dots,n$  οι περιοχές μέτρησης της πυκνότητας

$D_i$  = η πληθυσμιακή πυκνότητα στην περιοχή  $i$  σε κατ./m<sup>2</sup>

$Pop_i$  = ο πληθυσμός στην περιοχή  $i$

$A_i$  = το εμβαδόν της περιοχής  $i$

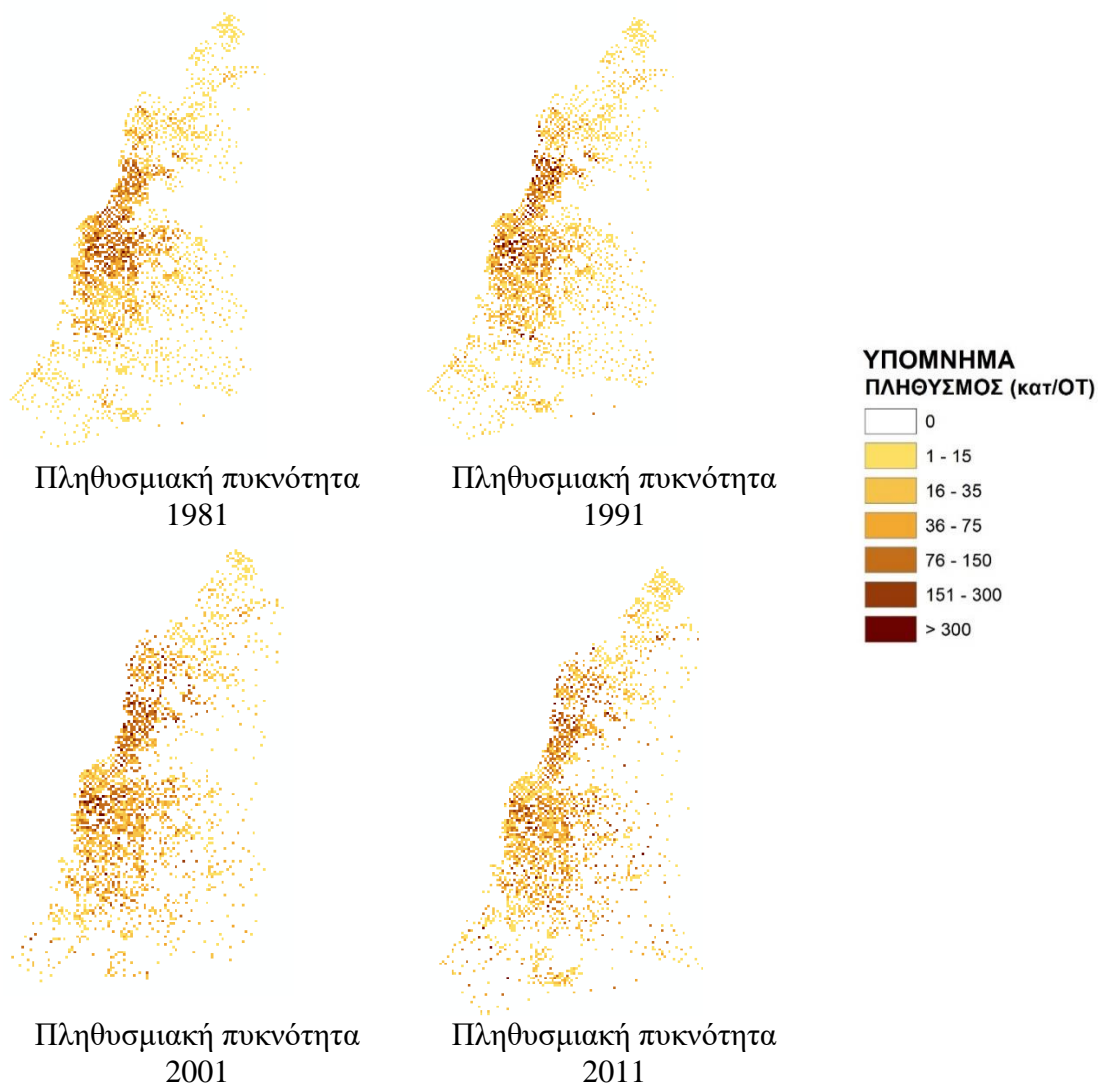
Η πυκνότητα επιλέχθηκε να απεικονιστεί στον κανάβο 60X60μ. και στον κανάβο 420X420μ. Ο μικρότερος κανάβος των 60X60μ. δίνει τη δυνατότητα να απεικονιστούν σε υψηλή ανάλυση οι τοπικές διακυμάνσεις στην πληθυσμιακή πυκνότητα, όπως η συγκέντρωση σε ορισμένες περιοχές, οι οποίες δεν θα ήταν το ίδιο ευκρινείς σε μεγαλύτερο κανάβο. Ο κανάβος 420X420μ. προσφέρει μια ευρύτερη εικόνα,

απεικονίζοντας την γενικότερη τάση και τα πρότυπα της πληθυσμιακής πυκνότητας στην περιοχή μελέτης.

Ο συνδυασμός και των δύο κανάβων επιτρέπει πιο ολοκληρωμένη ανάλυση, καθώς από την μία συλλαμβάνονται οι πολυπλοκότητες της μικροκλίμακας μέσω του κανάβου 60X60 και από την άλλη στον κανάβο 420X420μ. αποτυπώνονται σαφέστερα οι τάσεις της χωρικής ετερογένειας και της αστικής διάχυσης.

Το μέτρο της πληθυσμιακής πυκνότητας παρέχει ένα αποτελεσματικό μέσο προσδιορισμού του προτύπου της αστικής διάχυσης της περιοχής μελέτης καθώς αποτυπώνει συμπαγείς και αραιές περιοχές κατοίκησης αναδεικνύοντας την χωρική δυναμική αλλά και το οικιστικό πρότυπο κατοίκησης και κίνησης στην περιοχή μελέτης.

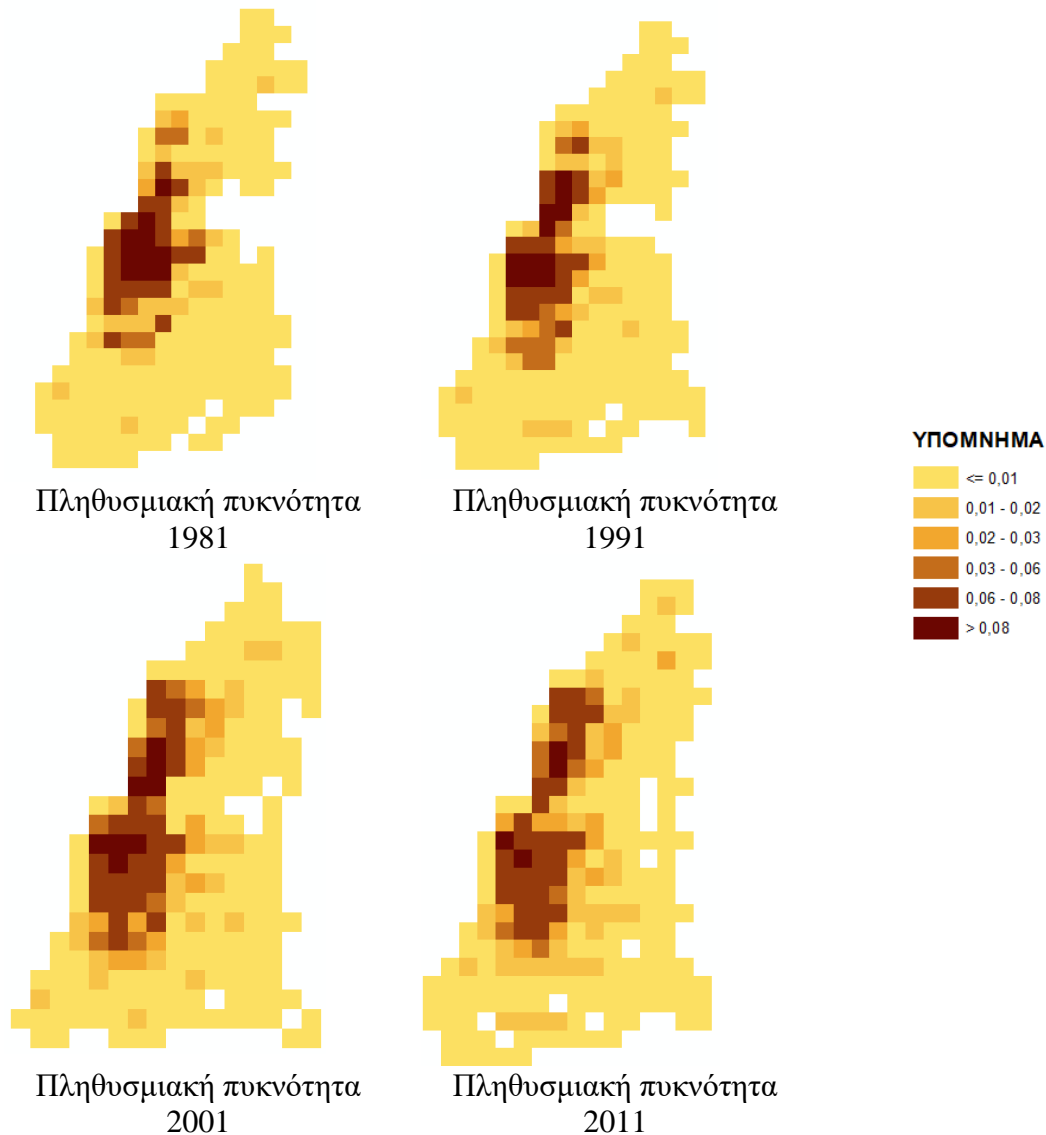
**Σειρά Χαρτών 11.2: Πληθυσμιακή πυκνότητα στον κανάβο 60X60μ. ανά έτος αναφοράς**



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Στη συνέχεια ακολουθούν οι χάρτες πληθυσμιακής πυκνότητας στον κানাβο 420X420μ.

**Σειρά Χαρτών 11.3: Πληθυσμιακή πυκνότητα στον κানাβο 420X420μ. ανά έτος αναφοράς**



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Η ανάλυση που ακολουθεί λαμβάνει υπόψη τα αποτελέσματα της απόδοσης της πληθυσμιακής πυκνότητας και στους δύο κανάβους.

1981: Η περιοχή του κέντρου είναι αυτή που συγκεντρώνει τον περισσότερο πληθυσμό, ενώ υψηλότερη πυκνότητα παρατηρείται στις περιοχές της Αγίας Σοφίας και των ευρύτερων περιοχών γύρω από τις πλατείες Γεωργίου, Ολγας, Υψηλών Αλωνιών και Ομονοίας. Πρόκειται για παραδοσιακές περιοχές κατοικίας με μεγάλα ύψη κτιρίων. Αμέσως μικρότερη πυκνότητα παρατηρείται στις περιοχές της παλιάς πόλης, της Αγιάς και στην ευρύτερη περιοχή της οδού Τριών Ναυάρχων. Οι υπόλοιπες περιοχές εμφανίζουν πολύ χαμηλή πυκνότητα, η οποία μειώνεται όσο απομακρυνόμαστε από την κεντρική περιοχή.

1991: Η περιοχή του κέντρου παραμένει πυκνοκατοικημένη, αλλά περιοχές των Ζαρουχλείκων εκατέρωθεν του οδικού άξονα Ευβοίας κερδίζουν κατοίκους, όπως και η ευρύτερη περιοχή γύρω από τον άξονα Βορείου Ηπείρου. Οι υπόλοιπες περιοχές παραμένουν σε πολύ χαμηλή πυκνότητα.

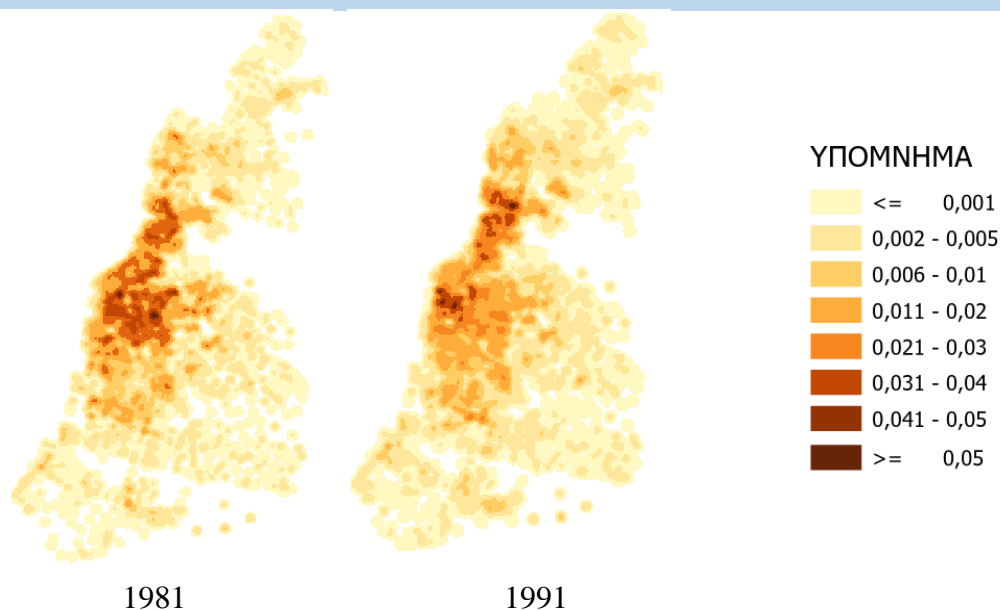
2001: Η επέκταση του πληθυσμού εκτός της περιοχής του κέντρου είναι περισσότερο ανιχνεύσιμη σε αυτήν την δεκαετία. Οι πυκνότητες αυξάνουν στις περιοχές της Αγυιάς, του Ψαροφαίου και των Συχαιών. Οι βόρειες, νότιες και ανατολικές περιοχές έχουν χαμηλή πυκνότητα αν και η προαστικοποίηση γίνεται εμφανής,

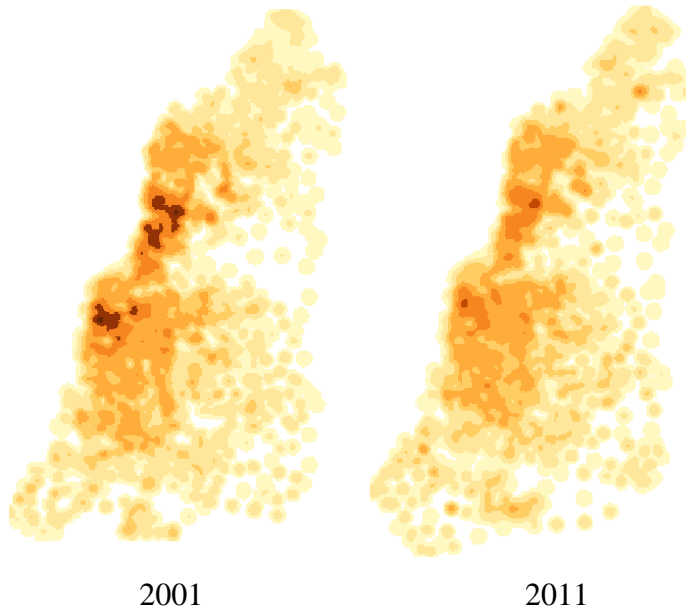
2011: Η πληθυσμιακή πυκνότητα στο κέντρο μειώνεται ελαφρά, αλλά αυξάνονται πληθυσμιακά οι περιοχές της Έξω Αγυιάς, των Ζαρουχλείκων, Κρύα Ιτέων και του Γηροκομείου. Οι πληθυσμιακές πυκνότητες στο νότιο τμήμα αυξάνουν καθώς επίσης οι περιοχές των Δεμένικων, Οβρυάς και Περιβόλας κερδίζουν πληθυσμό, αν και χαμηλής πυκνότητας. Το μοτίβο της επέκτασης των περιοχών χαμηλής πυκνότητας που περιβάλλουν τον αστικό πυρήνα της πόλης είναι στη χρονιά αυτή ιδιαίτερα σαφές αντικατοπτρίζοντας ένα τυπικό μοτίβο αστικής διάχυσης.

#### 11.2.1.1 Πυκνότητα πυρήνα (Kernel density) πληθυσμού

Οι χάρτες πυκνότητας πυρήνα του πληθυσμού παρέχουν πληροφορίες για την συγκέντρωση και την κατανομή του πληθυσμού με την πάροδο του χρόνου. Η ανάλυση πυκνότητας πυρήνα προσφέρει μια συνεχόμενη επιφάνεια ανάλυσης ενώ επιπλέον εμφανίζει μεγαλύτερη ευαισθησία στις αλλαγές. Στην ανάλυση που ακολουθεί το μέγεθος κελιού επιλέχθηκε να είναι 30X30

Σειρά Χαρτών 11.4: Πυκνότητα Πυρήνα πληθυσμού ανά έτος αναφοράς





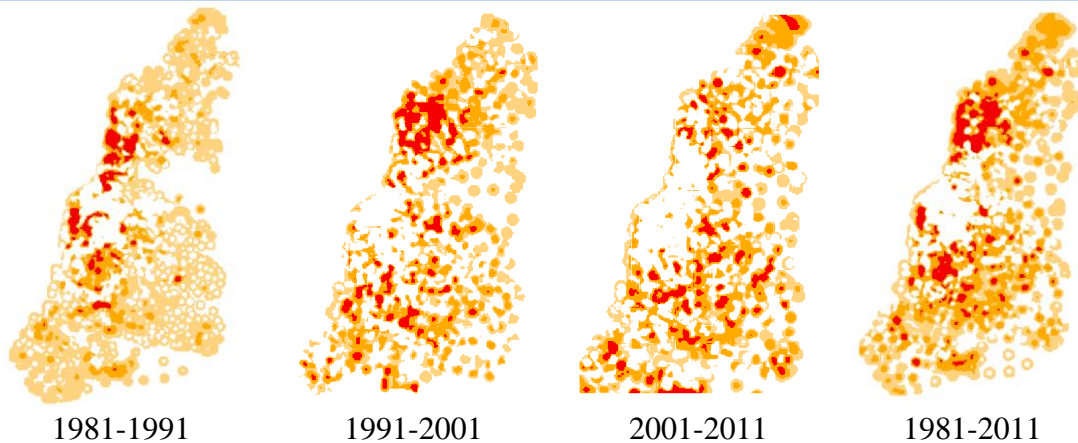
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Το 1981 η πυκνότητα του πληθυσμού είναι υψηλότερη στην κεντρική περιοχή, στο παλαιό σχέδιο πόλης. Η εξάπλωση του πληθυσμού είναι σχετικά περιορισμένη, υποδεικνύοντας ότι η περιοχή μελέτης ήταν περισσότερο συμπαγής. Το 1991 επεκτείνονται οι περιοχές μεσαίας πυκνότητας στις περιοχές γύρω από το κέντρο, ενώ επίσης οι πυκνότητες της κεντρικής περιοχής μειώνονται. Από το 2001 και εξής το μοτίβο της αστικής διάχυσης γίνεται σαφέστερο. Οι περιοχές μέσης πυκνότητας αυξάνονται μακρύτερα από το κέντρο καθώς επίσης εμφανίζονται περισσότερες χαμηλές πυκνότητες στις ανατολικές, βόρειες και νότιες περιοχές υποδηλώνοντας ότι ο πληθυσμός γίνεται όλο και πιο διασκορπισμένος. Το 2011 η τάση είναι εντονότερη καθώς οι περιοχές της μέσης πυκνότητας καλύπτουν πλέον το μεγαλύτερο μέρος της περιοχής μελέτης, φτάνοντας στα όρια της περιοχής.

Οι αλλαγές στους χάρτες δείχνουν μια σταθερή προς τα έξω επέκταση της αστικής περιοχής. Παράλληλα, η πληθυσμιακή πυκνότητα μειώνεται με την αύξηση της απόστασης από την κεντρική αστική περιοχή, γεγονός που ευθυγραμμίζεται με το τυπικό μοτίβο της αστικής διάχυσης. (Heimlich & Anderson, 2001, Brody, 2013)

Στη συνέχεια ανιχνεύονται οι αλλαγές στην πυκνότητα πυρήνα μεταξύ των ετών αναφοράς. Η ανίχνευση αλλαγών παρέχει κρίσιμες πληροφορίες για την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο ο πληθυσμός εξελίσσεται χωρικά με την πάροδο του χρόνου. Οι λευκές επιφάνειες χαρακτηρίζουν περιοχές στις οποίες δεν παρατηρήθηκαν αλλαγές στο μελετώμενο χρονικό διάστημα, ενώ η ένταση του χρώματος καταδεικνύει τις περισσότερο σημαντικές αλλαγές.

**Σειρά Χαρτών 11.5: Αλλαγές στην Πυκνότητα Πυρήνα του πληθυσμού 1981-2015**



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Την δεκαετία 1981-1991 οι αλλαγές στην πυκνότητα είναι εντονότερες στην περιοχή της Αγίας Σοφίας και της ευρύτερης περιοχής του Αγ. Ανδρέα λόγω της πύκνωσης του πληθυσμού σε αυτές τις περιοχές. Αλλαγές στην πυκνότητα παρατηρούνται επίσης σε ολόκληρη την περιοχή μελέτης καθώς ο πληθυσμός απλώνεται στα βόρεια, νότια και ανατολικά της πόλης.

Την δεκαετία 1991-2001 οι αλλαγές στην πυκνότητα είναι εντονότερες στην περιοχή της Αγυιάς, στα Ζαρουχλίκια, στο Ψαροφάι, στην Οβρυά και στα Δεμένικα. Οι αλλαγές στην πυκνότητα λόγω προαστικοποίησης της πόλης συνεχίζονται και σε αυτή τη δεκαετία.

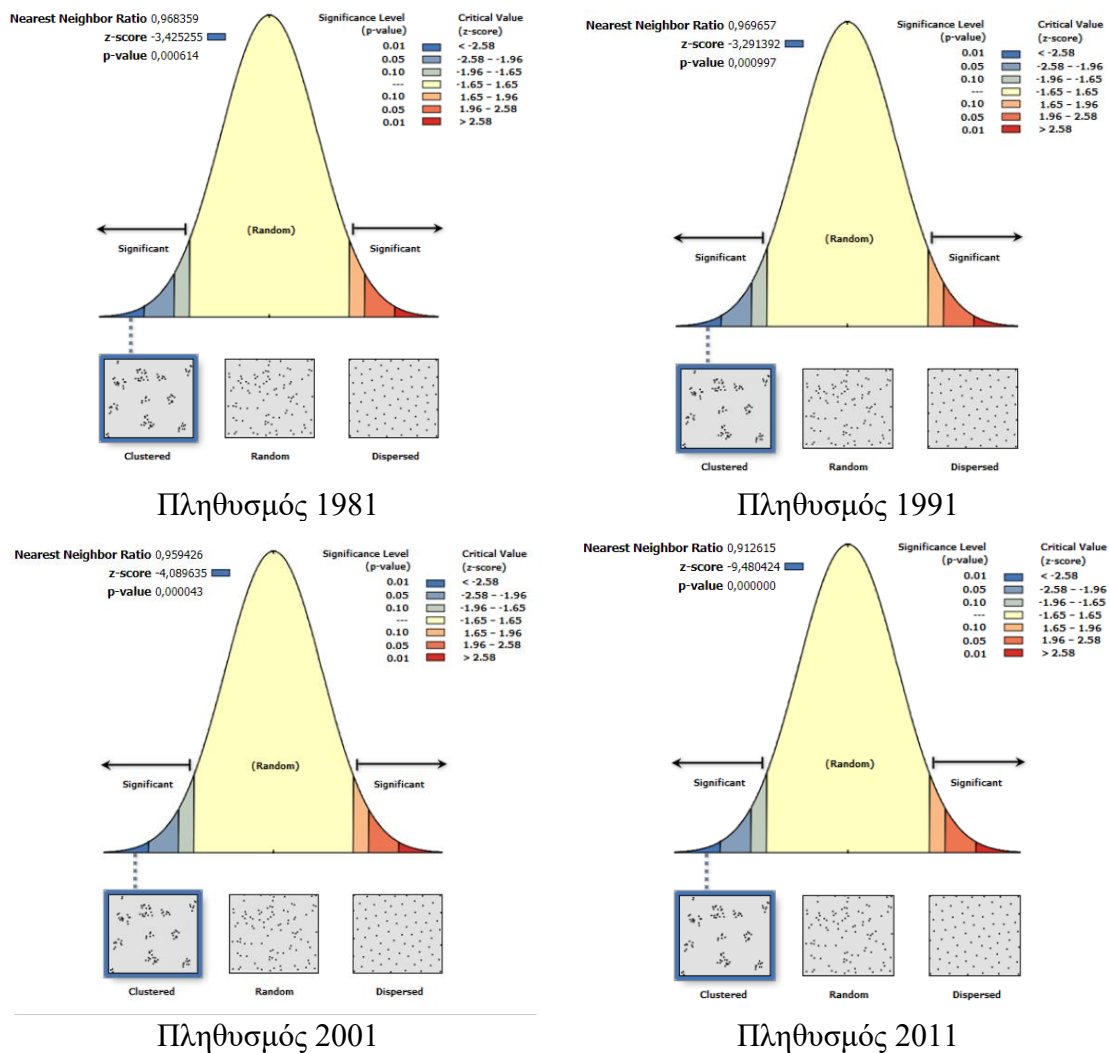
Την δεκαετία 2001-2011 παρατηρείται περαιτέρω εξάπλωση του πληθυσμού προς τα προάστια, ενώ η κεντρική περιοχή παραμένει σχεδόν χωρίς αλλαγές. Στο βόρειο τμήμα οι εντονότερες αλλαγές αφορούν στις περιοχές του Καστελλόκαμπου, του Αγ. Παντελεήμονα και της Έξω Αγυιάς, στα ανατολικά στην επέκταση Γηροκομείο και στα νότια στην επέκταση Κρύα Ιτέων, στην Περιβόλα και στα Δεμένικα. Γενικά συνεχίζονται οι αλλαγές λόγω της διασποράς του πληθυσμού προς τα έξω, στα όρια της περιοχής μελέτης.

Συνολικά από το 1981 έως το 2011 οι εντονότερες αλλαγές συμβαίνουν περίξ του κεντρικού πυρήνα της πόλης. Στη σύνθεση των αλλαγών παρατηρείται σημαντική επέκταση της αστικής περιοχής με τον πληθυσμό να εμφανίζει σαφείς τάσεις κατοίκησης μακρύτερα από το κέντρο, με χαμηλές πυκνότητες, χαρακτηριστικό της αστικής διάχυσης. Αύξηση της πυκνότητας παρατηρείται σε όλες τις βόρειες περιοχές της Αγυιάς, Έξω Αγυιάς, Αγ. Παντελεήμονα, Καστελλόκαμπου, Κοτρωνίου, στις κεντρικές περιοχές της Α' και Β' Ανατοlikομεσημβρινής ζώνης, στις νότιες περιοχές των Ζαρουχλίκων, Ψαροφαιού, Κρύα Ιτέων, Μπεγουλακίου, Οβρυάς, Δεμένικων και στην περιοχή της Περιβόλας. Στις εκτός σχεδίου περιοχές, αλλαγές παρατηρούνται στην ευρύτερη περιοχή της Οβρυάς, στην ευρύτερη περιοχή της Περιβόλας, ανατολικά της Β' Ανατοlikομεσημβρινής ζώνης, στην ευρύτερη περιοχή των Άνω Μποζαϊτικών και πλησίον όλων των κόμβων της ευρείας παράκαμψης Πατρών.

### 11.2.1.2 Ανάλυση μέσης απόστασης από εγγύτερο γείτονα (Average Nearest Neighbor Analysis) πληθυσμού

Η ανάλυση μέσης απόστασης από εγγύτερο γείτονα (Average Nearest Neighbor Analysis - ANN) παρέχει πληροφορίες για την χωρική διάταξη του πληθυσμού και συγκεκριμένα για την κατανόηση του συνολικού μοτίβου ομαδοποίησης ή διασποράς του πληθυσμού στα έτη αναφοράς. Η ανάλυση που ακολουθεί παρέχει πληροφορίες σχετικά με το εάν η διάταξη των δεδομένων είναι ομαδοποιημένη, τυχαία ή διεσπαρμένη από ότι θα αναμενόταν σε μια θεωρητική τυχαία κατανομή.

**Σειρά Διαγραμμάτων 11.1: Χωρικό Πρότυπο Κατανομής πληθυσμού στα έτη αναφοράς**



Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Και στις τέσσερις περιπτώσεις του πληθυσμού για τα έτη 1981, 1991, 2001 και 2011 το χωρικό πρότυπο εμφανίζεται ομαδοποιημένο (clustered). Πιο συγκεκριμένα, το έτος 1981 η τιμή της αναλογίας του πλησιέστερου γείτονα (NNR) είναι 0,968359 μικρότερη της μονάδας υποδεικνύοντας ομαδοποίηση. Η αρνητική τιμή του z-score και η πολύ χαμηλή τιμή του p-value καταδεικνύουν ότι ο πληθυσμός το 1981 ήταν ομαδοποιημένος. Επίσης, το έτος 1991 ο πληθυσμός εμφανίζεται ομαδοποιημένος. Η

τιμή της αναλογίας του πλησιέστερου γείτονα (NNR) είναι 0,969657 ενώ η αρνητική τιμή του z-score και η πολύ χαμηλή τιμή του p-value επιβεβαιώνουν το πρότυπο της ομαδοποίησης. Και το έτος 2001 ο πληθυσμός είναι ομαδοποιημένος. Η τιμή της αναλογίας του πλησιέστερου γείτονα (NNR) είναι 0,959426 μικρότερη της μονάδας. Η αρνητική τιμή του z-score και η πολύ χαμηλή τιμή του p-value ενισχύουν το πρότυπο της ομαδοποίησης. Τέλος, το 2011 ο πληθυσμός παραμένει ομαδοποιημένος. Η τιμή της αναλογίας του πλησιέστερου γείτονα (NNR) είναι 0,912615 μικρότερη της μονάδας υποδεικνύοντας ομαδοποίηση. Η αρνητική τιμή του z-score και η πολύ χαμηλή τιμή του p-value επιβεβαιώνουν το πρότυπο της ομαδοποίησης.

Οι τιμές της αναλογίας του πλησιέστερου γείτονα (NNR) εμφανίζονται να μειώνονται στα έτη αναφοράς, με πιο μεγάλη μείωση μεταξύ 2001 και 2011. Η φθίνουσα αυτή τιμή σε συνδυασμό με τις τιμές του z-score την ίδια περίοδο δείχνει ότι ο πληθυσμός γίνεται περισσότερο ομαδοποιημένος με την πάροδο του χρόνου.

### 11.2.1.3 Συνάρτηση K (Ripley's K function) πληθυσμού

Προκειμένου να διερευνηθεί εάν ο πληθυσμός είναι ομαδοποιημένος σε ορισμένες αποστάσεις και αν υπάρχουν συγκεκριμένες αποστάσεις στις οποίες το πρότυπο αλλάζει, γίνεται χρήση της συνάρτησης K (Ripley's K function).

**Πίνακας 11.1: Συνάρτηση K για τον πληθυσμό στα έτη αναφοράς**

	Distance	L(d)	Diff	Min L(d)	Max L(d)
1981	Distance	L(d)	Diff	Min L(d)	Max L(d)
	500	786,92	286,92	483,95	487,21
	1000	1461,11	461,11	938,31	946,34
	1500	2046,64	546,64	1365,47	1377,74
	2000	2528,6	528,6	1761,28	1778,51
	2500	2926,22	426,22	2127,55	2149,79
	3000	3255,31	255,31	2464	2488,61
	3500	3525,64	25,64	2768,21	2795,67
	4000	3747,46	-252,54	3042,86	3070,7
	4500	3927,05	-572,95	3282,72	3313,2
	5000	4069,42	-930,58	3489,25	3523,96
	5500	4179,84	-1320,16	3661,82	3701,97
	6000	4269,48	-1730,52	3805,83	3849,49
1991	500	785,45	285,45	484,28	487,64
	1000	1459,19	459,19	940,15	946,9
	1500	2043,92	543,92	1367,72	1378,94
	2000	2525,33	525,33	1764,31	1779,66
	2500	2923,07	423,07	2131,59	2151,75
	3000	3251,96	251,96	2469,14	2491,14
	3500	3521,84	21,84	2776,84	2799,23
	4000	3743,6	-256,4	3053,31	3072,81
	4500	3923,49	-576,51	3296,45	3314,17
	5000	4066,07	-933,93	3501,43	3524,29
	5500	4176,95	-1323,05	3673,17	3700,82
	6000	4267,08	-1732,92	3816,4	3847,3

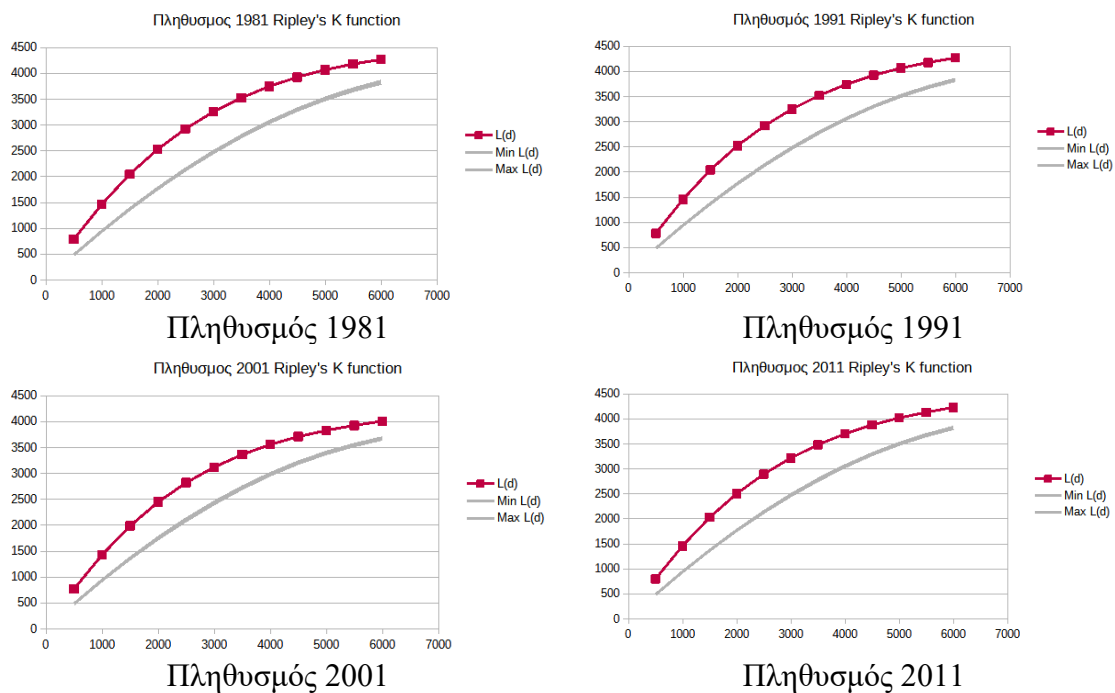


2001	500	770,88	270,88	481,11	486,31
	1000	1427,14	427,14	933,9	942,45
	1500	1987,97	487,97	1352,73	1370,34
	2000	2447,71	447,71	1735,83	1765,22
	2500	2821,42	321,42	2088,7	2124,07
	3000	3121,63	121,63	2412,75	2449,81
	3500	3363,77	-136,23	2707,72	2742,69
	4000	3557,6	-442,4	2967,74	3001,09
	4500	3709,83	-790,17	3192,41	3225,15
	5000	3829,51	-1170,49	3380,45	3412,19
2011	500	796,79	296,79	483,88	486,21
	1000	1460,21	460,21	938,43	944,85
	1500	2030,47	530,47	1367,08	1375,26
	2000	2504,67	504,67	1764,54	1775,47
	2500	2896,64	396,64	2128,21	2148,64
	3000	3217,38	217,38	2461,14	2488,92
	3500	3482,61	-17,39	2765,49	2795,5
	4000	3702,46	-297,54	3039,6	3068,05
	4500	3879,49	-620,51	3281,89	3308,18
	5000	4019,1	-980,9	3487,68	3515,68
	5500	4132,46	-1367,54	3659,72	3690,49
	6000	4230,59	-1769,41	3804,77	3836,19

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Τα διαγράμματα της συνάρτησης K (Ripley's K function) παρατίθενται παρακάτω.

### Σειρά Διαγραμμάτων 11.2: K Function πληθυσμού στα έτη αναφοράς



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

1981: Οι παρατηρούμενες τιμές  $L(d)$  βρίσκονται πάνω από το ανώτερο όριο εμπιστοσύνης ( $Max L(d)$ ), υποδεικνύοντας ένα ομαδοποιημένο πρότυπο του πληθυσμού ιδιαίτερα σε μικρές αποστάσεις. Καθώς η απόσταση αυξάνεται, οι παρατηρούμενες τιμές  $L(d)$  πλησιάζουν το ανώτερο όριο, υποδηλώνοντας ότι η ομαδοποίηση μπορεί να είναι λιγότερο έντονη σε μεγαλύτερες κλίμακες και ιδιαίτερα από τα 4000μ. και εξής

1991: Παρόμοια με το διάγραμμα του 1981, το παρατηρούμενο  $L(d)$  συνεχίζει να βρίσκεται πάνω από το ανώτερο όριο εμπιστοσύνης για μικρότερες αποστάσεις, δείχνοντας ομαδοποίηση. Παράλληλα, η ομαδοποίηση είναι λιγότερο έντονη σε μεγαλύτερες κλίμακες με σημείο μετάβασης τα 3500μ με 4000μ.

2001: Η τάση της ομαδοποίησης σε μικρότερες αποστάσεις παραμένει, όπως υποδεικνύεται από τις τιμές  $L(d)$  πάνω από το ανώτερο όριο εμπιστοσύνης. Οι τιμές  $L(d)$  παραμένουν πάνω από τα όρια εμπιστοσύνης σε όλες τις αποστάσεις, γεγονός που υποδηλώνει ότι ενώ υπάρχει κάποια διασπορά, ο πληθυσμός εξακολουθεί να παρουσιάζει ένα πρότυπο ομαδοποίησης.

2011: Η ομαδοποίηση συνεχίζει να εμφανίζεται σε μικρότερες αποστάσεις, αλλά οι παρατηρούμενες τιμές  $L(d)$  φαίνονται να είναι πιο κοντά στο ανώτερο όριο εμπιστοσύνης καθώς η απόσταση αυξάνεται. Αυτό υποδηλώνει ότι ο πληθυσμός αρχίζει να διασκορπίζεται περισσότερο καθώς απομακρυνόμαστε περισσότερο από το αστικό κέντρο. Το σημείο μετάβασης είναι γύρω στα 3500μ.

Συνολικά, τα διαγράμματα υποδηλώνουν ότι κατά την περίοδο από το 1981 έως το 2011, ο πληθυσμός παρέμεινε σχετικά συγκεντρωμένος, ειδικά σε μικρότερες αποστάσεις, γεγονός που είναι ενδεικτικό ενός αστικού κέντρου. Ωστόσο, υπάρχουν ενδείξεις εξάπλωσης ή διασποράς σε μεγαλύτερες αποστάσεις τα τελευταία χρόνια. Οι αρνητικές διαφορές σε αποστάσεις πάνω από τα 3500μ. υποδηλώνουν ότι όσο αυξάνεται η απόσταση, η κατανομή του πληθυσμού γίνεται λιγότερο πυκνή και πιο διασκορπισμένη, κάτι που αντικατοπτρίζει τη διαδικασία της αστικής διάχυσης, όπου ο πληθυσμός αρχίζει να εξαπλώνεται σε προαστιακές και περιαστικές περιοχές. Αυτή η εξάπλωση μπορεί να οφείλεται σε νέα οικιστική ανάπτυξη, αλλαγές στη χρήση/ κάλυψη γης ή άλλους παράγοντες που συμβάλλουν στην αστική διάχυση.

### 11.2.2 Πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας

Η πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας αποτελεί σημαντικό μέτρο της αστικής διάχυσης (Angel et al., 2011). Το μέτρο παρέχει πληροφορίες για την ένταση του κτισμένου χώρου αποκαλύπτοντας αν μια περιοχή είναι συμπαγής ή αραιή. Η ανάλυση της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας βοηθά στον προσδιορισμό των χωρικών προτύπων καθώς η μέτρηση είναι ενδεικτική για το ύψος της κατανάλωσης γης σε μια χωρική ενότητα. Το μέτρο χρησιμεύει επίσης στη διερεύνηση των αναγκών υποδομών καθώς χαμηλότερες πυκνότητες οδηγούν σε αυξημένο κόστος για τη δημιουργία και τη συντήρηση των κατάλληλων υποδομών (Denis, 2020)

Ως πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας ορίζεται ο λόγος της συνολικής κτισμένης επιφάνειας εντός μιας περιοχής προς το εμβαδόν μιας περιοχής και εκφράζεται με τη σχέση:

$$D_i = \frac{E_i}{A_i}$$

Όπου:  $i=1,2,\dots,n$  οι περιοχές μέτρησης της πυκνότητας

$D_i$  = η πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας στην περιοχή  $i$

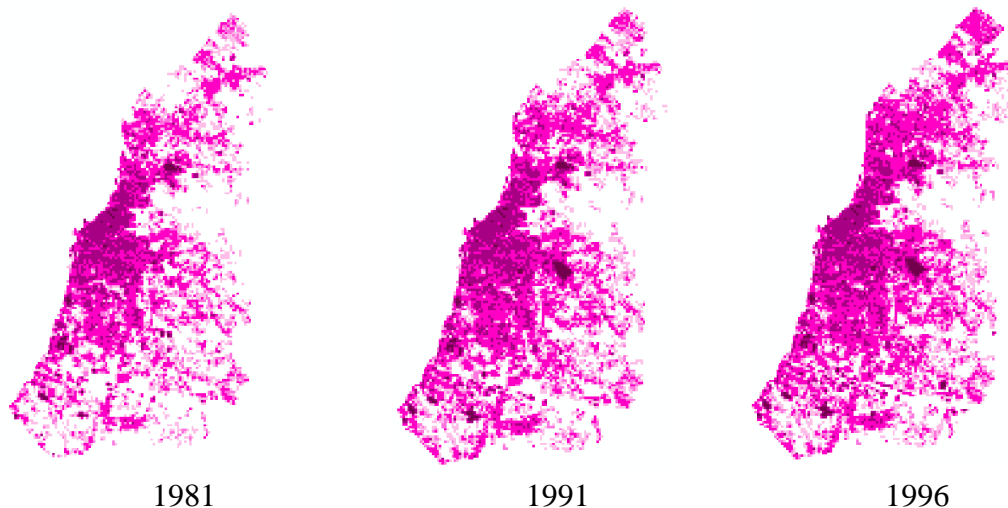
$E_i$  = το συνολικό εμβαδόν της κτισμένης επιφάνειας στην περιοχή  $i$

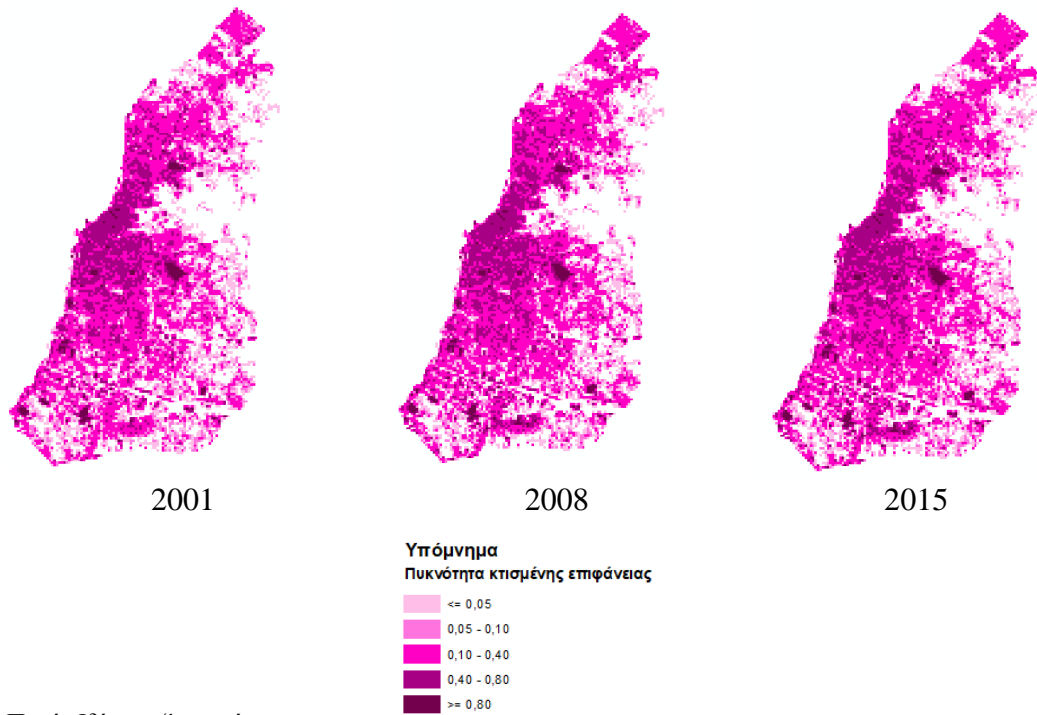
$A_i$  = το εμβαδόν της περιοχής  $i$

Για την μελέτη της αστικής διάχυσης και σε συνέχεια της δημιουργίας των χαρτών της κτισμένης επιφάνειας, δημιουργήθηκαν οι χάρτες της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας για κάθε μια από τις χρονιές αναφοράς (1981, 1991, 1996, 2001, 2008 και 2015).

Για την υλοποίηση των παρακάτω χαρτών χρησιμοποιήθηκαν οι κλίμακες 60X60μ. και 420X420μ. Ο μικρότερος κλίμακας των 60X60μ. δίνει τη δυνατότητα να απεικονιστούν σε υψηλή ανάλυση οι τοπικές διακυμάνσεις στην πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας ενώ ο κλίμακας 420X420μ. προσφέρει μια ευρύτερη εικόνα, απεικονίζοντας την γενικότερη τάση και τα πρότυπα της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας στην περιοχή μελέτης.

**Σειρά Χαρτών 11.6: Πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας στον κλίμακα 60X60μ. ανά έτος αναφοράς**

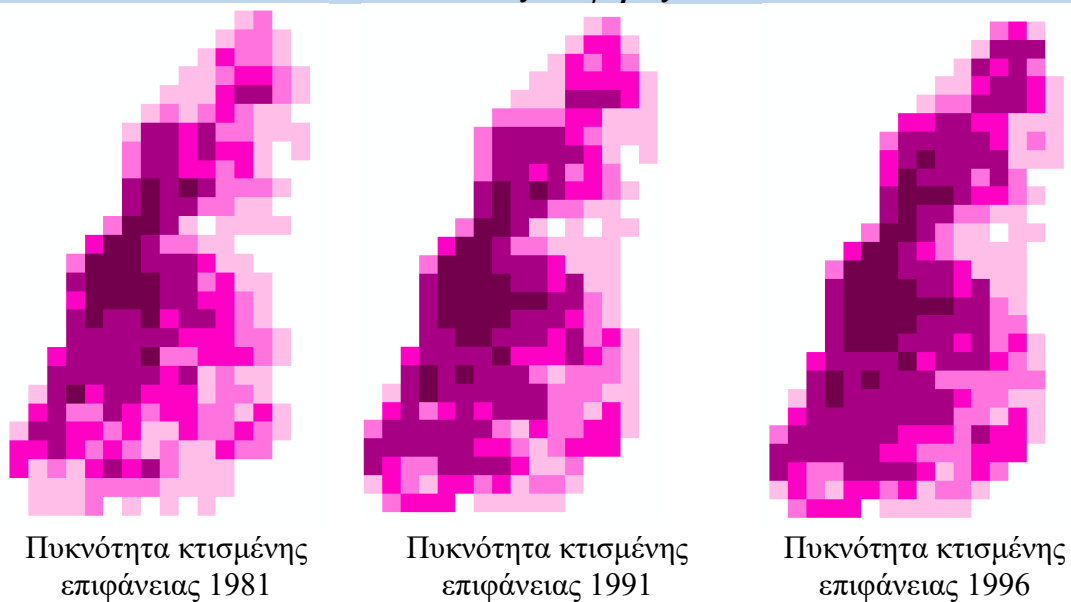


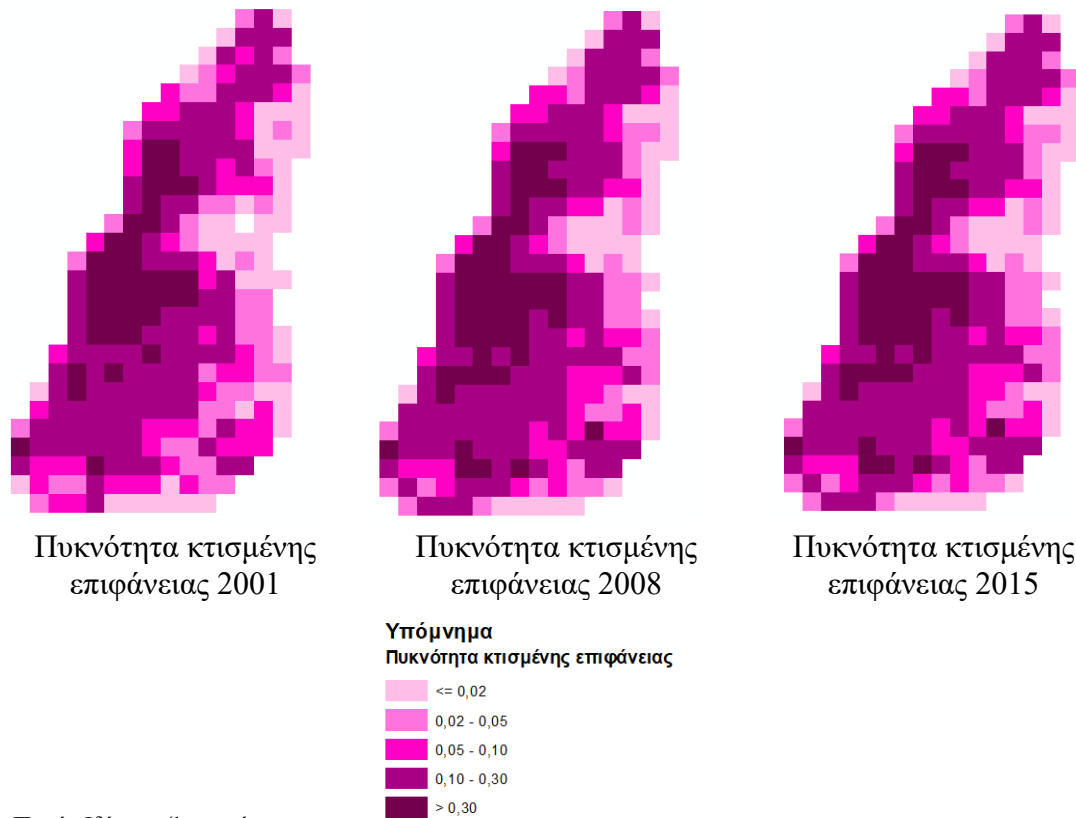


Πηγή: Ιδία επεξεργασία.

Στη συνέχεια ακολουθούν οι χάρτες πληθυσμιακής πυκνότητας στον κানাβο 420X420μ.

**Σειρά Χαρτών 11.7: Πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας στον κানাβο 420X420μ. ανά έτος αναφοράς**





Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Η ανάλυση που ακολουθεί λαμβάνει υπόψη τα αποτελέσματα της απόδοσης της πληθυσμιακής πυκνότητας και στους δύο κανάβους.

Όπως φαίνεται από τους χάρτες, η πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας το 1981 ήταν υψηλή στην περιοχή του κέντρου (παλαιό σχέδιο) και βορείως μέχρι την οδό Αγ. Σοφίας ενώ νοτίως μέχρι και την ευρύτερη περιοχή του Σκαγιοπουλείου. Μεσαία πυκνότητα εμφανίζουν οι περιοχές της Αγυιάς και των Ζαρουχλείκων. Οι βόρειες, νότιες και ανατολικές περιοχές εμφανίζονται από αραιές έως πολύ αραιές.

Το 1991 ο πυκνός κεντρικός πυρήνας ουσιαστικά δεν μεταβάλλεται. Στις μεσαίες πυκνότητες προστίθενται και οι περιοχές της μέσα Αγυιάς, του Ψαροφαίου και των Δεμένικων, ενώ διατηρείται η αραιή κτισμένη επιφάνεια στις βόρειες, νότιες και ανατολικές περιοχές.

Το 1996 και το 2001 παρουσιάζουν παρόμοια εικόνα, με την πυκνότητα του κέντρου να μη μεταβάλλεται. Στις μεσαίες πυκνότητες εισέρχονται οι βόρειες περιοχές της Γλυφάδας, της Εξω Αγυιάς, του Προαστείου (κυρίως παρά την ΝΕΟ Αθηνών-Πατρών) και του Καστελλόκαμπου, ενώ στις νότιες περιοχές εισέρχονται οι Ιτιές, Μέμου, Δεμένικα, Περιβόλα και βόρειος τομέας της Οβριάς. Τέλος, ανατολικά οι περιοχές Εθνικό Στάδιο, ΚΕΤΕΣ, Νοσοκομείο. Αν και στις εξωαστικές βόρειες, νότιες και ανατολικές περιοχές παρατηρείται αύξηση της κτισμένης επιφάνειας εντούτοις η πυκνότητα παραμένει χαμηλή.

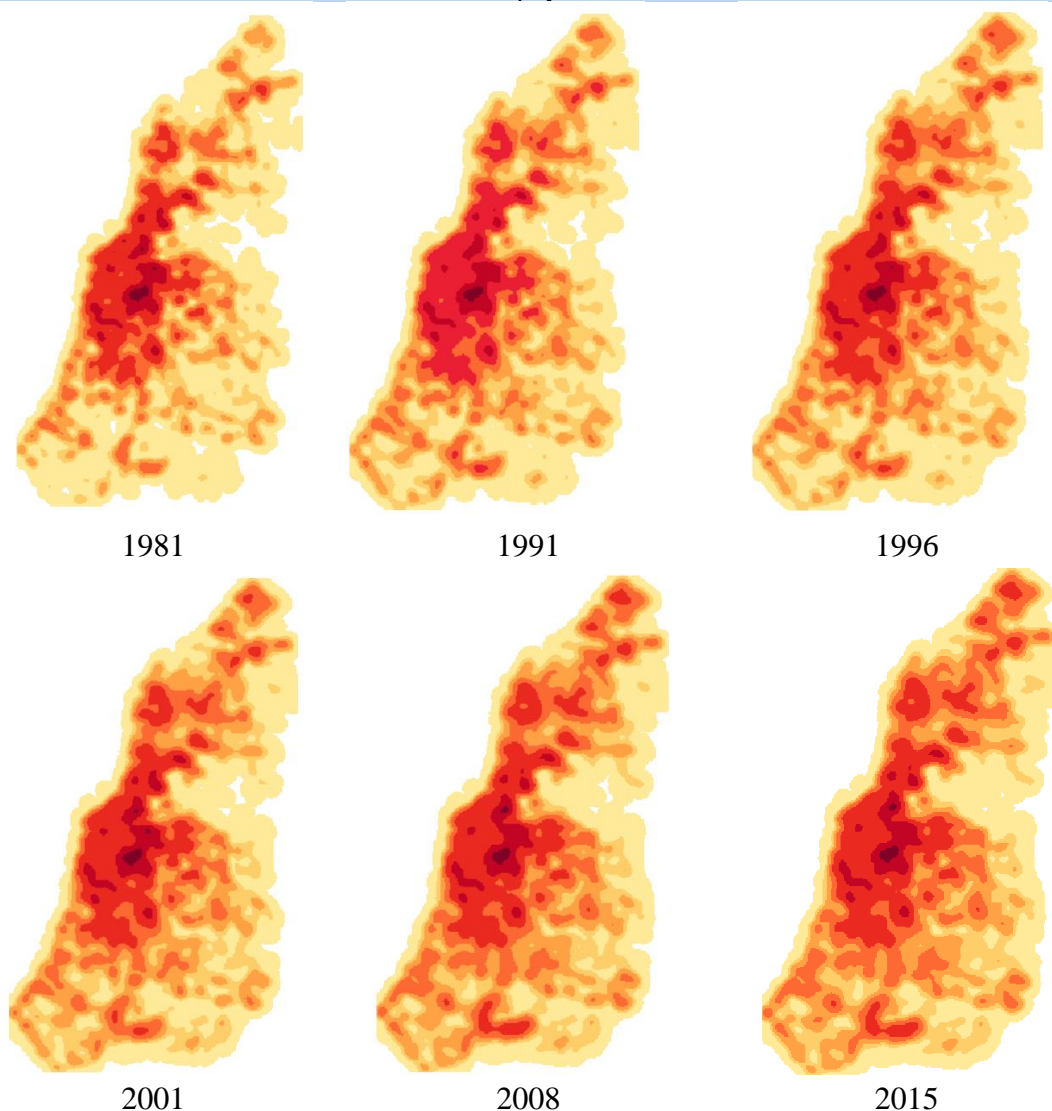
Τα έτη 2008 και 2015 η πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας είναι περίπου όμοια, καθώς στα έτη αυτά σημειώθηκε πολύ μικρή οικοδομική δραστηριότητα. Οι περιοχές

που παρατηρήθηκε αύξηση στην πυκνότητα είναι η ζώνη πέριξ του κόμβου του Γλαύκου, ο Καστελλόκαμπος, η εξωαστική περιοχή της Εγλυκάδας και του Εθνικού Σταδίου, η ευρύτερη εξωαστική περιοχή των Συχαινών και η ευρύτερη εξωαστική περιοχή των Δεμένικων και της βόρειας Οβρυάς.

### 11.2.2.1 Πυκνότητα πυρήνα (Kernel density) κτισμένης επιφάνειας

Οι χάρτες πυκνότητας πυρήνα της κτισμένης επιφάνειας παρέχουν πληροφορίες για την συγκέντρωση και την κατανομή της κτισμένης επιφάνειας με την πάροδο του χρόνου. Η ανάλυση πυκνότητας πυρήνα προσφέρει μια συνεχόμενη επιφάνεια ανάλυσης ενώ επιπλέον εμφανίζει μεγαλύτερη ευαισθησία στις αλλαγές. Ο συνδυασμός της ανάλυσης της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας στους δύο κανάβους και στην πυκνότητα πυρήνα ενισχύει το αποτέλεσμα και την αξιοπιστία της ανάλυσης προσφέροντας επικύρωση των ευρημάτων. Στην ανάλυση που ακολουθεί το μέγεθος κελιού επιλέχθηκε να είναι 30X30

**Σειρά Χαρτών 11.8: Πυκνότητα Πυρήνα κτισμένης επιφάνειας ανά έτος αναφοράς**



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

	<= 0,00025
	0,00025 - 0,0005
	0,0005 - 0,001
	0,001 - 0,002
	0,002 - 0,004
	0,004 - 0,006
	>= 0,006

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Το 1981 η πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας είναι υψηλότερη στην κεντρική περιοχή, στο παλαιό σχέδιο πόλης. Οι εντονότεροι θύλακες παρατηρούνται στην παλαιά πόλη, στην πλατεία Βούδ, στα Ψηλά Αλώνια, πέριξ της οδού Αγ. Σοφίας, στην περιοχή του Ζαβλανίου και στην περιοχή των Ζαρουχλείκων πέριξ της οδού Ευβοίας. Η κτισμένη επιφάνεια στις υπόλοιπες περιοχές εμφανίζεται χαμηλή ως πολύ χαμηλή.

Το 1991 η κτισμένη επιφάνεια εκτός του κεντρικού πυρήνα, αυξάνει στις περιοχές της Αγυιάς, του Προαστείου, του Ψαροφαίου και των Δεμένικων ενώ διατηρείται αραιή η κτισμένη επιφάνεια στις βόρειες, νότιες και ανατολικές περιοχές.

Το 1996 πυκνότεροι θύλακες εμφανίζονται στα βόρεια στην Αρέθα, στο Προάστειο (κυρίως παρά την ΝΕΟ Αθηνών-Πατρών), στην Ανθούπολη ενώ νότια στον βόρειο τομέα της Οβρυάς και στις περιοχές Ιτιές και Μέμου. Αύξηση εμφανίζουν επίσης οι ανατολικές περιοχές του Εθνικού Σταδίου και η περιοχή του Αγ. Γεωργίου Λάγγουρα.

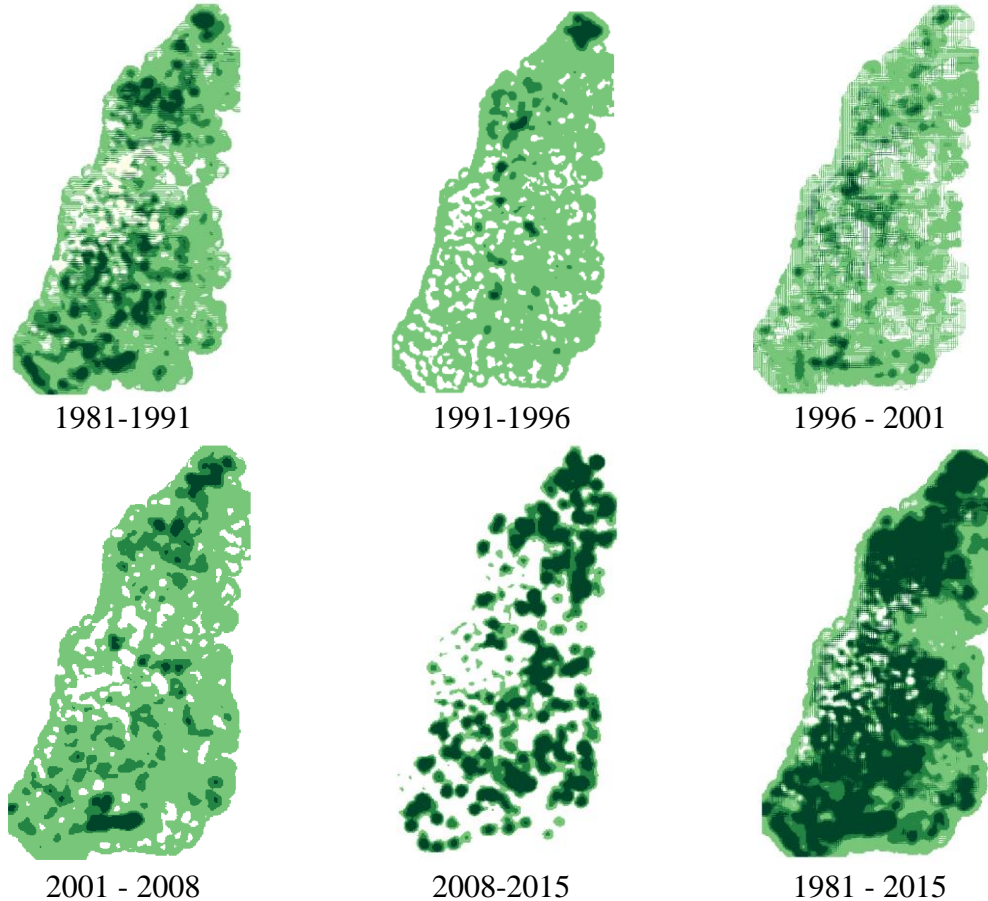
Το 2001 εμφανίζονται νέοι πυκνότεροι θύλακες στις βόρειες περιοχές της έξω Αγυιάς, του Καστελλόκαμπου και της Γλυφάδας ενώ στις νότιες περιοχές πυκνώσεις εμφανίζονται στην Λεύκα, στα Δεμένικα, στην Περιβόλα και στον βόρειο τομέα της Οβρυάς εκατέρωθεν της οδού Ευβοίας. Στα ανατολικά πυκνότερες εμφανίζονται οι περιοχές Εθνικό Στάδιο, ΚΕΤΕΣ, Νοσοκομείο. Αύξηση της κτισμένης επιφάνειας παρατηρείται σε ολόκληρη την εξωαστική περιοχή μελέτης αν και χαμηλή.

Τα έτη 2008 και 2015 η πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας είναι περίπου όμοια, καθώς στα έτη αυτά σημειώθηκε πολύ μικρή οικοδομική δραστηριότητα. Στα νότια, αύξηση της πυκνότητας παρατηρήθηκε στις περιοχές Κρύα Ιτέων, Λεύκας, Μπεγουλακίου, πέριξ του κόμβου του Γλαύκου και στην ευρύτερη εξωαστική περιοχή των Δεμένικων και της βόρειας Οβρυάς. Στα ανατολικά αύξηση παρατηρήθηκε στην εξωαστική περιοχή της Εγλυκάδας, του Εθνικού Σταδίου, της Κούτσας και στην ευρύτερη εξωαστική περιοχή πέριξ του κόμβου του Ρηγακόκαμπου. Στα βόρεια νέες αυξημένες πυκνότητες σημειώνονται στον Καστελλόκαμπο, στην ευρύτερη εξωαστική περιοχή των Συχαινών και στην ευρύτερη εξωαστική περιοχή των Ανω Μποζαίτικων (άνω προάστειο).

Οι αλλαγές στους χάρτες δείχνουν μια σταθερή προς τα έξω επέκταση της αστικής περιοχής. Στη συνέχεια ανιχνεύονται οι αλλαγές στην πυκνότητα πυρήνα μεταξύ των ετών αναφοράς. Η ανίχνευση αλλαγών παρέχει κρίσιμες πληροφορίες για την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο η κτισμένη επιφάνεια εξελίσσεται χωρικά με την πάροδο του χρόνου.

Οι λευκές επιφάνειες χαρακτηρίζουν περιοχές στις οποίες δεν παρατηρήθηκαν αλλαγές στο μελετώμενο χρονικό διάστημα, ενώ η ένταση του χρώματος καταδεικνύει τις περισσότερο σημαντικές αλλαγές.

**Σειρά Χαρτών 11.9: Αλλαγές στην Πυκνότητα Πυρήνα της κτισμένης επιφάνειας 1981-2015**



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Την δεκαετία 1981-1991 η αύξηση στην πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας παρατηρείται εντονότερη στα βόρεια, στην περιοχή της Αγυιάς και του Προαστείου και στα νότια στα Ζαρουχλίκια, Ψαροφάι και Δεμένικα, ενώ αλλαγές παρατηρούνται σε όλες τις ζώνες πέριξ του κέντρου.

Από το 1991 έως το 1996 οι αλλαγές στην πυκνότητα συνεχίζουν σε ολόκληρη την περιοχή μελέτης, με έμφαση στην περιοχή της Αγυιάς, στον Καστελλόκαμπο, στην Αρέθα, στο Προάστειο, στην Ανθούπολη, στο Ψαροφάι και σε όλο το νότιο τμήμα (Οβρυά, Ιτιές, Μέμου και Δεμένικα). Οι αλλαγές στην κτισμένη επιφάνεια στις περιοχές μακριά του κέντρου είναι εμφανείς, ενισχύονται οι ανατολικές περιοχές του Εθνικού Σταδίου και η περιοχή του Αγ. Γεωργίου Λάγγουρα ενώ εμφανίζεται και μέτρια πλήρωση σε προυπάρχοντες δομημένους χώρους.

Από το 1996 έως το 2001, παρατηρείται περαιτέρω αύξηση της κτισμένης επιφάνειας σε όλη την περιοχή μελέτης. Το χωρικό μοτίβο εμφανίζεται περισσότερο



διασκορπισμένο με εντονότερες πυκνότητες στην έξω Αγυιά, στον Καστελλόκαμπο, στο Κοτρώνι, στα Δεμένικα, στη Λεύκα, στην Περιβόλα και στον βόρειο τομέα της Οβριάς. Οι ανατολικές περιοχές του Εθνικού Σταδίου, ΚΕΤΕΣ και Νοσοκομείου εμφανίζουν αλλαγές στην πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας καθώς και ολόκληρη η εκτός σχεδίου ζώνη της περιοχής μελέτης.

Από το 2001 έως το 2008 οι αλλαγές παρουσιάζουν εντατικοποίηση στον Καστελλόκαμπο, στην Εξω Αγυιά, στα Δεμένικα, στην Περιβόλα, στην επέκταση Γηροκομείο και πέριξ του κόμβου του Γλαύκου, στη βόρεια Οβρυά και στις περιοχές της του Εθνικού Σταδίου και της Κούτσας. Η κτισμένη επιφάνεια συνεχίζει να αυξάνει.

Από το 2008 έως το 2015 οι αλλαγές πραγματοποιούνται αποκλειστικά στις περιοχές των επεκτάσεων και στις εξωαστικές περιοχές παρουσιάζοντας όμως μια κατακερματισμένη εικόνα. Οι αλλαγές πραγματοποιούνται βόρεια στις περιοχές της Εξω Αγυιάς, Αγ. Παντελεήμονα, Καστελλόκαμπου, Προαστείου, Ανω Μποζαϊτικών και στην ευρύτερη εξωαστική περιοχή του Ρηγανόκαμπου. Ανατολικά στις περιοχές των Συχαιών, Εθνικού Σταδίου, Κούτσας και στην ευρύτερη εξωαστική περιοχή τους, καθώς και στην ευρύτερη εξωαστική περιοχή της Εγλυκάδας. Νότια έντονες αλλαγές παρατηρούνται στα Δεμένικα, Κρύα Ιτέων, Λεύκα, Μπεγουλάκι, βόρεια Οβρυά ενώ επίσης παρατηρούνται και αλλαγές στην εξωαστική περιοχή κατά μήκος της ευρείας παράκαμψης μέχρι και την περιοχή εκατέρωθεν της οδού Ευβοίας δημιουργώντας ένα νέο πυκνότερο δακτύλιο.

Συνολικά από το 1981 έως το 2015 οι αλλαγές στην κτισμένη επιφάνεια πραγματοποιούνται γύρω από τον κεντρικό πυρήνα της πόλης. Στη σύνθεση των αλλαγών παρατηρείται σημαντική επέκταση της αστικής περιοχής κυρίως βόρεια και νότια του κεντρικού πυρήνα, αλλά και ανατολικά τόσο στις περιοχές των επεκτάσεων όσο και στις εξωαστικές, εκτός σχεδίου περιοχές. Αύξηση της κτισμένης επιφάνειας παρατηρείται σε όλες τις βόρειες περιοχές της Αγυιάς, Έξω Αγυιάς, Αγ. Παντελεήμονα, Καστελλόκαμπου, Κοτρωνίου, στις κεντρικές περιοχές της Α' και Β' Ανατολικομεσημβρινής ζώνης, στις νότιες περιοχές των Ζαρουχλείκων, Ψαροφαίου, Κρύα Ιτέων, Μπεγουλακίου, Οβρυάς, Δεμένικων και στην περιοχή της Περιβόλας. Στις εκτός σχεδίου περιοχές, αλλαγές παρατηρούνται στην ευρύτερη περιοχή της Οβρυάς, στην ευρύτερη περιοχή της Περιβόλας, ανατολικά της Β' Ανατολικομεσημβρινής ζώνης, στην ευρύτερη περιοχή των Άνω Μποζαϊτικών και πλησίον όλων των κόμβων της ευρείας παράκαμψης Πατρών, εικόνα που συνάδει απολύτως και με την ανάλυση των αλλαγών του πληθυσμού.

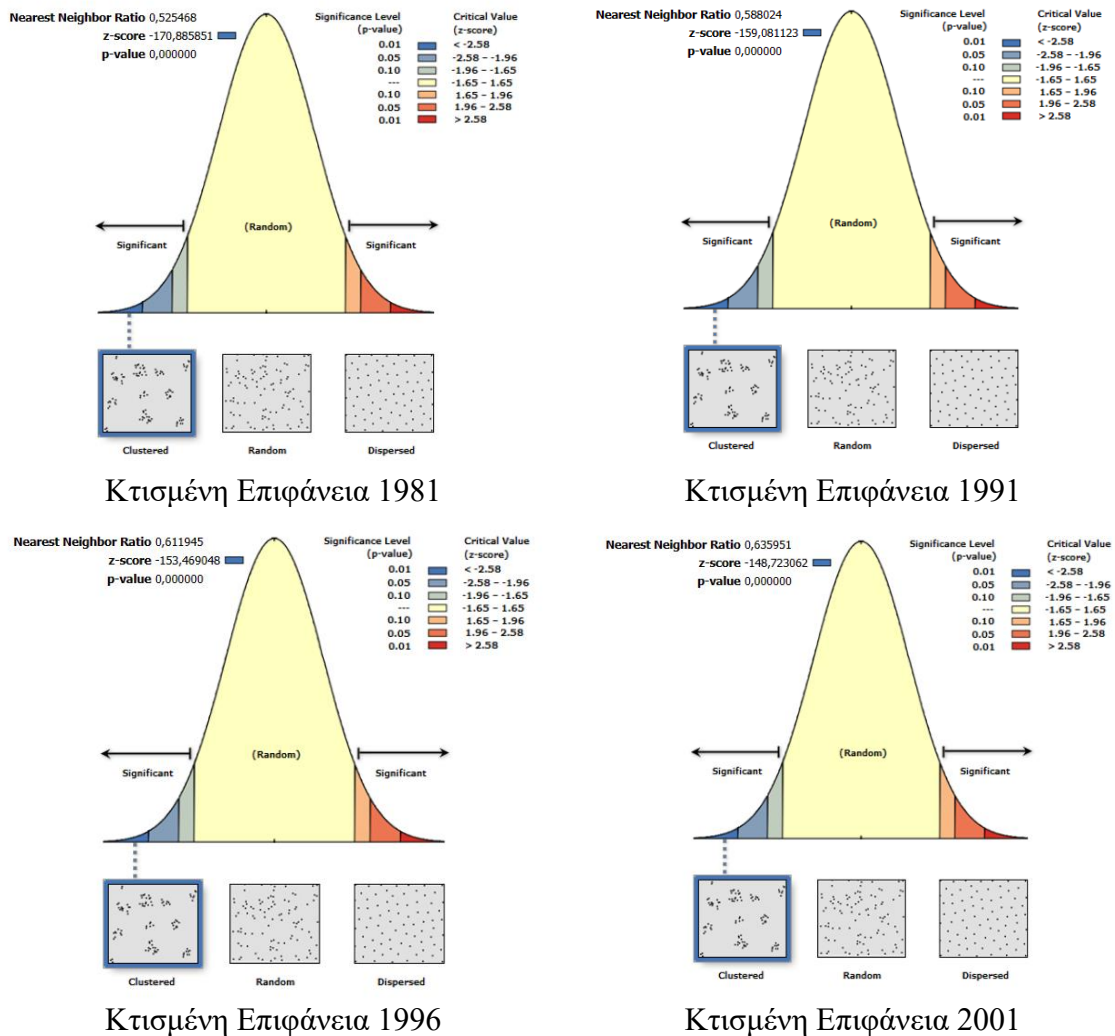
Οι βασικές τάσεις που παρατηρούνται στην περιοχή μελέτης περιλαμβάνουν την αύξηση της κτισμένης επιφάνειας σε περιοχές γύρω από την ευρύτερη περιοχή του κέντρου (παλαιό σχέδιο), την αστικοποίηση νέων περιοχών βόρεια, νότια και ανατολικά του κεντρικού πυρήνα και την διαρκή επέκταση των αστικών ορίων ακόμα και στις εκτός σχεδίου περιοχές. Θα πρέπει να τονιστεί ιδιαίτερα η δραματική αστική μεταμόρφωση που βιώνει η περιοχή μελέτης για το μελετώμενο διάστημα των τριαντατεσσάρων ετών με μια σαφή μετατόπιση από τις πυκνότερες, συγκεντρωμένες επιφάνειες σε περισσότερο διάσπαρτες και εκτεταμένες. Όλα τα παραπάνω

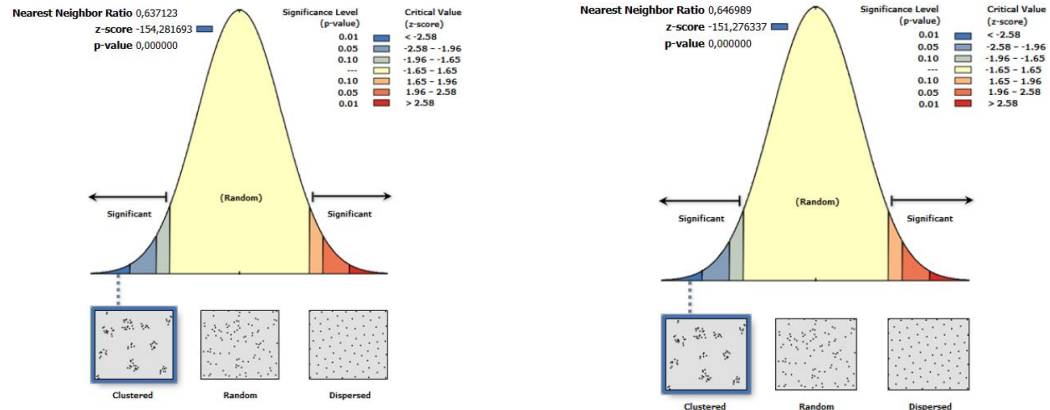
συνηγορούν με το φαινόμενο της αστικής διάχυσης το οποίο καθορίζει την περιοχή μελέτης.

### 11.2.2.2 Ανάλυση μέσης απόστασης από εγγύτερο γείτονα (Average Nearest Neighbor Analysis) κτισμένης επιφάνειας

Η ανάλυση μέσης απόστασης από εγγύτερο γείτονα (Average Nearest Neighbor Analysis - ANN) παρέχει πληροφορίες για τη χωρική διάταξη και πιο συγκεκριμένα για την κατανόηση του συνολικού προτύπου ομαδοποίησης ή διασποράς της κτισμένης επιφάνειας στα έτη αναφοράς. Η ανάλυση που ακολουθεί παρέχει πληροφορίες σχετικά με το εάν η διάταξη των δεδομένων είναι ομαδοποιημένη, τυχαία ή διεσπαρμένη από ότι θα αναμενόταν σε μια θεωρητική τυχαία κατανομή.

#### Σειρά Διαγραμμάτων 11.3: Χωρικό Πρότυπο Κατανομής κτισμένης επιφάνειας στα έτη αναφοράς





Κτισμένη Επιφάνεια 2008

Κτισμένη Επιφάνεια 2015

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Και στις έξι περιπτώσεις της κτισμένης επιφάνειας για τα έτη 1981, 1991, 1996, 2001, 2008 και 2015 το χωρικό πρότυπο εμφανίζεται ομαδοποιημένο (clustered). Πιο συγκεκριμένα, το έτος 1981 η τιμή της αναλογίας του πλησιέστερου γείτονα (NNR) είναι 0,525468 μικρότερη της μονάδας υποδεικνύοντας ομαδοποίηση. Η αρνητική τιμή του z-score και η πολύ χαμηλή τιμή του p-value καταδεικνύουν ότι η κτισμένη επιφάνεια το 1981 ήταν ομαδοποιημένη. Επίσης, το έτος 1991 η κτισμένη επιφάνεια εμφανίζεται ομαδοποιημένη. Η τιμή της αναλογίας του πλησιέστερου γείτονα (NNR) είναι 0,588024 ενώ η αρνητική τιμή του z-score και η πολύ χαμηλή τιμή του p-value επιβεβαιώνουν το πρότυπο της ομαδοποίησης. Το έτος 1996 η κτισμένη επιφάνεια παραμένει ομαδοποιημένη. Πιο συγκεκριμένα, η τιμή της αναλογίας του πλησιέστερου γείτονα (NNR) είναι 0,611945 μικρότερη της μονάδας υποδεικνύοντας ομαδοποίηση. Η αρνητική τιμή του z-score και η πολύ χαμηλή τιμή του p-value αποδεικνύουν το πρότυπο της ομαδοποίησης. Το έτος 2001 η κτισμένη επιφάνεια είναι ομαδοποιημένη. Η τιμή της αναλογίας του πλησιέστερου γείτονα (NNR) είναι 0,635951 μικρότερη της μονάδας. Η αρνητική τιμή του z-score και η πολύ χαμηλή τιμή του p-value ενισχύουν το πρότυπο της ομαδοποίησης. Και το έτος 2008 η κτισμένη επιφάνεια είναι ομαδοποιημένη. Η τιμή της αναλογίας του πλησιέστερου γείτονα (NNR) είναι 0,637123 μικρότερη της μονάδας. Η αρνητική τιμή του z-score και η πολύ χαμηλή τιμή του p-value ενισχύουν το πρότυπο της ομαδοποίησης. Τέλος, το 2015 η κτισμένη επιφάνεια παραμένει ομαδοποιημένη. Η τιμή της αναλογίας του πλησιέστερου γείτονα (NNR) είναι 0,646989 μικρότερη της μονάδας υποδεικνύοντας ομαδοποίηση. Η αρνητική τιμή του z-score και η πολύ χαμηλή τιμή του p-value επιβεβαιώνουν το πρότυπο της ομαδοποίησης

Από το 1981 έως το 2015 η τιμή της αναλογίας του πλησιέστερου γείτονα (NNR) αυξάνει, υποδηλώνοντας ότι η κτισμένη επιφάνεια γίνεται όλο και πιο διασκορπισμένη με την πάροδο των ετών καθώς η απόσταση μεταξύ της κτισμένης επιφάνειας αυξάνεται. Το παραπάνω αποτελεί αποτέλεσμα της αστικής διάχυσης και της αύξησης της κτισμένης επιφάνειας προς τα έξω και μακρύτερα από το αστικό κέντρο της περιοχής μελέτης. Το μειούμενο μέγεθος του αρνητικού z-score δεικνύει ότι οι κατοικημένες περιοχές οργανώνονται σταδιακά με πιο συστηματικό τρόπο ή ότι καθώς

αναπτύσσονται οι προαστικές περιοχές, νέοι πυρήνες αναδεικνύονται έξω από τον αρχικό αστικό πυρήνα.

### 11.2.2.3 Συνάρτηση K (Ripley's K function) κτισμένης επιφάνειας

Προκειμένου να διερευνηθεί εάν η κτισμένη επιφάνεια είναι ομαδοποιημένη σε ορισμένες αποστάσεις και αν υπάρχουν συγκεκριμένες αποστάσεις στις οποίες το πρότυπο αλλάζει, γίνεται χρήση της συνάρτησης K (Ripley's K function).

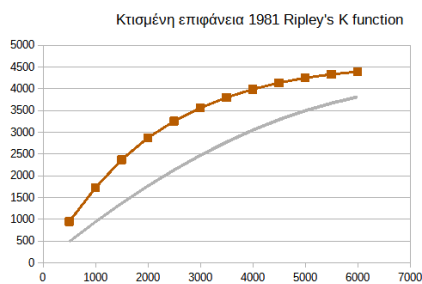
<i>Πίνακας 11.2: Συνάρτηση K για την κτισμένη επιφάνεια στα έτη αναφοράς</i>					
	Distance	L(d)	Diff	Min L(d)	Max L(d)
1981	500	945,73	445,73	484,77	486,28
	1000	1724,07	724,07	940,24	943,67
	1500	2371,88	871,88	1365,98	1371,91
	2000	2872,51	872,51	1762,08	1770,48
	2500	3255,89	755,89	2128,17	2139,31
	3000	3558,81	558,81	2463,92	2477,4
	3500	3800,1	300,1	2768,43	2783,7
	4000	3989,55	-10,45	3041,28	3057,58
	4500	4136,74	-363,26	3281,65	3298,42
	5000	4248,62	-751,38	3488,38	3505,17
	5500	4331,27	-1168,73	3660,19	3677,06
	6000	4391,58	-1608,42	3803,58	3820,47
1991	500	872,13	372,13	485,31	486,34
	1000	1601,15	601,15	942,06	944,15
	1500	2217,36	717,36	1369,16	1372,48
	2000	2707,96	707,96	1767,11	1771,21
	2500	3096,49	596,49	2134,73	2139,87
	3000	3413,76	413,76	2471,7	2477,59
	3500	3673,33	173,33	2777,56	2784,1
	4000	3882,99	-117,01	3051,64	3058,23
	4500	4050,02	-449,98	3292,52	3299,19
	5000	4179,89	-820,11	3499,64	3506,19
	5500	4277,87	-1222,13	3671,73	3678,47
	6000	4352,02	-1647,98	3815,43	3822,29
1996	500	854,27	354,27	485,44	486,24
	1000	1570,77	570,77	941,29	944,06
	1500	2177,62	677,62	1367,74	1372,31
	2000	2663,91	663,91	1764,91	1771,16
	2500	3052,09	552,09	2132,35	2139,8
	3000	3371,21	371,21	2469,22	2477,87
	3500	3633,56	133,56	2774,84	2784,55
	4000	3845,99	-154,01	3048,79	3059,33
	4500	4015,74	-484,26	3290,45	3301,36
	5000	4148,27	-851,73	3497,41	3509,08
	5500	4249,8	-1250,2	3669,42	3681,91
	6000	4328,57	-1671,43	3813,43	3826,16
2001	500	839,4	339,4	485,16	486,01
	1000	1547,03	547,03	941,58	943,54

	1500	2148,23	648,23	1368,38	1372,93
	2000	2632,69	632,69	1765,41	1772,98
	2500	3022,26	522,26	2133,09	2142,97
	3000	3344,51	344,51	2470,95	2482,13
	3500	3610,94	110,94	2777,89	2789,43
	4000	3828,04	-171,96	3052,8	3064,3
	4500	4003,25	-496,75	3294,28	3305,95
	5000	4140,88	-859,12	3501,89	3514,24
	5500	4246,26	-1253,74	3675	3688,1
	6000	4327,84	-1672,16	3819,78	3833,01
2008	500	807,39	307,39	485,18	486,29
	1000	1488,24	488,24	941,43	943,33
	1500	2071,46	571,46	1368,8	1371
	2000	2548,72	548,72	1766,67	1769,48
	2500	2939,01	439,01	2134,27	2137,87
	3000	3265,75	265,75	2471,87	2475,63
	3500	3538,3	38,3	2778,89	2782,22
	4000	3763,46	-236,54	3053,28	3057,75
	4500	3946,99	-553,01	3295,08	3300,52
	5000	4092,37	-907,63	3503,26	3509,39
	5500	4204,51	-1295,49	3676,67	3683,27
	6000	4292,56	-1707,44	3821,6	3828,05
2015	500	800,32	300,32	485,28	486,24
	1000	1476,25	476,25	941,79	944,03
	1500	2056,48	556,48	1368,44	1372,33
	2000	2532,71	532,71	1765,82	1770,63
	2500	2923,35	423,35	2133,14	2138,81
	3000	3251,37	251,37	2470,33	2477,4
	3500	3525,3	25,3	2776,09	2784,29
	4000	3751,92	-248,08	3050,3	3058,87
	4500	3936,86	-563,14	3292,02	3300,66
	5000	4083,55	-916,45	3500,04	3509,51
	5500	4197,08	-1302,92	3673,63	3683,97
	6000	4286,51	-1713,49	3818,69	3829,37

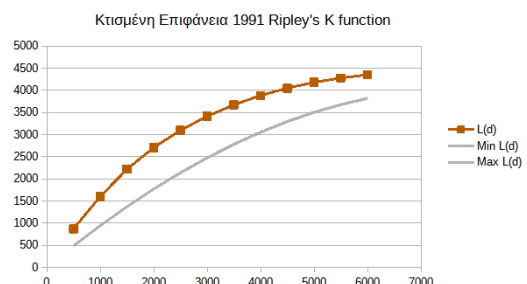
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Τα διαγράμματα της συνάρτησης K (Ripley's K function) παρατίθενται παρακάτω.

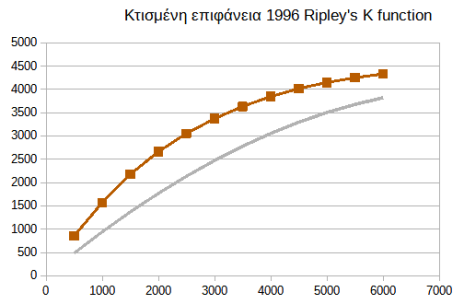
#### Σειρά Διαγραμμάτων 11.4: Συνάρτηση K κτισμένης επιφάνειας στα έτη αναφοράς



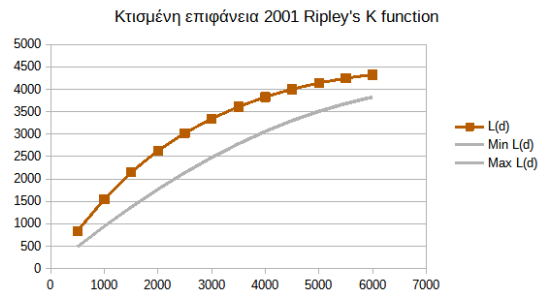
Κτισμένη επιφάνεια 1981



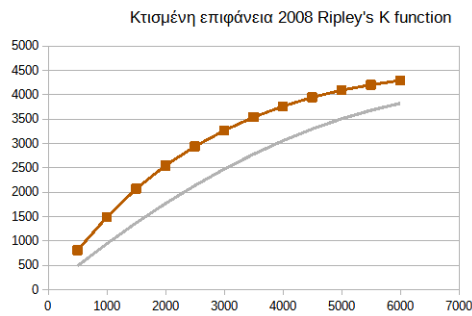
Κτισμένη επιφάνεια 1991



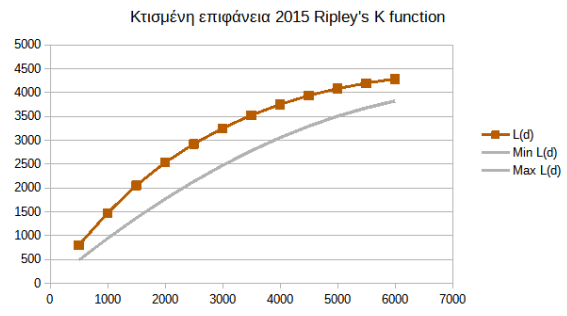
Κτισμένη επιφάνεια 1996



Κτισμένη επιφάνεια 2001



Κτισμένη επιφάνεια 2008



Κτισμένη επιφάνεια 2015

Πηγή: Ιδία επεξεργασία.

1981: Οι τιμές  $L(d)$  βρίσκονται πάνω από το ανώτερο όριο εμπιστοσύνης, που σημαίνει ότι η κτισμένη επιφάνεια παρουσιάζει ένα πρότυπο ομαδοποίησης. Η θετική διαφορά μέχρι τα 3500μ. υποδηλώνει ομαδοποιημένη κατανομή μέχρι εκείνες τις αποστάσεις, ενώ από τα 4000μ. μέχρι τα 6000μ. το πρότυπο γίνεται περισσότερο διάσπαρτο.

1991: Η εικόνα είναι ίδια και για το 1991. Υπάρχει το ομαδοποιημένο πρότυπο σε όλες τις αποστάσεις, αλλά από τα 4000μ. και άνω το πρότυπο γίνεται περισσότερο διάσπαρτο.

1996: Η τάση της ομαδοποίησης σε μικρότερες αποστάσεις παραμένει, όπως υποδεικνύεται από τις τιμές  $L(d)$  πάνω από το ανώτερο όριο εμπιστοσύνης. Οι τιμές  $L(d)$  παραμένουν πάνω από τα όρια εμπιστοσύνης σε όλες τις αποστάσεις ενώ από τα 4000μ. το πρότυπο γίνεται περισσότερο διάσπαρτο.

2001: Με μικρές διαφορές από το 1996 και το έτος 2001. Οι τιμές  $L(d)$  βρίσκονται πάνω από το ανώτερο όριο εμπιστοσύνης σε όλες τις αποστάσεις, γεγονός που υποδηλώνει ότι ενώ υπάρχει κάποια διασπορά από τα 4000μ. και πάνω, η κτισμένη επιφάνεια εξακολουθεί να παρουσιάζει ένα πρότυπο ομαδοποίησης.

2008: Παρόμοια με το διάγραμμα του 2001, το παρατηρούμενο  $L(d)$  συνεχίζει να βρίσκεται πάνω από το ανώτερο όριο εμπιστοσύνης για μικρότερες αποστάσεις, δείχνοντας ομαδοποίηση ενώ από τα 4000μ. εμφανίζεται περισσότερο διάσπαρτο.

2015: Το παρατηρούμενο  $L(d)$  συνεχίζει να βρίσκεται πάνω από το ανώτερο όριο εμπιστοσύνης για μικρότερες αποστάσεις, δείχνοντας ομαδοποίηση ενώ εμφανίζεται από τα 4000μ. και άνω περισσότερο διάσπαρτο.

Η συνολική τάση κατά την διάρκεια των τριαντατεσσάρων ετών δείχνει εξέλιξη στο αστικό τοπίο. Παρατηρείται μια σταδιακή μείωση της μέσης τιμής  $L(d)$  από το 1981 έως το 2015. Αυτό υποδηλώνει μια αλλαγή στο χωρικό πρότυπο των κατοικημένων περιοχών κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου. Η εικόνα ομαδοποίησης που παρουσιάζεται σε όλες τις αποστάσεις δείχνει ότι οι δομημένες περιοχές έχουν μια ισχυρή τάση να ομαδοποιούνται ανεξάρτητα από την κλίμακα ανάλυσης. Με τα χρόνια, τα δεδομένα δείχνουν σταθερά μια τάση τα σημεία να συγκεντρώνονται σε μικρότερες αποστάσεις μέχρι τα 4000μ. και στη συνέχεια να μεταβαίνουν σταδιακά σε μια πιο διασκορπισμένη ή τυχαία κατανομή σε μεγαλύτερες αποστάσεις. Το παραπάνω είναι ενδεικτικό της αστικής διάχυσης στην περιοχή μελέτης καθώς η εκτεταμένη και προς τα έξω κτισμένη επιφάνεια μειώνει το βαθμό ομαδοποίησης όσο η απόσταση αυξάνεται.

Οι αρνητικές διαφορές σε μεγαλύτερες αποστάσεις, αυξανόμενες με την πάροδο των ετών, υποδηλώνουν ότι η περιοχή βιώνει ένα περισσότερο διασκορπισμένο πρότυπο ανάπτυξης καθώς επεκτείνεται. Αυτό θα μπορούσε να οφείλεται στη δημιουργία νέων κτισμάτων μακριά από τις ήδη κατοικημένες περιοχές συμβάλλοντας στην αστική διάχυση.

### 11.2.3 Πυκνότητα οδικού δικτύου

Η πυκνότητα του οδικού δικτύου αποτελεί κρίσιμη μέτρηση που παρέχει πληροφορίες σχετικά με το επίπεδο αστικοποίησης και προσβασιμότητας σε μια περιοχή. Η υψηλή πυκνότητα του οδικού δικτύου σχετίζεται επίσης με αστικές περιοχές και περιοχές οικονομικής και εμπορικής δραστηριότητας (Smith, 1986). Η πυκνότητα του οδικού δικτύου σχετίζεται επίσης άμεσα με την προσβασιμότητα και την συνδεσιμότητα. Οι περιοχές με καλά συνδεδεμένα οδικά δίκτυα τείνουν να έχουν καλύτερη προσβασιμότητα, διευκολύνοντας την κυκλοφορία ανθρώπων και αγαθών.

Ως πυκνότητα του οδικού δικτύου θεωρείται ο λόγος του συνολικού μήκους του οδικού δικτύου εντός μιας περιοχής προς το εμβαδόν της περιοχής και εκφράζεται με τη σχέση:

$$D_i = \frac{L_i}{A_i}$$

Όπου:  $i=1,2,\dots,n$  οι περιοχές μέτρησης της πυκνότητας

$D_i$  = η πυκνότητα του οδικού δικτύου στην περιοχή  $i$  σε  $m/m^2$

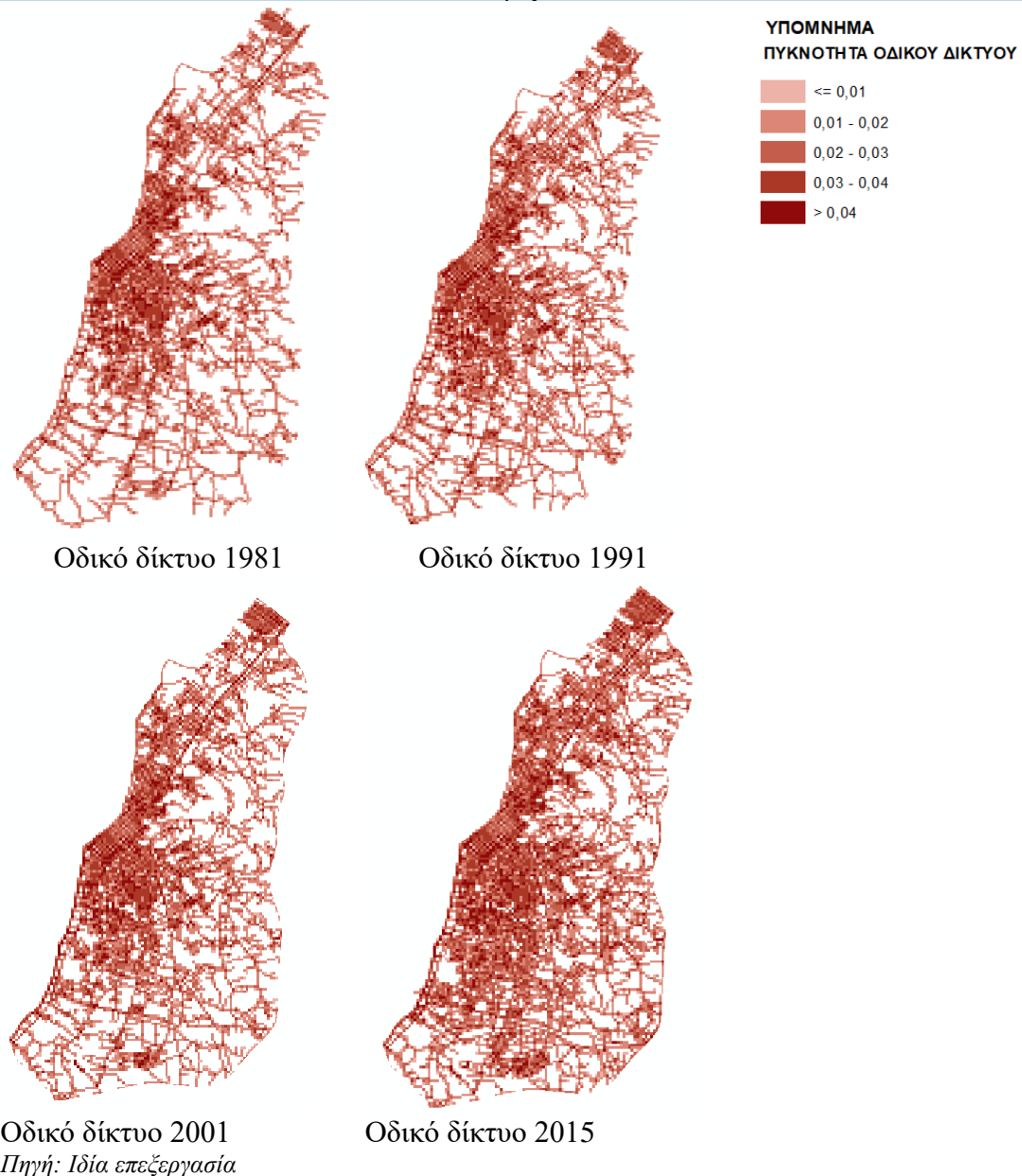
$L_i$  = το συνολικό μήκος του οδικού δικτύου στην περιοχή  $i$

$A_i$  = το εμβαδόν της περιοχής  $i$

Προκειμένου να είναι συγκρίσιμα τα μεγέθη της πυκνότητας του οδικού δικτύου με άλλες μετρήσεις, χρησιμοποιήθηκαν οι κλίμακες 60X60μ. και 420X420μ. προσφέροντας την δυνατότητα να απεικονιστούν οι τοπικές διακυμάνσεις της πυκνότητας αλλά και μια ευρύτερη, μακροσκοπική απεικόνιση της πυκνότητας του οδικού δικτύου στα έτη αναφοράς. Το μέτρο της πυκνότητας παρέχει ένα αποτελεσματικό μέσο αποτύπωσης του πραγματοποιημένου οδικού δικτύου

διευκολύνοντας την κατανόηση των προτύπων της ανάπτυξης/διεύρυνσης της μεταφορικής υποδομής, της μεταβολής του δικτύου σε περιοχές αστικής διάχυσης και της χωρικής δυναμικής της οδικής ανάπτυξης.

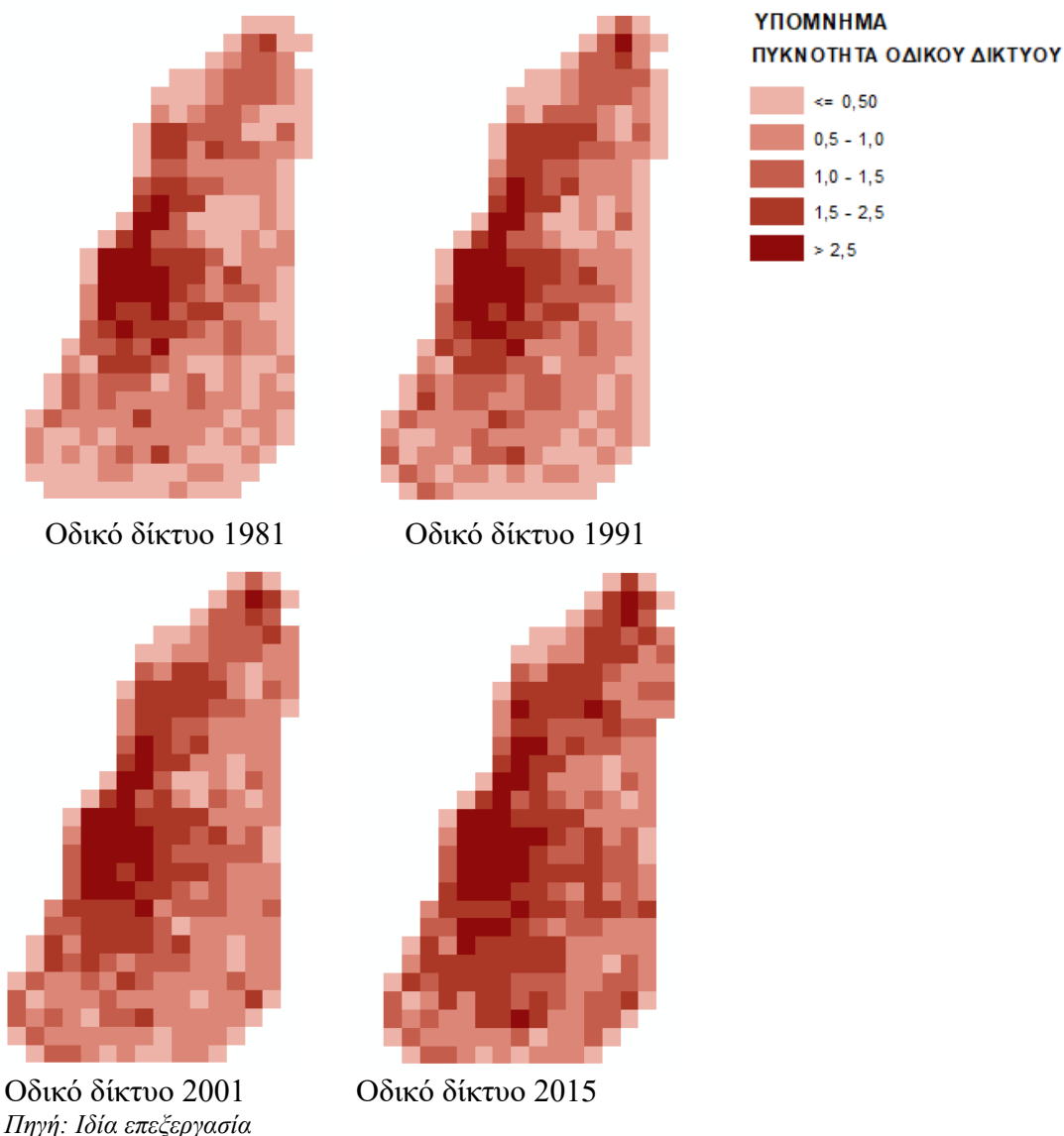
**Σειρά Χαρτών 11.10: Πυκνότητα οδικού δικτύου στον κάναβο 60X60 ανά έτος αναφοράς**



Στη συνέχεια ακολουθούν οι χάρτες πυκνότητας οδικού δικτύου στον κάναβο 420X420μ.



**Σειρά Χαρτών 11.11: Πυκνότητα οδικού δικτύου στον κανάβο 420X420 ανά έτος αναφοράς**



Η ανάλυση που ακολουθεί λαμβάνει υπόψη τα αποτελέσματα της απόδοσης της πυκνότητας του πραγματοποιημένου οδικού δικτύου και στους δύο κανάβους.

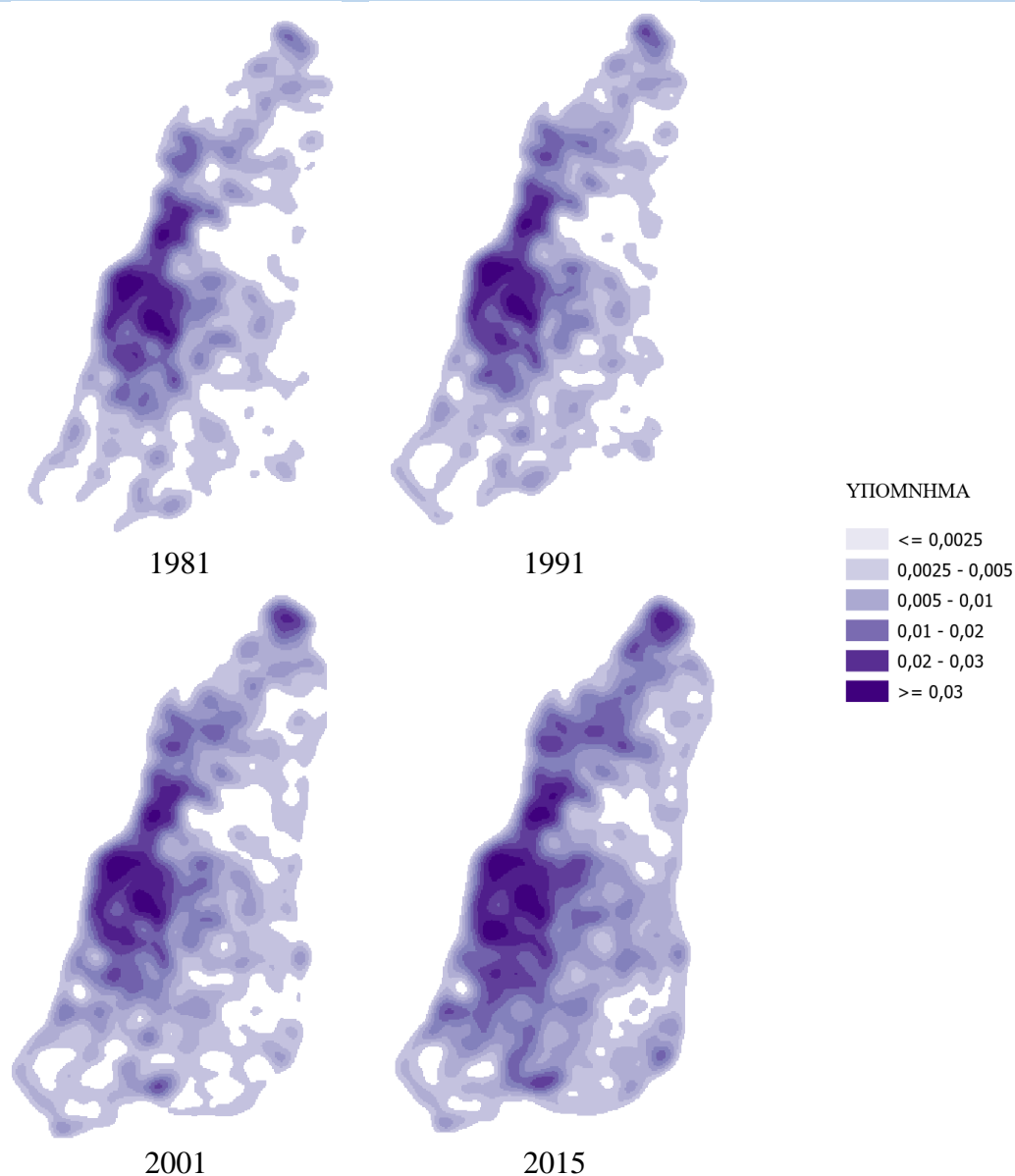
Το πραγματοποιημένο οδικό δίκτυο το 1981 καταλαμβάνει κυρίως την περιοχή του κέντρου ενώ είναι αραιότερο στις βόρειες, νότιες και ανατολικές περιοχές, ενώ από το 1991 ξεκινά η πυκνωσή του τόσο στις βόρειες περιοχές (Αγυιά, Έξω Αγυιά, Προάστειο, Καστελλόκαμπος) όσο και στις νοτιοανατολικές. Από το 2001 και εξής, παρουσιάζεται αύξηση στο πραγματοποιημένο δίκτυο των νοτίων και νοτιοανατολικών περιοχών ενώ το 2015 έχουν τεθεί σε πλήρη λειτουργία οι κλάδοι της Ευρείας Παράκαμψης Πατρών ενισχύοντας περισσότερο τη ζώνη αυτή με τη λειτουργία των κόμβων 4 της Εγλυκάδας (Εγλυκάδα, Γηροκομείο, Ριγανόκαμπος, Ρωμανού, Λάγγουρας, Κουκούλι, Ψαροφάι, Νοσοκομείο, Πράτσικα, Ζαρουχλέικα, Νέος Λιμένας Πάτρας) και 5 του Γλαύκου (Αυτοκινητόδρομος 581: Νέος Λιμένας Πατρών, Κρύα

Ιτέων, Πάτρα (κατάληξη) / Περιβόλα, Πετρωτό, Κουκούλι, Σαραβάλι, Νέο Σούλι, Μπεγουλάκι, Μακρυγιάννη, Δεμένικα, Λεύκα, Ιτιές).

### 11.2.3.1 Πυκνότητα πυρήνα (Kernel density) οδικού δικτύου

Η πυκνότητα πυρήνα οπτικοποιεί την συγκέντρωση ή την κατανομή του οδικού δικτύου παρέχοντας πληροφορίες για την ένταση αλλά και το μοτίβο της μεταφορικής υποδομής. Η ανάλυση πυκνότητας πυρήνα προσφέρει μια συνεχόμενη επιφάνεια ανάλυσης ενώ επιπλέον εμφανίζει μεγαλύτερη ευαισθησία στις αλλαγές. Οι χάρτες που προκύπτουν για κάθε έτος αναφοράς επισημαίνουν περιοχές συγκεντρώσεων βοηθώντας στον εντοπισμό των περιοχών με έντονη οδική ανάπτυξη. Στην ανάλυση που ακολουθεί το μέγεθος κελιού επιλέχθη να είναι 30X30

**Σειρά Χαρτών 11.12: Πυκνότητα Πυρήνα οδικού δικτύου ανά έτος αναφοράς**



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Το 1981 ο πυκνός κορμός του οδικού δικτύου βρισκόταν συγκεντρωμένος στο παλαιό σχέδιο πόλης. Στο βόρειο τμήμα το οποίο είναι περισσότερο αναπτυγμένο, ξεχωρίζει το δίκτυο της Αγυιάς, της ΝΕΟ Πατρών-Κορίνθου και της περιοχής του Καστελλόκαμπου. Στις ανατολικές περιοχές μεσαίες συγκεντρώσεις απαντώνται στην Α' Ανατολικομεσημβρινή και Β' Ανατολικομεσημβρινή ζώνη κατά μήκος του οδικού άξονα της Παρασκευοπούλου. Στο νότιο τμήμα, διαφαίνονται εμφανώς ο παραθαλάσσιος οδικός άξονας της Ακτής Δυμαίων, η οδός Ευβοίας και η οδός Ακρωτηρίου ενώ ανατολικά φαίνεται ο άξονας της Πατρών-Κλάους με τους γύρω δρόμους. Συμπερασματικά, στις περιοχές εκτός του κέντρου παρατηρούνται συγκεντρώσεις κατά μήκος των κύριων αρτηριών εκείνης της περιόδου με εμφανή τον άξονα βορράς-νότου.

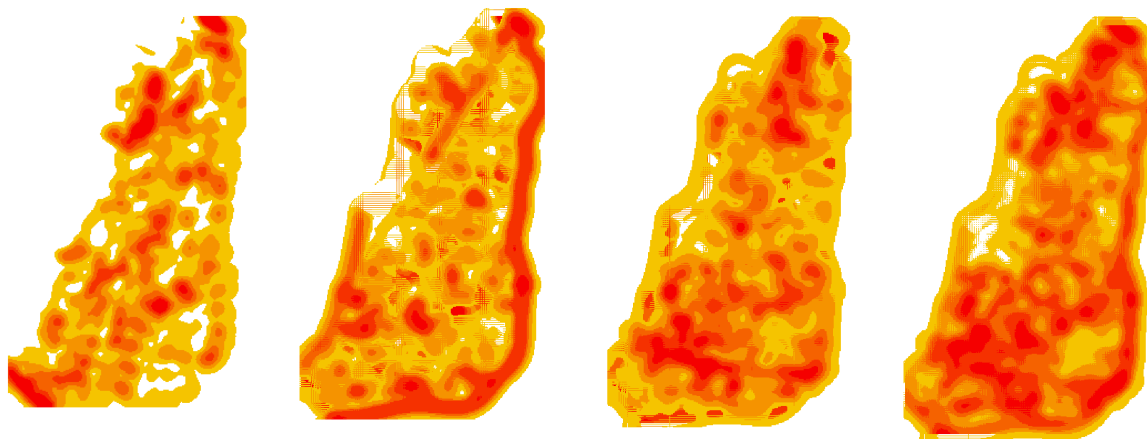
Το 1991 παρατηρείται πύκνωση του οδικού δικτύου στην βόρεια περιοχή. Η Ανθούπολη, η έξω Αγυιά και το Κοτρώνι εμφανίζονται με μεσαία πύκνωση, ενώ οι ανατολικές περιοχές Α' Ανατολικομεσημβρινή και Β' Ανατολικομεσημβρινή ενισχύονται περαιτέρω. Στο νότιο τμήμα η περιοχή των Ζαρουχλείκων εμφανίζεται πυκνότερη μαζί με την περιοχή του Ψαροφαϊού. Πυκνώνουν επίσης οι περιοχές των Δεμένικων και εμφανίζεται ο οδικός άξονας Καλαβρύτων, στα όρια με τη δημοτική ενότητα Παραλίας.

Το 2001 το οδικό δίκτυο πλησίον της ευρείας παράκαμψης πυκνώνει, καθώς υλοποιούνται νέες συνδέσεις του δικτύου που εξυπηρετούν νέες κτισμένες επιφάνειες στα ανατολικά. Πυκνώσεις παρατηρούνται επίσης στα νότια, στην περιοχή της Οβρυάς με διεύρυνση των αξόνων εκατέρωθεν της οδού Ευβοίας, την εμφάνιση και του άξονα Α. Παπανδρέου στα όρια της περιοχής μελέτης, περαιτέρω πύκνωση της περιοχής των Δεμένικων και περίξ αυτών ενώ επίσης εμφανίζεται σαφώς η οδός Αριστοτέλους που συνδέει την Περιβόλα με το Μπεγουλάκι και το Ψαροφάι.

Τέλος, το 2015 η λειτουργία της ευρείας παράκαμψης και αρκετών από τους κόμβους της έχει διασυνδέσει σχεδόν το σύνολο της περιοχής μελέτης δημιουργώντας τις αντίστοιχες πυκνώσεις. Ξεχωρίζει λευκή η περιοχή του Δασυλλίου, μέρος του Ρηγανόκαμπου στα βόρεια, η ευρύτερη περιοχή των διυλιστηρίων νερού της ΔΕΥΑΠ στα ανατολικά και η ευρύτερη περιοχή του πρώην εργοστασίου της Pirelli στα νότια.

Στη συνέχεια ανιχνεύονται οι αλλαγές στην πυκνότητα πυρήνα μεταξύ των ετών αναφοράς. Η ανίχνευση αλλαγών παρέχει σημαντικές πληροφορίες για το πως η χωρική κατανομή του οδικού δικτύου έχει εξελιχθεί με την πάροδο του χρόνου. Οι αλλαγές στην πυκνότητα πυρήνα παρουσιάζονται στους παρακάτω χάρτες. Λευκές επιφάνειες χαρακτηρίζουν περιοχές στις οποίες δεν παρατηρήθηκαν αλλαγές στο μελετώμενο χρονικό διάστημα, ενώ η ένταση του χρώματος καταδεικνύει σημαντικές αλλαγές.

**Σειρά Χαρτών 11.13: Αλλαγές στην Πυκνότητα Πυρήνα του οδικού δικτύου**



1981-1991

1991-2001

2001-2015

1981-2015

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Την δεκαετία 1981-1991 οι αλλαγές είναι εντονότερες στο βόρειο τμήμα, στις περιοχές της Αγυιάς, της Έξω Αγυιάς και του Καστελλόκαμπου αλλά και στις ανατολικές περιοχές πλησίον του κεντρικού πυρήνα και συγκεκριμένα στην Α' και Β' Ανατολικομεσημβρινή. Αλλαγές παρατηρούνται στο νότιο τμήμα στα Ζαρουχλέρικα και ιδίως στο Ψαροφάι και στα όρια με τη δημοτική ενότητα Παραλίας.

Την δεκαετία 1991-2001 η αλλαγή είναι εμφανής σε όλο το μήκος της ευρείας παράκαμψης και των συνδέσεων της των οποίων η χάραξη έχει υλοποιηθεί (αλλά δεν έχει ξεκινήσει η πλήρης λειτουργία). Αλλαγές παρατηρούνται στα βόρεια εκατέρωθεν της ΝΕΟ Αθηνών-Πατρών και στον νέο άξονα της οδού Κανελλοπούλου αλλά και στον Καστελλόκαμπο. Στα νότια έντονες αλλαγές παρατηρούνται στην περιοχή των Ιτέων (κόμβοι για το νέο λιμάνι), στο Ψαροφάι, στην Οβρυά και στα Δεμένικα.

Την περίοδο 2001-2015 οι έντονες αλλαγές στο βόρειο τμήμα αφορούν την επέκταση Συχαιών (Κάτω Συχαινά) και την περιοχή του Αγ. Παντελεήμονα, στα ανατολικά την επέκταση Γηροκομείο, στα νότια την επέκταση Κρύα Ιτέων και επέκταση ΒΙΟΠΑ ενώ έντονα ενισχύεται όλη η ζώνη εκατέρωθεν των παραγλαύκιων αξόνων, από το νέο λιμάνι μέχρι τον κόμβο της Περιβόλας.

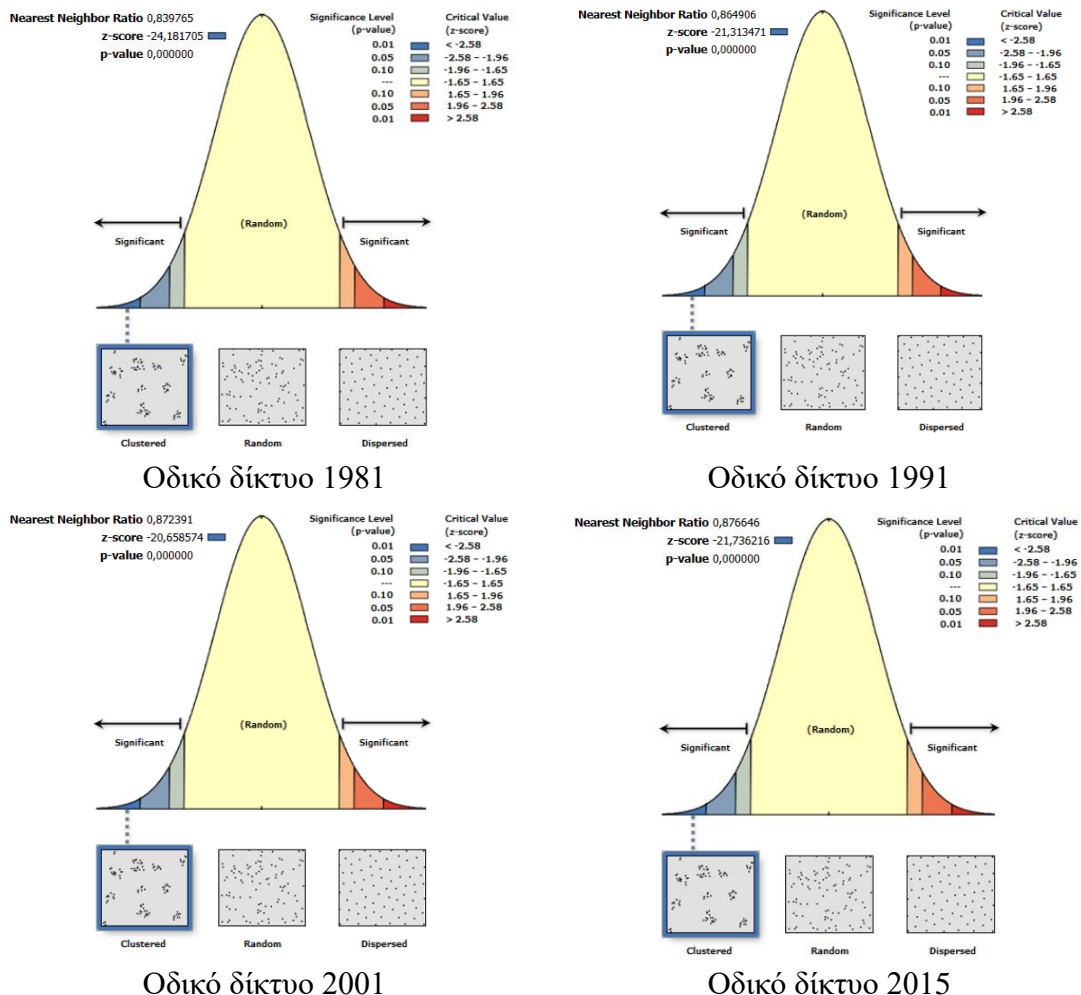
Την περίοδο μελέτης από το 1981 έως το 2015 το οδικό δίκτυο πυκνώνει σε όλες τις περιοχές των επεκτάσεων του σχεδίου πόλης. Ιδιαίτερα έντονες είναι οι αλλαγές στις βόρειες περιοχές της Αγυιάς, Έξω Αγυιάς, Αγ. Παντελεήμονα, Καστελλόκαμπου, Κοτρωνίου και Κάτω Συχαιών, στις κεντρικές περιοχές της Α' και Β' Ανατολικομεσημβρινής ζώνης, στις νότιες περιοχές των Ζαρουχλέρικων, Ψαροφαιίου, Κρύα Ιτέων, Μπεγουλακίου, Οβρυάς, Δεμένικων, επέκτασης ΒΙΟΠΑ και εκατέρωθεν των παραγλαύκιων αξόνων και ανατολικά στην περιοχή της Περιβόλας. Στις ανατολικές περιοχές ξεχωρίζει ο άξονας της ευρείας παράκαμψης Πατρών και οι κόμβοι σύνδεσης. Στις εκτός σχεδίου περιοχές, αλλαγές παρατηρούνται στην ευρύτερη περιοχή της Οβρυάς, στην ευρύτερη περιοχή της Περιβόλας, ανατολικά της Β'

Ανατοlikομεσημβρινής ζώνης, ανατολικά της επέκτασης Ζαβλανίου και στην ευρύτερη περιοχή των Άνω Μποζαϊτικών.

### 11.2.3.2 Ανάλυση μέσης απόστασης από εγγύτερο γείτονα (Average Nearest Neighbor Analysis) οδικού δικτύου

Η ανάλυση μέσης απόστασης από εγγύτερο γείτονα (Average Nearest Neighbor Analysis - ANN) παρέχει πληροφορίες για τη χωρική διάταξη και πιο συγκεκριμένα για την κατανόηση του συνολικού προτύπου ομαδοποίησης ή διασποράς του οδικού δικτύου στα έτη αναφοράς. Η ανάλυση που ακολουθεί παρέχει πληροφορίες σχετικά με το εάν η διάταξη των δεδομένων είναι ομαδοποιημένη, τυχαία ή διεσπαρμένη από ότι θα αναμενόταν σε μια θεωρητική τυχαία κατανομή.

#### Σειρά Διαγραμμάτων 11.5: Χωρικό Πρότυπο Κατανομής οδικού δικτύου στα έτη αναφοράς



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Και στις τέσσερις περιπτώσεις του οδικού δικτύου για τα έτη 1981,1991,2001 και 2015 το χωρικό πρότυπο εμφανίζεται ομαδοποιημένο (clustered). Πιο συγκεκριμένα, το έτος 1981 η τιμή της αναλογίας του πλησιέστερου γείτονα (NNR) είναι 0,839765,

μικρότερη της μονάδας υποδεικνύοντας ομαδοποίηση. Η αρνητική τιμή του z-score και η πολύ χαμηλή τιμή του p-value καταδεικνύουν ότι το οδικό δίκτυο το 1981 ήταν ομαδοποιημένο. Παρόμοια με το 1981, το οδικό δίκτυο για το έτος 1991 εμφανίζεται ομαδοποιημένο. Η τιμή της αναλογίας του πλησιέστερου γείτονα (NNR) είναι 0,864906 ενώ οι αρνητική τιμή του z-score και η πολύ χαμηλή τιμή του p-value επιβεβαιώνουν το πρότυπο της ομαδοποίησης. Το 2001 η εικόνα δεν αλλάζει. Η τιμή της αναλογίας του πλησιέστερου γείτονα (NNR) είναι 0,872391, μικρότερη της μονάδας υποδεικνύοντας ομαδοποίηση. Η αρνητική τιμή του z-score και η πολύ χαμηλή τιμή του p-value ενισχύουν το πρότυπο της ομαδοποίησης. Τέλος, το 2015 το οδικό δίκτυο εμφανίζεται ομαδοποιημένο. Η τιμή της αναλογίας του πλησιέστερου γείτονα (NNR) είναι 0,876646, μικρότερη της μονάδας υποδεικνύοντας ομαδοποίηση. Η αρνητική τιμή του z-score και η πολύ χαμηλή τιμή του p-value επιβεβαιώνουν το πρότυπο της ομαδοποίησης

Συνολικά, το οδικό δίκτυο της περιοχής μελέτης δείχνει μια σαφή τάση ομαδοποιημένης ανάπτυξης. Η αυξανόμενη τιμή της αναλογίας του πλησιέστερου γείτονα (NNR) δείχνει ότι το οδικό δίκτυο επεκτείνεται ως συνέχεια της εξάπλωσης της κτισμένης επιφάνειας. Το παραπάνω είναι ενδεικτικό της αστικής διάχυσης. Η ελαφρά αύξηση στις αρνητικές τιμές του z-score το έτος 2015 οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η ανάπτυξη του οδικού δικτύου επικεντρώθηκε το διάστημα 2001-2015 στις πιο διασπαρμένες περιοχές της περιοχής μελέτης. Γενικά οι τάσεις δείχνουν ότι το οδικό δίκτυο έχει μια ισχυρή χωρική δομή, η οποία έχει προσαρμοστεί ώστε να συνδέει τις περισσότερες διάσπαρτες περιοχές με αποτέλεσμα τη σταδιακή αλλά δομημένη επέκταση που φαίνεται στα δεδομένα. ως απόρροια της αστικής διάχυσης

### 11.2.3.3 Συνάρτηση K (Ripley's K function) οδικού δικτύου

Προκειμένου να διερευνηθεί εάν το οδικό δίκτυο εμφανίζεται ομαδοποιημένο σε ορισμένες αποστάσεις και αν υπάρχουν συγκεκριμένες αποστάσεις στις οποίες το πρότυπο αλλάζει, γίνεται χρήση της συνάρτησης K (Ripley's K function).

**Πίνακας 11.3: Συνάρτηση K για το οδικό δίκτυο στα έτη αναφοράς**

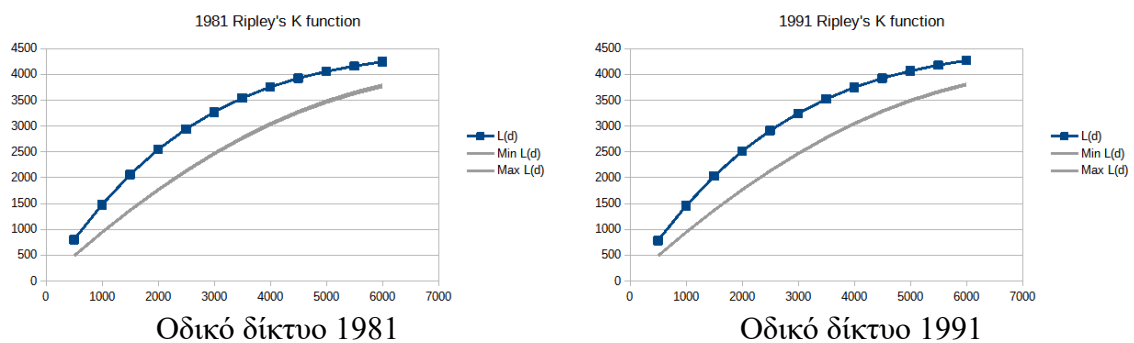
	Distance	L(d)	Diff	Min L(d)	Max L(d)
1981	500	799,88	299,88	483,53	486,88
	1000	1477,30	477,30	938,39	944,83
	1500	2061,32	561,32	1364,02	1373,47
	2000	2545,89	545,89	1758,11	1771,58
	2500	2943,19	443,19	2122,03	2140,22
	3000	3271,24	271,24	2456,1	2476,38
	3500	3540,17	40,17	2757,05	2778,04
	4000	3756,12	-243,88	3023,73	3048,36
	4500	3925,16	-574,84	3256,06	3286,78
	5000	4056,31	-943,69	3454,75	3490,21
1991	500	783,95	283,95	484,86	487,36
	1000	1453,95	453,95	940,63	944,32
	1500	2061,32	561,32	1364,02	1373,47
	2000	2545,89	545,89	1758,11	1771,58
	2500	2943,19	443,19	2122,03	2140,22
	3000	3271,24	271,24	2456,1	2476,38
	3500	3540,17	40,17	2757,05	2778,04
	4000	3756,12	-243,88	3023,73	3048,36
	4500	3925,16	-574,84	3256,06	3286,78
	5000	4056,31	-943,69	3454,75	3490,21

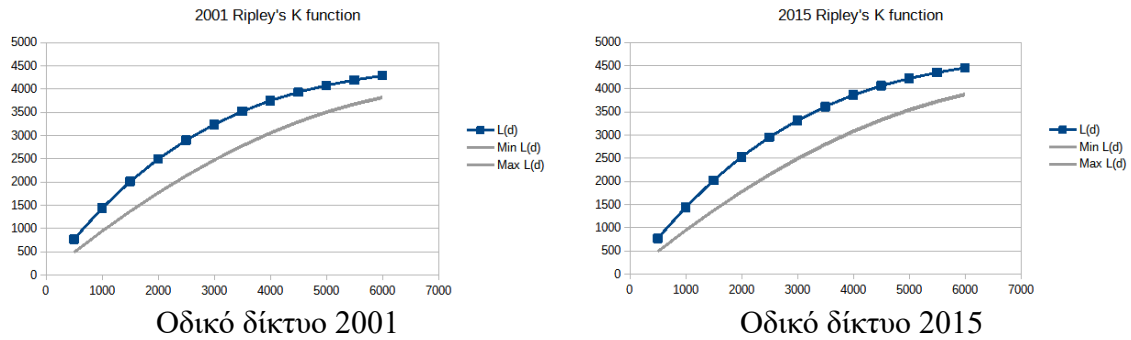
	1500	2031,24	531,24	1366,19	1371,86
	2000	2513,58	513,58	1761,86	1768,99
	2500	2914,13	414,13	2126,54	2136,95
	3000	3246,76	246,76	2461,49	2473,16
	3500	3522,91	22,91	2766,51	2779,45
	4000	3747,69	-252,31	3038,81	3053,94
	4500	3925,61	-574,39	3277,71	3294,35
	5000	4066,23	-933,77	3482,00	3501,08
	5500	4179,07	-1320,93	3651,73	3672,68
	6000	4269,41	-1730,59	3794,51	3816,36
2001	500	773,84	273,84	485,33	487,18
	1000	1437,31	437,31	940,66	944,43
	1500	2010,93	510,93	1366,39	1373,2
	2000	2495,00	495,00	1762,64	1771,55
	2500	2899,9	399,9	2130,03	2139,09
	3000	3237,89	237,89	2467,29	2477,38
	3500	3519,32	19,32	2772,12	2784,74
	4000	3749,40	-250,60	3045,87	3059,64
	4500	3932,85	-567,15	3287,81	3302,85
	5000	4077,37	-922,63	3494,77	3511,65
	5500	4193,61	-1306,39	3666,08	3684,36
	6000	4287,81	-1712,19	3809,98	3828,89
2015	500	772,72	272,72	484,36	487,40
	1000	1441,18	441,18	941,02	946,74
	1500	2027,70	527,70	1368,93	1377,67
	2000	2530,28	530,28	1768,83	1781,30
	2500	2955,49	455,49	2138,54	2155,92
	3000	3315,34	315,34	2478,67	2499,99
	3500	3616,17	116,17	2789,13	2811,71
	4000	3864,60	-135,40	3068,35	3090,94
	4500	4063,62	-436,38	3316,46	3339,02
	5000	4221,58	-778,42	3531,88	3555,04
	5500	4348,69	-1151,31	3712,47	3736,87
	6000	4452,42	-1547,58	3864,21	3889,99

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Τα διαγράμματα της συνάρτησης K (Ripley's K function) παρατίθενται παρακάτω.

### Σειρά Διαγραμμάτων 11.6: Συνάρτηση K οδικού δικτύου στα έτη αναφοράς





Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Όπως φαίνεται από τον πίνακα και τα διαγράμματα της συνάρτησης K, το οδικό δίκτυο σε όλα τα έτη αναφοράς παραμένει ομαδοποιημένο (clustered). Οι παρατηρούμενες τιμές L(d) σε καθορισμένες αποστάσεις παραμένουν υψηλότερες από τις τιμές της Max L(d), της μέγιστης αναμενόμενης τιμής της συνάρτησης K σε καθορισμένη απόσταση, οι οποίες παρέχουν και το ανώτατο όριο της χωρικής τυχαιότητας. Ειδικότερα:

1981: Οι παρατηρούμενες τιμές L(d) βρίσκονται πάνω από το ανώτερο όριο εμπιστοσύνης (Max L(d)), υποδεικνύοντας ένα ομαδοποιημένο πρότυπο του πληθυσμού ιδιαίτερα σε μικρές αποστάσεις. Το πρότυπο του οδικού δικτύου εμφανίζεται ομαδοποιημένο και αυξανόμενο μέχρι την απόσταση των 4000μ. Από εκεί και μέχρι τα 6000μ. ξεκινά να γίνεται περισσότερο διασκορπισμένο. Αυτό το πρότυπο δείχνει ένα πυκνό οδικό δίκτυο στις κεντρικές περιοχές, το οποίο γίνεται λιγότερο πυκνό όσο αυξάνεται η απόσταση.

1991: Παρόμοια τάση με το 1981 με τις τιμές του L(d) βρίσκονται πάνω από το ανώτερο όριο εμπιστοσύνης. Από τα 4000μ. το οδικό δίκτυο γίνεται περισσότερο διασκορπισμένο.

2001: Ούτε το 2001 υπάρχουν αλλαγές. Το πρότυπο είναι ομαδοποιημένο σε όλες τις αποστάσεις, με τα 4000μ. να αποτελούν και εδώ το σημείο καμπής προς ένα περισσότερο διασκορπισμένο δίκτυο.

2015: Το πρότυπο του οδικού δικτύου εμφανίζεται ομαδοποιημένο μέχρι την απόσταση των 3500μ. Από τα 4000μ και πάνω η ομαδοποίηση παραμένει, αλλά είναι λιγότερο έντονη.

Κατά τη διάρκεια των τριαντατεσσάρων ετών από το 1981 έως το 2015, τα δεδομένα του οδικού δικτύου δείχνουν σταθερά ομαδοποίηση σε μικρότερες αποστάσεις, ενδεικτικό ενός ανεπτυγμένου αστικού πυρήνα με εκτεταμένο οδικό δίκτυο. Αυτή η ομαδοποίηση υποδηλώνει ότι οι κεντρικές περιοχές της περιοχής μελέτης έχουν υψηλή συγκέντρωση δρόμων, διευκολύνοντας τη συνδεσιμότητα και την προσβασιμότητα. Ωστόσο, όσο αυξάνεται η απόσταση, παρατηρείται μια αισθητή μετάβαση στη διασπορά, όπου το οδικό δίκτυο γίνεται λιγότερο πυκνό. Αυτή η τάση είναι χαρακτηριστική της αστικής διάχυσης όπου η ανάπτυξη (συμπεριλαμβανομένων των οδικών δικτύων) είναι πιο συγκεντρωμένη στα αστικά κέντρα και σταδιακά μειώνεται καθώς απομακρύνεται κανείς προς την περιφέρεια. Το σταθερό πρότυπο μετάβασης



από τη ομαδοποίηση στη διασπορά γύρω στα 4000μ. μειώνεται με την πάροδο των ετών καθώς υλοποιείται το οδικό δίκτυο στις πιο απομακρυσμένες αποστάσεις.

### 11.3 Χωρικές μετρήσεις

Οι χωρικές μετρήσεις αποτελούν μια από τις σημαντικότερες τεχνικές μέτρησης και ανάλυσης του χωρικού προτύπου της αστικής διάχυσης (Guftafson, 1998) καθώς χαρακτηρίζουν και ποσοτικοποιούν το μοτίβο της αστικής διάχυσης προσθέτοντας σημαντικές πληροφορίες για την δυναμική του αστικού χώρου (Dietzel et al., 2005, Yu & Ng 2007). Επίσης, περιγράφουν την γεωμετρική και χωρική διαμόρφωση των μορφωμάτων προσφέροντας πληροφορίες για το χωρικό μοτίβο της αστικής διάχυσης (Herold et al., 2003)

Τα δεδομένα υπολογίστηκαν στο συνολικό επίπεδο, δηλ. στο σύνολο της περιοχής μελέτης (landscape level), καθώς στην περίπτωση της αστικής διάχυσης ο διαχωρισμός αφορά κτισμένη και μη κτισμένη επιφάνεια και συνεπώς δεν υπάρχουν άλλες κατηγορίες. Στο επίπεδο αυτό οι χωρικές μετρήσεις περιγράφουν τις χωρικές διαμορφώσεις ολόκληρης της περιοχής μελέτης

Σύμφωνα με τα κριτήρια επιλογής κατά De Clercq et al., (2005) που περιγράφησαν στο αντίστοιχο κεφάλαιο, η έρευνα επέλεξε τις κατάλληλες χωρικές μετρήσεις οι οποίες ποσοτικοποιούν την αστική διάχυση (Alberti et al. 2000, Herold et al. 2003, Ji et al. 2006, Yu & Ng 2007, Pham et al. 2011, Triantakonstantis & Stathakis 2015, Reis et al. 2016, Debbage et al. 2017, Magidi & Ahmed, 2019) και τα χαρακτηριστικά του μοτίβου του χώρου για το μελετώμενο χρονικό διάστημα, έχουν δοκιμαστεί σε διαφορετικές καταστάσεις σε ένα μεγάλο σύνολο πόλεων σε όλο τον κόσμο (Aguilera et al. 2001, Herold et al. 2003, Huang et al. 2007, Yu & Ng 2007, Prastakos et al. 2012, Triantakonstantis & Stathakis 2015, Jiao et al. 2015, Reis et al. 2016, Nong et al. 2018, Dai et al. 2018, Magidi & Ahmed, 2019) με τα αποτελέσματά τους να έχουν συζητηθεί ευρέως, τα πρωτογενή δεδομένα δεν είναι προϊόν τηλεπισκόπησης αλλά παρήχθησαν με απευθείας ψηφιοποίηση από σχεδόν όμοιες κλίμακες και τέλος, οι μετρήσεις πραγματοποιούνται το σύνολο της περιοχής μελέτης και άρα δεν είναι ευαίσθητες στον αριθμό των χρησιμοποιούμενων τάξεων.

Στον πίνακα 11.4 παρουσιάζονται οι οκτώ χωρικές μετρήσεις που υπολογίστηκαν για την περιοχή μελέτης. Η αναλυτική επεξήγησή τους και οι μαθηματικοί αλγόριθμοι υπολογισμού τους περιγράφηκαν στο κεφάλαιο 2.5.2.1

**Πίνακας 11.4: Χωρικές μετρήσεις αστικής διάχυσης**

Χωρική μέτρηση	Περιγραφή (McGarigal and Marks, 1995; McGarigal et al., 2002, 2012)	Μονάδες	Εύρος τιμών
Number of Patches (NP)	Το πλήθος των μορφωμάτων στην περιοχή μελέτης	Χωρίς μονάδες	NP>=1 χωρίς όριο

Patch density (PD)	Η πυκνότητα των μορφωμάτων. Η τιμή πολλαπλασιάζεται με 10.000 και 100 ώστε να είναι ανά 100 εκτάρια	Αριθμός ανά 100 εκτάρια	PD > 0,
Edge Density (ED)	Το άθροισμα των μηκών (m) όλων των ακμών στο τοπίο, διαιρούμενο με τη συνολική επιφάνεια του τοπίου (m <sup>2</sup> ) πολλαπλασιαζόμενο επί 10.000 (για μετατροπή σε εκτάρια)	Μέτρα ανά εκτάριο	ED ≥ 0 χωρίς όριο
Largest patch index (LPI)	Το εμβαδόν (m <sup>2</sup> ) του μεγαλύτερου μορφώματος στην περιοχή μελέτης διαιρούμενο με τη συνολική επιφάνεια της περιοχής μελέτης (m <sup>2</sup> ) πολλαπλασιαζόμενης επί 100 (για μετατροπή σε ποσοστό)	Ποσοστό	0 ≤ LPI ≤ 100
Landscape shape index (LSI)	Το LSI ισούται με 0,25(προσαρμογή για τα ψηφιδωτά δεδομένα) της περιμέτρου της περιοχής μελέτης και όλων των ακμών, διαιρούμενα με την τετραγωνική ρίζα της επιφάνειας της περιοχής μελέτης (m <sup>2</sup> )	Χωρίς μονάδες	LSI ≥ 1, χωρίς όριο
Mean Patch Area (AREA_MN)	Μέσος όρος έκτασης των μορφωμάτων.	Εκτάρια	AREA_MN > 0 χωρίς όριο
Mean Euclidean Nearest-neighbor Distance (ENN_MN)	Το ENN_MN ισούται με τη μέση τιμή της απόστασης (m) από όλα τα μορφώματα στο μόρφωμα της πλησιέστερης γειτνίασης με βάση τη μικρότερη απόσταση, από κέντρο κελιού σε κέντρο κελιού.	Μέτρα	ENN_MN > 0 χωρίς όριο
Aggregation index (AI)	Το AI ισούται με το λόγο του αριθμού ομοίων όμορων εικονοψηφίδων προς τον μέγιστο δυνατό αριθμό ομοίων όμορων εικονοψηφίδων δεδομένης της αναλογίας της περιοχής μελέτης που αποτελείται από κάθε είδος μορφώματος	Ποσοστό	0 ≤ AI ≤ 100

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Όλες οι μετρήσεις υπολογίστηκαν με το ελεύθερο λογισμικό FRAGSTATS 4.2 (McGarigal et al., 1995, McGarigal et al., 2002) το οποίο έχει την δυνατότητα υπολογισμού πολλών διαφορετικών χωρικών μετρήσεων.

Η εφαρμογή των χωρικών μετρήσεων στην περιοχή μελέτης παρουσιάζεται στον πίνακα 11.5:

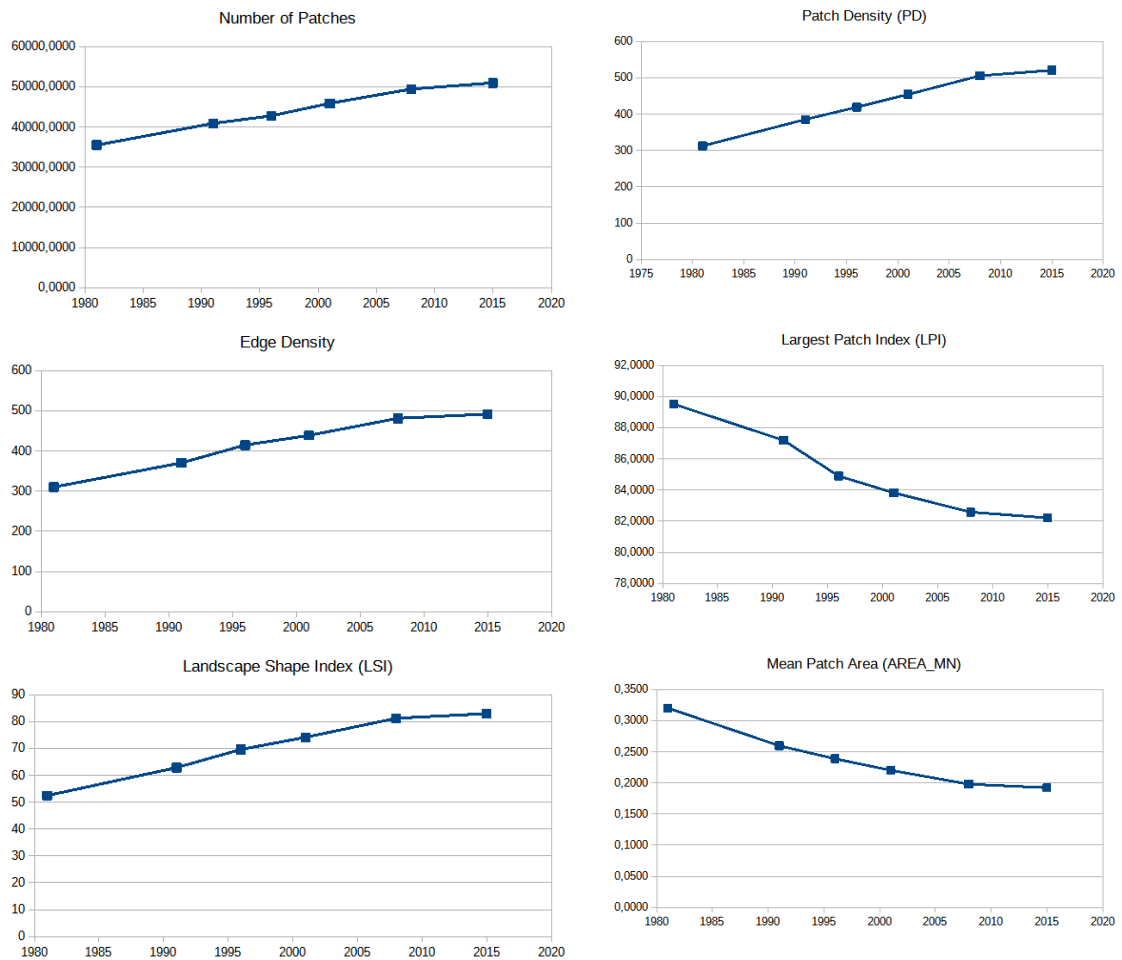
**Πίνακας 11.5: Χωρικές μετρήσεις στην περιοχή μελέτης**

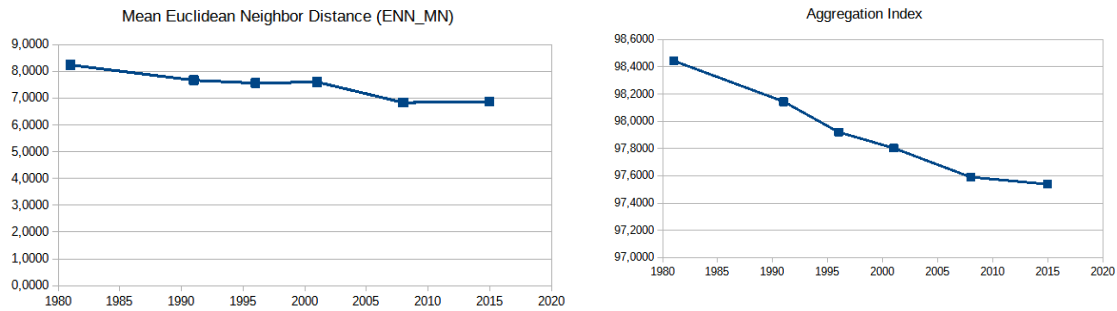
	1981	1991	1996	2001	2008	2015
<b>NP</b>	35.437	40.741	42.309	45.691	49.391	50.177
<b>PD</b>	312.4161	385,3622	419,1493	454,2722	505,4469	520,5802
<b>ED</b>	309,9074	370,0938	414,4244	438,3994	481,0890	491,4768
<b>LPI</b>	89,5135	87,1845	84,8967	83,8197	82,5816	82,2074
<b>LSI</b>	52,4435	62,8384	69,6218	74,1412	81,2052	82,9241
<b>AREA_MN</b>	0,3201	0,2595	0,2386	0,2201	0,1978	0,1921
<b>ENN_MN</b>	8,2334	7,6629	7,5565	7,5981	6,8299	6,8628
<b>AI</b>	98,4431	98,1440	97,9200	97,8032	97,5898	97,5379

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Από τις τιμές των χωρικές μετρήσεων δημιουργήθηκαν τα εικονιζόμενα διαγράμματα

**Σειρά Διαγραμμάτων 11.7: Διαγράμματα χωρικών μετρήσεων**





Πηγή: Ιδία επεξεργασία

**Ποσοτικοποίηση και μοτίβο της διάχυσης:** Η επιλογή των δεικτών που χρησιμοποιούνται έχουν ως στόχο: α) την ποσοτικοποίηση - ανάλυση των τάσεων του αστικού χώρου (π.χ. αύξηση ή μείωση) β) την ερμηνεία των μοτίβων του αστικού χώρου, δηλ. την ερμηνεία του χωρικού μοτίβου της διάχυσης (Ji et al. 2006).

NP: Μετρά το πλήθος των μορφομάτων. Ουσιαστικά εδώ, το πλήθος των κτισμένων επιφανειών και αποτελεί μέτρηση για την ερμηνεία του μοτίβου της διάχυσης. Οι τιμές είναι οι ίδιες με το πλήθος των κτισμάτων, όπως έχουν παρουσιαστεί και στον πίνακα 10.7: «Πλήθος κτιρίων/κτισμένων επιφανειών (πολύγωνα) ανά έτος αναφοράς». Οι τιμές αυξάνουν σε κάθε περίοδο αναφοράς. Η γρηγορότερη αύξηση παρατηρείται από το 1981 έως το 1991 και από το 1991 έως το 1996. Η αύξηση είναι πιο αργή από το 2001 και εξής και ιδιαίτερα από το 2008 και εξής. Αυτό σημαίνει ότι η περιοχή μελέτης γίνεται περισσότερο κατακερματισμένη και πολύπλοκη.

PD: Το μέτρο ανήκει στην κατηγορία της πολυπλοκότητας και μετρά την πυκνότητα των κτισμένων επιφανειών. Αποτελεί συνήθη μέτρηση για τον ποσοτικό προσδιορισμό της αστικής διάχυσης, αξιολογώντας τον κατακερματισμό του τοπίου. Οι τιμές του δείκτη PD αυξάνουν συνεχώς γεγονός που δείχνει ότι τα κτίσματα βρίσκονται κατακερματισμένα (διασκορπισμένα) στο χώρο

ED: Μετρά τη χωρική ανομοιογένεια και ανήκει στις ποσοτικές μετρήσεις της διάχυσης. Οι τιμές του δείκτη ED αυξάνονται συνεχώς, με τον μεγαλύτερο ρυθμό μεταβολής να σημειώνεται τη δεκαετία 1981 – 1991, ακολουθούμενη από την πενταετία 1991 – 1996. Οι ρυθμοί μεταβολής του δείκτη εμφανίζονται ηπιότεροι μετά το 2008 καθώς η κτισμένη επιφάνεια δεν αυξάνει τόσο γρήγορα. Οι τιμές του δείκτη ED ακολουθούν την κτισμένη επιφάνεια και δείχνουν ότι η περιοχή μελέτης γίνεται περισσότερο κατακερματισμένη.

LPI: ο δείκτης είναι ένα μέτρο επικράτησης (κυριαρχίας) και παρουσιάζει την έκταση της συνάθροισης μιας κατηγορίας του αστικού χώρου, εδώ, της κτισμένης επιφάνειας. Το μέτρο ανήκει στην κατηγορία της πολυπλοκότητας και αφορά στις ποσοτικές μετρήσεις της διάχυσης. Όπως φαίνεται από τις μετρήσεις, οι τιμές μειώνονται διαρκώς το οποίο δηλώνει ότι η περιοχή μελέτης γίνεται όλο και πιο διασκορπισμένη, βρίσκεται δηλαδή σε αστική διάχυση.

LSI: Το μέτρο ανήκει στην κατηγορία της πολυπλοκότητας. Αφορά μετρήσεις που αποτυπώνουν το σχήμα του αστικού χώρου (απλό ή σύνθετο) καθώς επίσης ερμηνεύει τη συνάθροιση ή τη διασπορά, πρόκειται λοιπόν για μέτρηση με στόχο την ερμηνεία του μοτίβου της διάχυσης. Οι τιμές είναι διαρκώς αυξανόμενες καταδεικνύοντας ότι το σχήμα της περιοχής μελέτης γίνεται όλο και πιο σύνθετο και ακανόνιστο καθώς επίσης όλο και πιο διασπαρμένο.

AREA\_MN: Το μέτρο ανήκει στην κατηγορία της σύνθεσης και της δομής των μορφωμάτων και ανήκει στις ποσοτικές μετρήσεις της διάχυσης. Οι τιμές δείχνουν μικρά μορφώματα τα οποία γίνονται όλο και πιο μικρά, δηλ. η διάχυση αφορά κυρίως κατοικίες μικρού μεγέθους. Το μέτρο δείχνει επίσης την κεντρική τάση.

ENN\_MN: ο δείκτης της Μέσης Ευκλείδειας Απόστασης του πλησιέστερου γείτονα. Το μέτρο αποτυπώνει την μέση ελάχιστη απόσταση μεταξύ των κτισμένων επιφανειών, συνεπώς αποτελεί μέτρο έκτασης της διασποράς. Ανήκει στις ποσοτικές μετρήσεις της διάχυσης. Οι τιμές μειώνονται μέχρι το 1996, ενώ μεταξύ 1996 και 2001 παρατηρείται μικρή αύξηση. Από το 2001 και εξής συνεχίζει ο δείκτης να μειώνεται. Το παραπάνω δείχνει ότι από το 1981 μέχρι και το 1991 οι κατοικίες κτίστηκαν μεταξύ υφισταμένων αστικών τμημάτων ενώ η τάση απομάκρυνσης από τον κυρίως πολεοδομικό ιστό ξεκίνησε να διαφαίνεται από το 1991 έως το 1996 ενώ μεταξύ 1996 και 2001 παρατηρήθηκε αντιστροφή της τάσης, δηλ. κατοικίες να εγκαθίστανται μακρύτερα από τα υφιστάμενα κτίσματα. Από το 2001 και μέχρι το 2008 τα νέα κτίσματα εγκαταστάθηκαν ξανά μεταξύ υφισταμένων αστικών τμημάτων. Από το 2008 μέχρι το 2011 παρατηρείται ξανά μια μικρή αντιστροφή της τάσης με τις κατοικίες να τείνουν να εγκαθίστανται μακρύτερα από τα υφιστάμενα κτίσματα. Γενικά ο δείκτης δείχνει ότι τα πολεοδομικά κενά γεμίζουν με νέα κτίσματα ότι παρατηρούνται περίοδοι απομάκρυνσης των κτισμάτων από τον πολεοδομικό ιστό ενώ παράλληλα η περιοχή μελέτης συνεχίζει να βρίσκεται σε αστική διάχυση.

Το γεγονός ότι ενώ η περιοχή μελέτης βρίσκεται σε αστική διάχυση, η τιμή του δείκτη ENN\_MN εμφανίζεται να μειώνεται ερμηνεύεται από το γεγονός ότι ήδη πριν από τη δεκαετία του 1981 είχαν δημιουργηθεί διασκορπισμένοι αστικοί θύλακες τόσο στο βόρειο όσο και στο νότιο και νοτιοανατολικό τμήμα του Πολεοδομικού Συγκροτήματος: Α' Ανατολικομεσημβρινή (1971), Α' Αρκτική και Ζαρουχλέικα (1972), Β' Ανατολικομεσημβρινή (1976), Αναθεώρηση Αγυιά (1979). Οι περιοχές αυτές ήταν στις αρχές της δεκαετίας του '80 αραιοκατοικημένες, συνεπώς η αστική διάχυση της περιοχής μελέτης επεκτάθηκε στις ενδιάμεσες αυτές περιοχές. Ο κύκλος των επεκτάσεων συνεχίστηκε την δεκαετία 1981 – 1991 με τις ανατολικές περιοχές Κάτω Συχαινά, Ζαβλάνι, Ανθούπολη (1988), επέκταση Περιβόλα (1989) τη βόρεια περιοχή του Καστελλόκαμπου (1987) και τις νότιες Κρύα Ιτέων και Μπεγουλάκι (1988) να εντάσσονται στο σχέδιο πόλης, με τον δείκτη ENN\_MN να μειώνεται καθώς οι κτισμένες επιφάνειες αυξάνονταν στις περιοχές αυτές αλλά και γύρω από αυτές. Στην δεκαετία 1991 – 2001 ο δείκτης ENN\_MN δείχνει αυξητική τάση καθώς κτίσματα αναπτύσσονται μακρύτερα από τις γνωστές περιοχές των επεκτάσεων ενώ και η διαδικασία των επεκτάσεων επίσης δεν σταματά καθώς εντάσσονται στα βόρεια τα Ανω Μποζαίτικα (1992), ο Άγιος Παντελεήμων (1993), στα ανατολικά η επέκταση Αρόη-Σαμακιά και Γηροκομείο (1992) και στα νότια η επέκταση Μεταμόρφωση

Σωτήρος (1992) και επέκταση Ιτιές – Λεύκα (1996) και επέκταση ΒΗΠΑ-ΒΙΟΠΑ (1999) να ολοκληρώνουν τον κύκλο. Τέλος από το 2001 – 2008 οι τιμή του δείκτη ENN\_MN πέφτει ξανά καθώς η διάχυση απλώνεται ανάμεσα και πέρα από τους νέους θύλακες ενώ από το 2008 – 2015 τα κτίσματα αναπτύσσονται μακρύτερα, προς τις παρυφές της περιοχής μελέτης.

ΑΙ: ο δείκτης ανήκει στις μετρήσεις διαμόρφωσης και μετρά τη συνάθροιση ή τη διασπορά των μορφωμάτων. Πρόκειται για μέτρηση με στόχο την ερμηνεία του μοτίβου της διάχυσης. Ο δείκτης επίσης μας δείχνει πόσο συμπαγής είναι μια αστική περιοχή. Ο δείκτης ξεκινά από την τιμή μηδέν (μέγιστη διάσπαση) και φτάνει την τιμή 100 (μέγιστη συσσώρευση). Η τιμή του δείκτη ΑΙ φθίνει, γεγονός που δείχνει ότι η περιοχή μελέτης γίνεται όλο και πιο διασκορπισμένη

### 11.3.1 Ο Δείκτης Επέκτασης Τοπίου (Landscape Expansion Index, LEI) και ο Σταθμισμένος Μέσος Δείκτης Επέκτασης

Για να αναλυθούν τα χωρικά μοτίβα, οι τύποι της αστικής διάχυσης και η δυναμική της περιοχής μελέτης χρησιμοποιείται ο Δείκτης Επέκτασης Τοπίου (Landscape Expansion Index, LEI). Ο δείκτης ποσοτικοποιεί την χωρική σχέση μεταξύ του παλαιότερου αστικού ιστού και της πρόσφατα κτισμένης επιφάνειας (Liu et al., 2010) κατηγοριοποιώντας τους τύπους των χωρικών μοτίβων της αστικής διάχυσης ως εξής: πλήρωση (infilling), επέκταση ακμών (edge – expansion) και απομάκρυνση (outlying). Ο δείκτης υπολογίζεται για πέντε χρονικές περιόδους, από το 1981 έως το 1991, από το 1991 έως το 1996, από το 1996 έως το 2001, από το 2001 έως το 2008 και από το 2008 έως το 2015.

Ο αλγόριθμος υπολογισμού του δείκτη LEI είναι:

$$LEI=100X \frac{A_0}{A_0+A_v} \quad Liu \text{ et al. (2010)}$$

Όπου:  $A_0$  είναι η τομή μεταξύ της ζώνης εγγύτητας και του παλαιού αστικού ιστού ενώ  $A_v$  η τομή μεταξύ της ζώνης εγγύτητας και του νεότερου αστικού ιστού

Οι τιμές του δείκτη κυμαίνονται  $0 \leq LEI \leq 100$

Εάν ο δείκτης LEI κυμαίνεται από 50 έως 100 τότε ο τύπος είναι πλήρωση, αν ο δείκτης LEI κυμαίνεται από μηδέν έως 50 τότε ο τύπος είναι επέκταση άκρων ενώ αν ο δείκτης LEI είναι μηδέν τότε ο τύπος είναι απομάκρυνση.

Στη συνέχεια, εκτιμήθηκε η σχετική κυριαρχία κάθε τύπου χωρικού μοτίβου σε μια δεδομένη χρονική περίοδο με τη βοήθεια του σταθμισμένου Μέσου Δείκτη επέκτασης AWMEI.

Ο αλγόριθμος υπολογισμού του δείκτη AWMEI είναι:

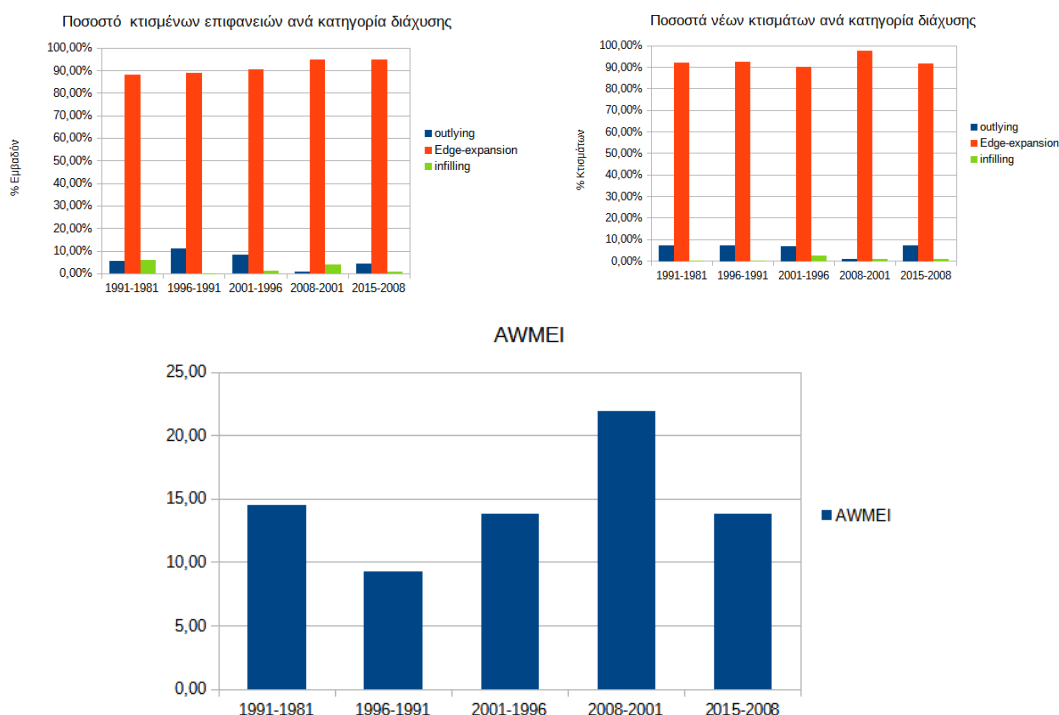
$$AWMEI=\sum_{i=1}^N LEI X \frac{a_i}{A} \quad Liu \text{ et al. (2010)}$$

Όπου: LEI<sub>i</sub> είναι ο δείκτης LEI για ένα καινούργιο αστικό ιστό, το  $\alpha_i$  είναι η επιφάνεια αυτού του νέου ιστού και A η συνολική επιφάνεια όλων των νέων ιστών.

Υψηλότερες τιμές του δείκτη αντιστοιχούν σε πιο συμπαγή επέκταση του αστικού ιστού ενώ χαμηλότερες τιμές αντιστοιχούν σε μεγαλύτερη διασπορά του αστικού ιστού.

Ο υπολογισμός των μετρήσεων αυτών για την περιοχή μελέτης αποτυπώνεται στα διαγράμματα που ακολουθούν:

### Σειρά Διαγραμμάτων 11.8: Διαγράμματα χωρικών δεικτών LEI - AWMEI



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Στα διαγράμματα 11.8 ποσοτικοποιούνται οι τρεις τύποι αστικής διάχυσης: πλήρωση (infilling), επέκταση ακμών (edge – expansion) και απομάκρυνση (outlying) κατά το διάστημα των τριαντατεσσάρων χρόνων, από το 1981 έως το 2015, με τη βοήθεια του δείκτη επέκτασης τοπίου (LEI). Συνολικά, το μοτίβο που επικράτησε στην περιοχή μελέτης ήταν αυτό της επέκτασης ακμών τόσο για τα κτίσματα ως πλήθος όσο και για την κτισμένη επιφάνεια.

Συγκεκριμένα, την περίοδο 1981 – 1991 περισσότερο από το 92% των κτισμάτων και το 88% της κτισμένης επιφάνειας ακολούθησαν τον τύπο της επέκτασης ακμών ενώ το μοτίβο της απομάκρυνσης ήταν χαμηλό και κινήθηκε στο 5,7% της κτισμένης επιφάνειας και 7,3% των κτισμάτων. Είναι η μόνη περίοδος κατά την οποία το μοτίβο της πλήρωσης εμφανίζει ένα μικρό έστω ποσοστό που ανέρχεται σε 6% για την κτισμένη επιφάνεια.

Την περίοδο 1991 – 1996 η εικόνα παραμένει η ίδια για το μοτίβο της επέκτασης ακμών με το 89% της κτισμένης επιφάνειας και το 92% των κτισμάτων να το ακολουθούν. Στην περίοδο αυτή διαπιστώνεται και η πιο σημαντική αύξηση του μοτίβου της απομάκρυνσης με τα ποσοστά να ανεβαίνουν στο 11% για την κτισμένη επιφάνεια και 7,5% για τα κτίρια. Οι τιμές της πλήρωσης ήταν μηδενικές για τα κτίσματα και την κτισμένη επιφάνεια.

Από το 1996 – 2001 το μοτίβο της επέκτασης ακμών για τα κτίρια και την κτισμένη επιφάνεια δίνει ποσοστό 90% ενώ το μοτίβο της απομάκρυνσης παρουσιάζει ποσοστό 8,3% για την κτισμένη επιφάνεια και 7,5% για τα κτίσματα. Το μοτίβο της πλήρωσης παραμένει εξαιρετικά χαμηλό εμφανίζοντας τιμές 2,5% για τα κτίσματα και 1,3% για την κτισμένη επιφάνεια.

Την περίοδο 2001 – 2008 το μοτίβο της επέκτασης ακμών συνεχίζει την κυριαρχία του με ποσοστό 97,7% στα κτίρια και στην κτισμένη επιφάνεια ενώ το μοτίβο της απομάκρυνσης παραμένει χαμηλό με τιμές 1,15% στα κτίρια και 1,05% στην κτισμένη επιφάνεια. Το μοτίβο της πλήρωσης είναι περίπου 1% στα κτίσματα και 3,9% στην κτισμένη επιφάνεια.

Την περίοδο 2008 – 2015 το μοτίβο της επέκτασης ακμών ανέρχεται σε ποσοστό 92% στα κτίρια και 95% στην κτισμένη επιφάνεια ενώ το μοτίβο της απομάκρυνσης ανεβαίνει δίνοντας τιμές 7,5% στα κτίρια και 4,5% στην κτισμένη επιφάνεια. Το μοτίβο της πλήρωσης δεν ξεπερνά το 1% στα κτίσματα και 0,77% στην κτισμένη επιφάνεια.

Στη συνέχεια, εκτιμήθηκε η σχετική κυριαρχία κάθε τύπου χωρικού μοτίβου σε μια δεδομένη χρονική περίοδο με τη βοήθεια του σταθμισμένου Μέσου Δείκτη επέκτασης AWMEI. Οι τιμές του δείκτη δείχνουν την γενική κυριαρχία του μοτίβου της επέκτασης ακμών σε όλες τις χρονικές περιόδους με την μεγαλύτερη τιμή να εμφανίζεται το διάστημα 2001 - 2008. Την περίοδο 1991 – 1996 και 2008 – 2015 η τιμή του δείκτη AWMEI μειώνεται καθώς το μοτίβο της απομάκρυνσης εμφανίζει αυξητικές τιμές.

#### **11.4 Ανάλυση διαβάθμισης (Gradient Analysis)**

Προκειμένου να ποσοτικοποιηθεί η αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης, χρησιμοποιήθηκε επιπλέον η ανάλυση διαβάθμισης. Η ανάλυση διεξάγεται τόσο σε επίπεδο απόστασης από το κέντρο της περιοχής μελέτης (ζώνη), όσο και σε επίπεδο κατεύθυνσης (διεύθυνσης). Στόχος είναι να προσδιοριστεί ο τρόπος που αλλάζει η αστική διάχυση από το κέντρο προς τις παρυφές της πόλης αλλά και από το κέντρο προς τις διαφορετικές κατευθύνσεις. Σύμφωνα με τις θεωρητικές προσεγγίσεις, η ανάλυση διαβάθμισης έχει ως στόχο την ποσοτικοποίηση της αστικής διάχυσης με στόχο να προσδιοριστούν τα σημεία συσσώρευσης της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας (Ramachandra et al., 2015).



Η ανάλυση διαβάθμισης αποκαλύπτει την κατεύθυνση της αστικής διάχυσης, τα χωρικά πρότυπα της αστικής διάχυσης αλλά και τις τάσεις της αστικής ανάπτυξης της περιοχής (Gao et al., 2015) ενώ επίσης παρέχει το επιστημονικό θεμέλιο για τον μελλοντικό πολεοδομικό σχεδιασμό και την διαχείριση της γης (Dai et al., 2018)

Η ανάλυση διαβάθμισης εφαρμόζεται επίσης στον ρυθμό μεταβολής της κτισμένης επιφάνειας και στον ρυθμό μεταβολής του οδικού δικτύου, προσφέροντας μια δυναμική άποψη της αστικής διάχυσης.

Στον ρυθμό μεταβολής της κτισμένης επιφάνειας, η τεχνική αποκαλύπτει ποιες περιοχές έχουν επεκταθεί γρηγορότερα με την πάροδο του χρόνου προσδιορίζοντας ποσοτικά τον ρυθμό της επέκτασης σε διαφορετικές κατευθύνσεις και ζώνες. Το αποτέλεσμα είναι ιδιαίτερα χρήσιμο καθώς παρέχει τη δυνατότητα συγκρίσεων και αξιολογήσεων διαφορετικών κατευθύνσεων και ζωνών σε διαφορετικές χρονικές περιόδους βοηθώντας με τον τρόπο αυτό στην αξιολόγηση προηγούμενων χωρικών πολιτικών αλλά και στη διαχείριση του προβλήματος της αστικής διάχυσης

Στον ρυθμό μεταβολής του οδικού δικτύου, η τεχνική αποκαλύπτει το χωρικό πρότυπο της επέκτασης και ολοκλήρωσης του οδικού δικτύου το οποίο είναι στενά συνδεδεμένο με την αστική διάχυση, καθώς η κατασκευή νέου οδικού δικτύου καθιστά ελκυστικές περιοχές απομακρυσμένες και απρόσιτες (Burchell et al., 1998, Galster et al., 2001) Επιπλέον, η ανάλυση διαβάθμισης βοηθά στην κατανόηση της δυναμικής του ρυθμού ανάπτυξης του δικτύου στη διάρκεια των τριαντατεσσάρων ετών, μέσω της συνδεσιμότητας μεταξύ διαφορετικών ζωνών και κατευθύνσεων της περιοχής μελέτης.

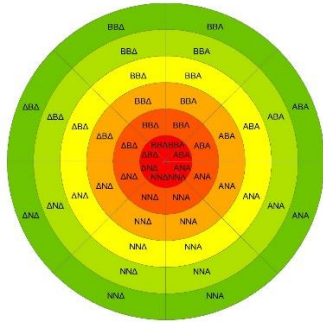
Τέλος, η ανάλυση διαβάθμισης εφαρμόζεται στον δείκτη επέκτασης τοπίου (LEI), παρέχοντας δυναμικές πληροφορίες για τις χωρικές και κατευθυντικές πτυχές της διάχυσης. Πιο συγκεκριμένα, ποσοτικοποιούνται οι τρεις τύποι της αστικής διάχυσης, ήτοι πλήρωση (infilling), επέκταση ακμών (edge – expansion) και απομάκρυνση (outlying) για κάθε έτος αναφοράς παρέχοντας μια διαφοροποιημένη εικόνα από την ποσοτικοποίηση του μεγέθους της αλλαγής.

Παραδείγματα αντίστοιχης εμπειρικής έρευνας έχουν πραγματοποιήσει οι Luck & Wu, 2002, Zhang et al., 2004, Dietzel et al., 2005, Ji et al., Schneider et al., 2005, Seto & Fragkias, 2005, Kong & Nakagoshi, 2006, Sun et al., 2006, Yu & Ng, 2007, Xu et al., 2007, Solon, 2009, Modica et al., 2012, Nong et al., 2014, Ramachandra et al., 2015, Cao et al., 2015, Shaw & Das, 2018, Dai et al., 2018, Dutta & Das, 2019, Dinda et al., 2019, Li et al., 2022

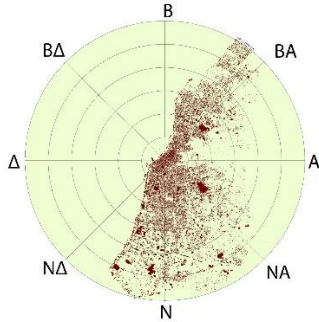
Για την ανάλυση διαβάθμισης (gradient analysis), η περιοχή μελέτης χωρίστηκε σε έξι ομόκεντρους κύκλους ανά ένα χιλιόμετρο, με κέντρο της ανάλυσης το κέντρο του Πολεοδομικού Συγκροτήματος Πατρών, την πλατεία Γεωργίου. Οι ζώνες που δημιουργήθηκαν μέχρι να καλύψουν το σύνολο της περιοχής, είναι των 1000μ, 2000μ, 3000μ, 4000μ, 5000μ και 6000μ. Επίσης η περιοχή διαιρέθηκε σε οκτώ κατευθύνσεις οι οποίες είναι: Βόρεια, Βορειοανατολική, Ανατολική, Νοτιοανατολική, Νότια, Νοτιοδυτική, Δυτική και Βορειοδυτική. Συνεπώς, οι μελετώμενες επιφάνειες έχουν τις

εξής κατευθύνσεις: Βόρεια βορειοανατολική (BBA), Ανατολική βορειοανατολική (ABA), Ανατολική νοτιοανατολική (ANA), Νότια νοτιοανατολική (NNA), Νότια νοτιοδυτική (NND), Δυτική νοτιοδυτική (ΔND), Δυτική βορειοδυτική (ΔBD) και Βόρεια βορειοδυτική (BBD) (Σειρά χαρτών 11.14).

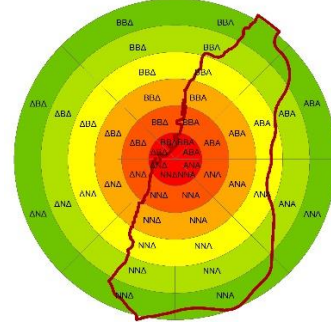
**Σειρά Χαρτών 11.14: Ζώνες και κατευθύνσεις ανάλυσης διαβάθμισης**



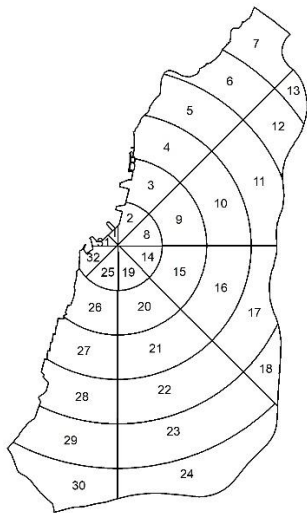
Ζώνες ανάλυσης ανά 1000μ.



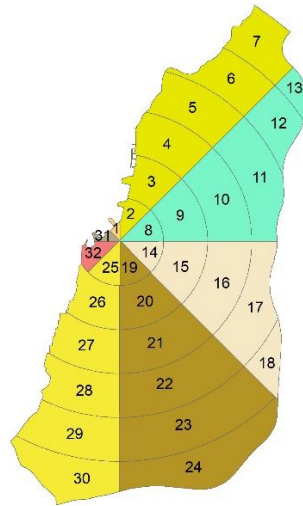
Κατευθύνσεις ανάλυσης



Ζώνες και κατευθύνσεις ανάλυσης στη περιοχή μελέτης



Επιφάνειες ανάλυσης ανά ζώνη και κατεύθυνση



Επιφάνειες ανάλυσης στις οποίες σημειώνεται η κατεύθυνση ανάλυσης

**ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ**

- ABA
- ANA
- BBA
- BBD
- ΔBD
- ΔND
- NNA
- NND

Κατευθύνσεις ανάλυσης-Υπόμνημα

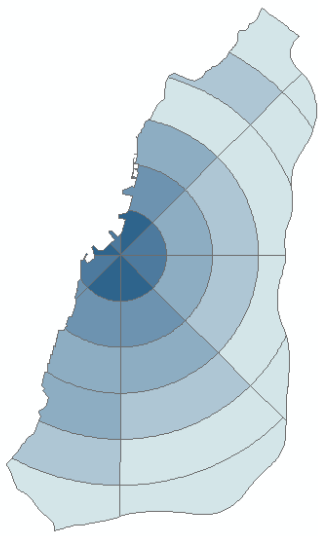
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Από τη διαίρεση των κατευθύνσεων και των ζωνών προκύπτουν τριάντα δύο (32) μοναδικές επιφάνειες (Σειρά χαρτών 11.14) ανάλυσης. Επίσης, εξαιτίας των γεωγραφικών συντεταγμένων της περιοχής μελέτης και της θέσης του κέντρου της ανάλυσης (Πλατεία Γεωργίου), οι κατευθύνσεις Δυτική βορειοδυτική (ΔBD) και Βόρεια βορειοδυτική (BBD) περιλαμβάνουν ελάχιστη επιφάνεια επεξεργασίας (Σειρά χαρτών 11.14)

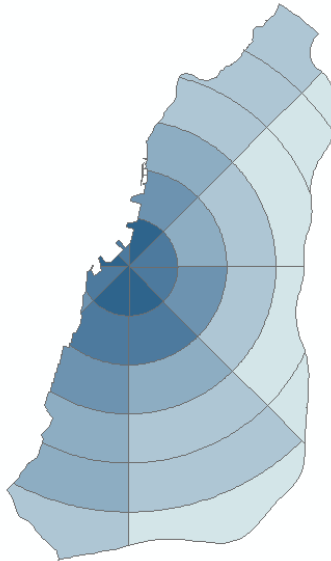
### 11.4.1 Ανάλυση διαβάθμισης: Πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας ανά απόσταση και κατεύθυνση

Η ανάλυση διαβάθμισης της πυκνότητας ανά απόσταση (ζώνη) και κατεύθυνση απεικονίζεται σε καθεμιά από τις 32 επιφάνειες αναφοράς. Η ανάλυση δείχνει σε ποιες από τις επιφάνειες η πυκνότητα ήταν υψηλή, μεσαία ή χαμηλή με την εικόνα να αλλάζει δυναμικά ανά έτος αναφοράς.

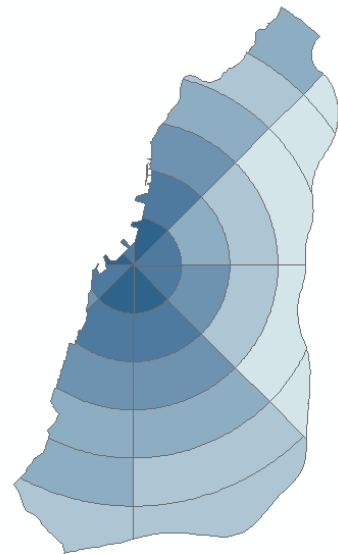
**Σειρά Χαρτών 11.15: Πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας ανά απόσταση και κατεύθυνση**



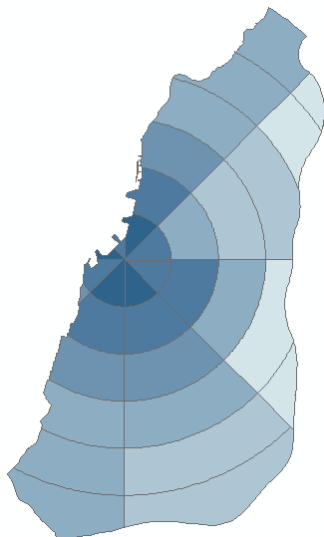
Πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας 1981



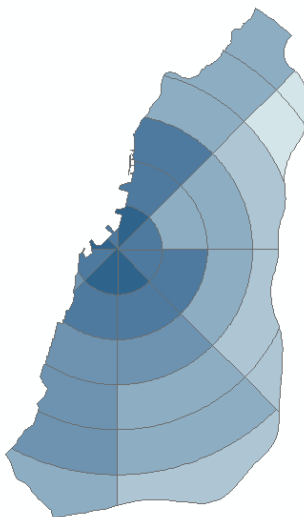
Πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας 1991



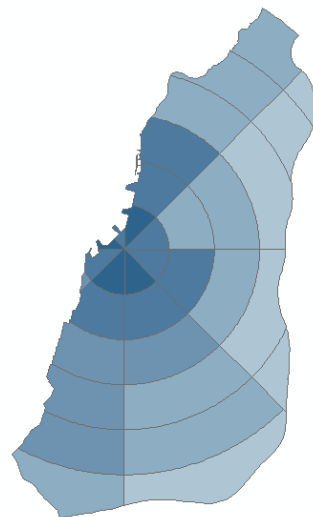
Πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας 1996



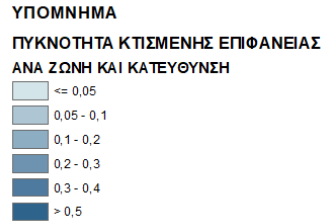
Πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας 2001



Πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας 2008



Πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας 2015



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Το 1981, η πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας εμφανίζεται υψηλή στη ζώνη των 1000μ. και μεσαία μέχρι και την ζώνη των 2000μ. καθώς και στην BBA, NNA, NNΔ κατεύθυνση. Πρόκειται για την περιοχή του κέντρου και γενικότερα του παλαιού σχεδίου στο οποίο συγκεντρώνεται εκτός από την κτισμένη επιφάνεια και ο πληθυσμός. Παρατηρείται η υστέρηση της κτισμένης επιφάνειας στην ABA και στην ANA κατεύθυνση τόσο στη ζώνη των 1000μ. όσο και στη ζώνη των 2000μ. Πρόκειται για τις περιοχές της άνω πόλης γύρω από το κάστρο και στην ευρύτερη περιοχή του Δασυλλίου, οι οποίες δεν έχουν μεγάλη κτισμένη επιφάνεια. Στην BBA κατεύθυνση και στη ζώνη των 3000μ. μεσαία πυκνότητα εμφανίζει η περιοχή της Γλυφάδας-Αγυιάς και στη ζώνη των 5000μ. η περιοχή του Αγ. Παντελεήμονα και παραλίας Προαστίου, παλιές περιοχές Β' κατοικίας. Οι υπόλοιπες ζώνες και κατευθύνσεις εμφανίζουν χαμηλές ως πολύ χαμηλές πυκνότητες.

Το 1991 παραμένουν οι υψηλές πυκνότητες στις ζώνες του κέντρου και αυξάνουν οι πυκνότητες στη ζώνη των 2000μ. Επίσης, αυξάνουν οι πυκνότητες της BBA κατεύθυνσης σε όλες τις ζώνες (Αγυιά, Προάστιο, Αγ. Παντελεήμονας, Καστελλόκαμπος). Αύξηση της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας παρατηρείται επίσης στην NNΔ και NNA κατεύθυνση των Ζαρουχλείικων, του Ψαροφαΐου και των Δεμένικων. Διατηρείται η αραιή κτισμένη επιφάνεια στις βόρειες, νότιες και ανατολικές περιοχές.

Το 1996 αυξάνουν οι πυκνότητες στην BBA κατεύθυνση οι οποίες εισέρχονται στις μεσαίες πυκνότητες μέχρι και τη ζώνη των 6000μ., ενώ στις νότιες περιοχές αύξηση παρατηρείται στις NNA, NNΔ κατευθύνσεις. Στην NNA κατεύθυνση, παρατηρείται αύξηση της πυκνότητας στις περιοχές του Νοσοκομείου και ΚΕΤΕΣ μέχρι τα 4000μ., ενώ στην NNΔ κατεύθυνση η αύξηση αφορά στις περιοχές Ιτιές, Μέμου και βόρειος τομέας Οβρυάς μέχρι τα 5000μ.

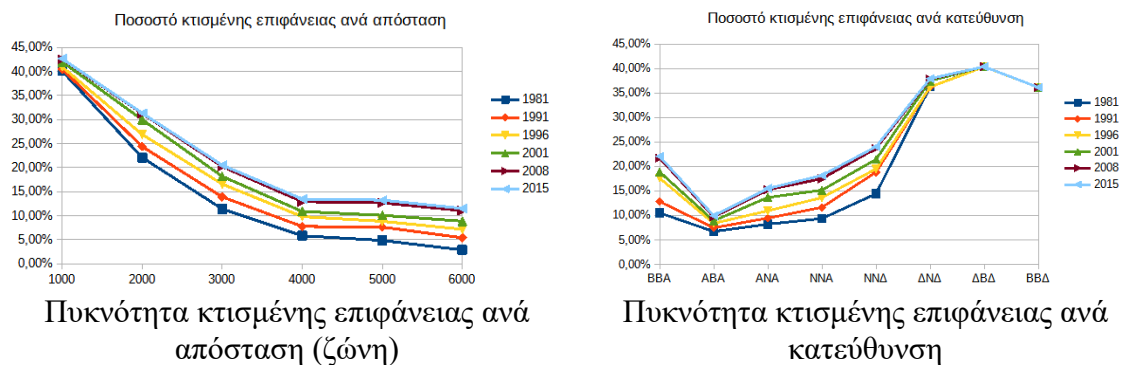
Το 2001 η αύξηση αφορά κυρίως την εξωαστική NNΔ κατεύθυνση στην οποία η κτισμένη επιφάνεια φτάνει μέχρι το όριο της περιοχής μελέτης, τα 6000μ. Αύξηση παρατηρείται επίσης στην ABA κατεύθυνση και στην ANA κατεύθυνση, οι οποίες αυξάνουν την πυκνότητα τους στη ζώνη των 4000μ. και των 3000μ. αντίστοιχα. Στην ANA κατεύθυνση πυκνώνουν οι περιοχές Εβραιονήματα και Αρόη ενώ στην ABA κατεύθυνση πρόκειται για εξωαστικές περιοχές.

Το 2008 σημαντική αύξηση σημειώνει η NNΔ κατεύθυνση Λάγγουρας, Εθνικό Στάδιο, Περιβόλα, Μπεγουλάκι από τα 4000μ έως και τα 6000μ , ενώ αύξηση παρατηρείται επίσης στην εξωαστική περιοχή της Εγλυκάδας, στα 6000μ. Αυξάνει επίσης η NNA

κατεύθυνση στις ζώνες άνω των 5000μ. στην ευρύτερη εξωαστική περιοχή της βόρειας Οβρυάς και των Δεμένικων.

Τέλος, το 2015 έχει μικρή αύξηση της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας λόγω της ελληνικής κρίσης. Πυκνώσεις παρατηρούνται στον Καστελλόκαμπο στα 6000μ. στην ΒΒΑ κατεύθυνση και στην ΑΒΑ κατεύθυνση πάνω από τα 4000μ. στην ευρύτερη εξωαστική περιοχή των Συχαινών και στα 6000μ. στην περιοχή των Ανω Μποζαϊτικών. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα διαγράμματα πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας ανά απόσταση (ζώνη) και κατεύθυνση.

**Σειρά Διαγραμμάτων 11.9: Πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας ανά απόσταση και κατεύθυνση**



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Στο διάγραμμα της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας ανά απόσταση παρατηρείται ότι σε όλες τις αποστάσεις η πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας αυξάνει στα έτη αναφοράς. Επίσης, οι μεγαλύτερες αυξήσεις παρατηρούνται στις ζώνες από 3000μ. έως και 6000μ. Στη ζώνη του κέντρου (1000μ.- 2000μ.) το ποσοστό της αύξησης είναι μικρό. Συγκεκριμένα, για τη ζώνη των 1000μ, το ποσοστό από 40,05% το 1981 ανέβηκε στο 42,62% το 2015 ενώ για τη ζώνη των 2000μ. το ποσοστό από 22,09% το 1981 ανέβηκε στο 31,31% το 2015. Η ζώνη των 4000μ. διπλασίασε το ποσοστό της κτισμένης επιφάνειας, καθώς από 5,85% το 1981 το ποσοστό ανέβηκε στο 13,48%, υποδηλώνοντας σαφή τάση απομάκρυνσης από το κέντρο. Τέλος, στις ζώνες 5000μ. και 6000μ. το ποσοστό της κτισμένης επιφάνειας υπερτριπλασιάστηκε, καθώς από 4,87% το 1981 ανέβηκε στο 13,25% το 2015 και από 2,90% το 1981 ανέβηκε στο 11,53% το 2015 για τα 5000μ και 6000μ. αντίστοιχα. Τα παραπάνω ποσοστά αύξησης της κτισμένης επιφάνειας στις δύο τελευταίες ζώνες αποτελούν ένδειξη αστικής διάχυσης, καθώς η κτισμένη επιφάνεια εκτείνεται στις εξωαστικές περιοχές της πόλης και μέχρι τα όρια της περιοχής μελέτης.

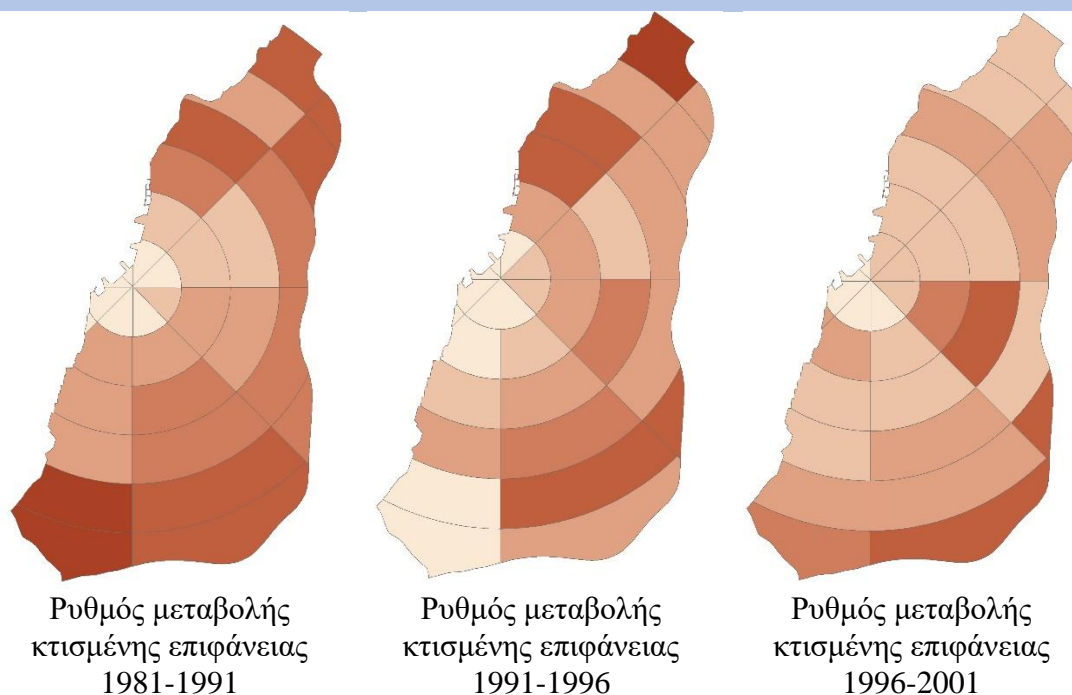
Στο διάγραμμα της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας ανά κατεύθυνση, οι κατευθύνσεις ΔΒΔ και ΒΒΔ περιλαμβάνουν περιοχές του κέντρου πλησίον της ακτογραμμής και έχουν ελάχιστη επιφάνεια επεξεργασίας. Επιπροσθέτως, ως περιοχές του κέντρου έχουν υψηλά ποσοστά πυκνότητας κτισμένης επιφάνειας, 40,35% για την ΔΒΔ και 36,14% για την ΒΒΔ σε όλα τα έτη αναφοράς καθώς οι κατευθύνσεις αυτές ήταν ήδη κτισμένες. Μικρή επιφάνεια έχει επίσης και η κατεύθυνση ΔΝΔ. Πρόκειται

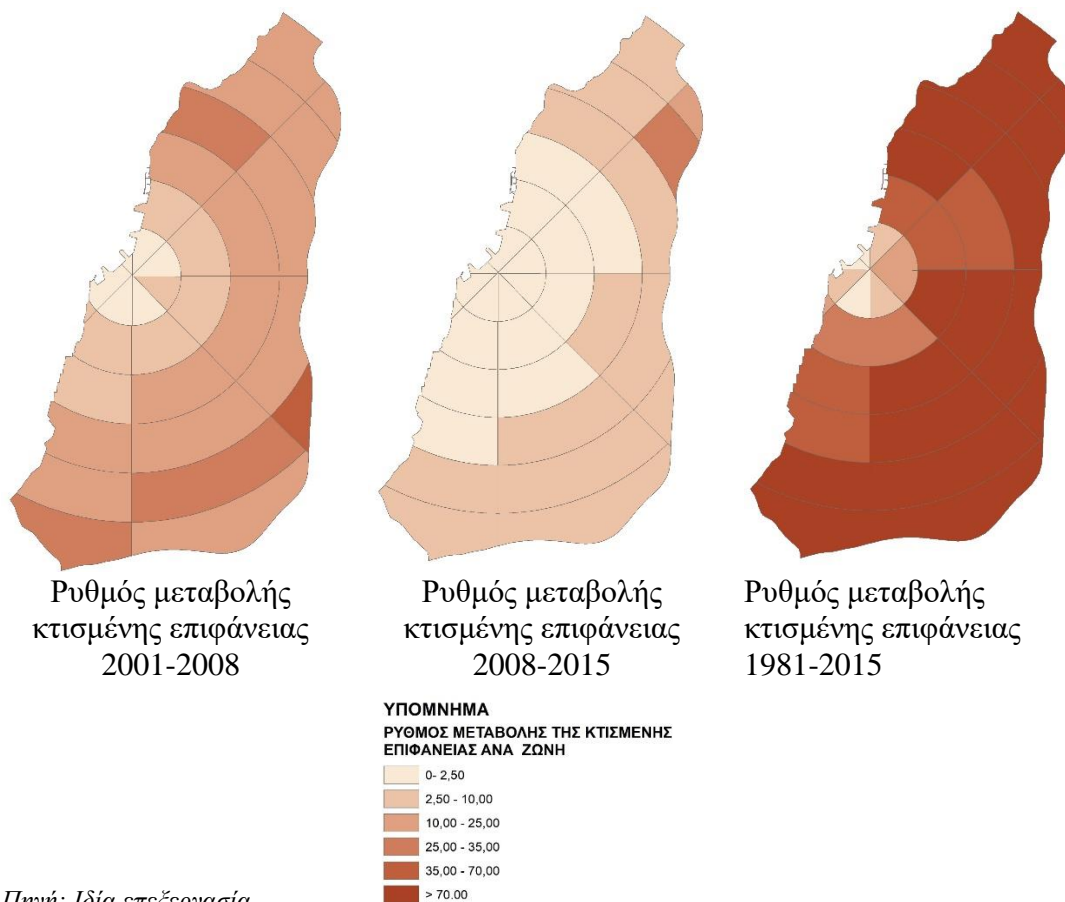
επίσης για περιοχή του κέντρου με μέσο ποσοστό γύρω στο 37% για όλα τα έτη αναφοράς. Από όλες τις κατευθύνσεις, η ΒΒΑ (Γλυφάδα, Αγυιά, Έξω Αγυιά, Προάστειο, Άγιος Παντελεήμονας, Καστελλόκαμπος) είναι αυτή που το ποσοστό της υπερδιπλασιάστηκε στο διάστημα των τριανταεσσάρων ετών ανεβαίνοντας από το 10,51% το 1981 στο 22,06% το 2015. Πρόκειται για παραθαλάσσιες περιοχές υψηλής ζήτησης για κατοικία και παλιές περιοχές Β' κατοικίας που έγιναν Α' κατοικίας. Η κατεύθυνση ΝΝΑ (Λάγγουρας, Ψαροφάι, Ζαρουχλίκια, (ανατολικά), Εθνικό Στάδιο, ΤΕΙ, Μπεγουλάκι, Περιβόλα, Δεμένικα), διπλασίασε το ποσοστό της κτισμένης επιφάνειας από 9,34% το 1981 σε 18,15% το 2015, ενώ η κτισμένη επιφάνεια έχει απλωθεί και στις εξωαστικές περιοχές της συγκεκριμένης κατεύθυνσης. Η ΝΝΔ κατεύθυνση (Σκαγιοπούλειο, Πράτσικας, Ζαρουχλίκια (δυτικά), Ψαχού, Μέμου, Ιτιές, Λεύκα) είναι επίσης πολύ δυναμική κατεύθυνση με το ποσοστό της κτισμένης επιφάνειας από 14,41% το 1981 να γίνεται σχεδόν διπλάσιο το 2015 με ποσοστό 24,01%. Τέλος, οι κατευθύνσεις ΑΒΑ και ΑΝΑ είναι αυτές με το λιγότερο ποσοστό αύξησης της κτισμένης επιφάνειας. Η ΑΒΑ κατεύθυνση ανέβασε το ποσοστό της από 6,71% το 1981 σε 9,94% το 2015 ενώ η ΑΝΑ κατεύθυνση από 8,20% το 1981 σε 15,49% το 2015. Η ΑΝΑ κατεύθυνση καταλαμβάνεται σε μεγάλο μέρος από τον ορεινό όγκο του Δασυλλίου (δασικές εκτάσεις) ενώ η ΑΒΑ κατεύθυνση είναι πιο δυναμική με αύξηση της κτισμένης επιφάνειας στις περιοχές των Συχαινών και Ανω Μποζαϊτικών.

#### 11.4.2 Ανάλυση διαβάθμισης του ρυθμού μεταβολής της κτισμένης επιφάνειας ανά απόσταση και κατεύθυνση

Η ανάλυση διαβάθμισης του ρυθμού μεταβολής της κτισμένης επιφάνειας αναδεικνύει σε ποια απόσταση και σε ποια κατεύθυνση οι περιοχές αστικοποιήθηκαν περισσότερο και γρηγορότερα από άλλες, λόγω αστικής διάχυσης.

**Σειρά Χαρτών 11.16: Ρυθμός μεταβολής της κτισμένης επιφάνειας ανά απόσταση και κατεύθυνση**



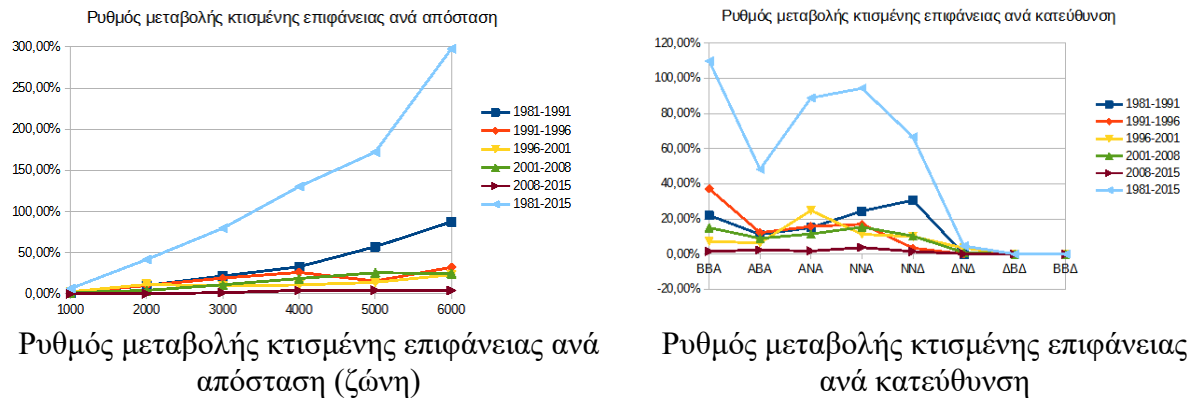


Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Την δεκαετία 1981 – 1991 ο ρυθμός μεταβολής είναι υψηλός κυρίως στην ΒΒΑ κατεύθυνση στην περιοχή της Αγυιάς, της Εξω Αγυιάς και του Καστελλόκαμπου αλλά και στην ΝΝΔ κατεύθυνση των Ιτιών και του βορείου τμήματος της Οβρυάς. Η κατεύθυνση ΝΝΑ εμφανίζεται επίσης ενεργοποιημένη των περιοχών των Ζαρουχλείκων, του Ψαροφαΐου, του Μπεγουλακίου, της Περιβόλας και των Δεμένικων. Μεταξύ 1991 και 1996 η αστικοποίηση συνεχίζεται στην ΒΒΑ κατεύθυνση και στην περιοχή της Αγυιάς και του Καστελλόκαμπου ενώ ανεβαίνει η κτισμένη επιφάνεια στην ΝΝΑ κατεύθυνση στην περιοχή των Ζαρουχλείκων, Εθνικού Σταδίου, ΤΕΙ, Μπεγουλακίου, Περιβόλας και Δεμένικων.. Η πενταετία 1996 – 2001 ανεβάζει το ρυθμό μεταβολής στην ΑΝΑ κατεύθυνση και στις παρυφές της πόλης μακρύτερα από τις γειτονιές της Αρόης και Διάκου – Σαμακιάς, ενώ η επταετία 2001-2008 εμφανίζεται σχετικά σταθεροποιημένη με τις περιοχές της Αγυιάς. Εξω Αγυιάς, Μπεγουλακίου, Περιβόλας και Δεμένικων να εμφανίζουν αύξηση. Ο ρυθμός μεταβολής από 2008 – 2015 είναι πολύ χαμηλός καθώς την περίοδο αυτή η οικοδομική δραστηριότητα ήταν μικρή. Τέλος, για το διάστημα των τριανταεσσάρων ετών, τον υψηλότερο ρυθμό μεταβολής της κτισμένης επιφάνειας έχουν οι περιοχές στην περίμετρο του κέντρου, από τη ζώνη των 3000μ. και εξής ιδιαίτερα προς τις ΝΝΑ, ΝΝΔ και ΒΒΑ κατευθύνσεις.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα διαγράμματα του ρυθμού μεταβολής της κτισμένης επιφάνειας ανά απόσταση (ζώνη) και κατεύθυνση.

**Σειρά Διαγραμμάτων 11.10: Ρυθμός μεταβολής της κτισμένης επιφάνειας ανά απόσταση και κατεύθυνση**



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Από το διάγραμμα του ρυθμού μεταβολής της κτισμένης επιφάνειας ανά απόσταση προκύπτει ότι η μέγιστη μεταβολή στο διάστημα των τριαντατεσσάρων ετών σημειώνεται στην ζώνη των 6000μ. με ποσοστό που αγγίζει το 300%. Η δεκαετία 1981 – 1991 ήταν αυτή στην οποία σημειώθηκαν οι υψηλότεροι ρυθμοί μεταβολής ακολουθούμενοι από την πενταετία 1991 – 1996. Η ζώνη που παρουσίασε τον υψηλότερο ρυθμό μεταβολής ήταν αυτή των 6000μ. ακολουθούμενη από αυτές των 5000μ και 4000μ. ενώ η ζώνη των 1000μ. (κέντρο) είχε μέσο ρυθμό μεταβολής στο διάστημα των τριαντατεσσάρων χρόνων 1,25% ενώ κάθε ζώνη αυξάνεται περίπου κατά μέσο όρο 5,5% από την προηγούμενη της.

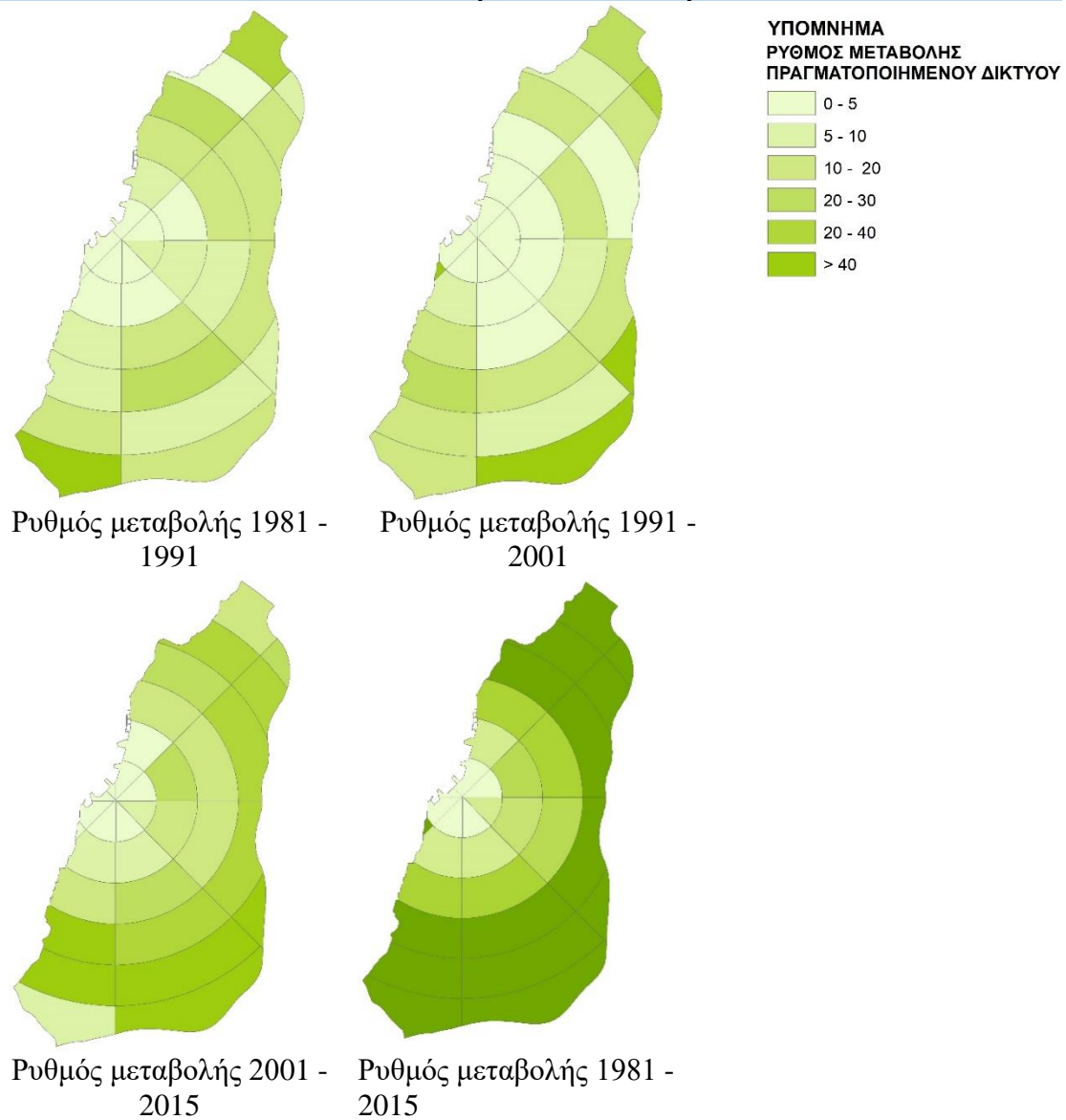
Από το διάγραμμα του ρυθμού μεταβολής της κτισμένης επιφάνειας ανά κατεύθυνση προκύπτει ότι BBA κατεύθυνση (Γλυφάδα, Αγυιά, Έξω Αγυιά, Προάστειο, Άγιος Παντελεήμονας, Καστελλόκαμπος).ήταν αυτή που αυξήθηκε γρηγορότερα στο διάστημα των τριαντατεσσάρων ετών με ποσοστό πάνω από 100%.. Η NNA κατεύθυνση (Λάγγουρας, Ψαροφάι, Ζαρουχλέικα, Εθνικό Στάδιο, ΤΕΙ, Μπεγουλάκι, Περιβόλα, Δεμένικα), ήταν η επόμενη με τον υψηλότερο ρυθμό μεταβολής.

**11.4.3 Ανάλυση διαβάθμισης του ρυθμού μεταβολής του πραγματοποιημένου οδικού δικτύου**

Η ανάλυση διαβάθμισης εξετάζει με τη βοήθεια του ρυθμού μεταβολής του πραγματοποιημένου οδικού δικτύου την ταχύτητα με την οποία ολοκληρώνεται ανά δεκαετία το οδικό δίκτυο σε συγκεκριμένες αποστάσεις και κατευθύνσεις από το κέντρο της πόλης (πλατεία Γεωργίου)



**Σειρά Χαρτών 11.17: Ρυθμός μεταβολής πραγματοποιημένου οδικού δικτύου ανά απόσταση και κατεύθυνση**



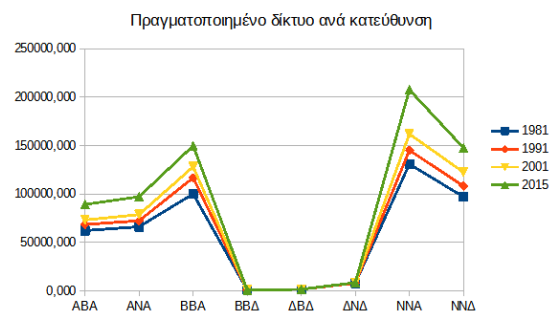
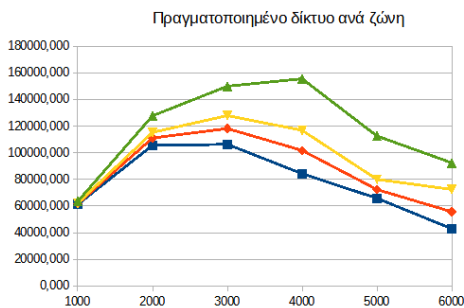
Πηγή: *Ιδία επεξεργασία*

Την δεκαετία 1981 – 1991 το οδικό δίκτυο αυξάνει περισσότερο στην ΒΒΑ κατεύθυνση κυρίως στις περιοχές της Αγυιάς, και του Καστελλόκαμπου αλλά και στην ΝΝΔ κατεύθυνση των Ιτιών. Η περιοχή ΝΝΑ Ζαρουχλείκων και Ψαροφαΐου επίσης εμφανίζει δραστηριότητα όπως επίσης και η ΑΒΑ (Ανθούπολη, Αρέθα, Συχαινά). Μεταξύ 1991 και 2001 συνεχίζεται η πύκνωση του οδικού δικτύου στις ζώνες ΒΒΑ και ΝΝΑ στις οποίες προστίθενται και οι με κατεύθυνση ΑΝΑ παρυφές της πόλης μακρύτερα από τις γειτονιές της Αρόης και Διάκου – Σαμακιάς, Το διάστημα 2001 – 2015 εμφανίζεται έντονα η τάση για αύξηση δικτύου προς όλες τις κατευθύνσεις πέρα του ορίου των 3000μ. και ιδιαίτερα στην ΝΝΑ, ΒΒΑ και ΒΒΔ κατεύθυνση. Τέλος, για το διάστημα των τριαντατεσσάρων ετών, το πραγματοποιημένο δίκτυο αυξάνεται προς όλες τις κατευθύνσεις πέραν του ορίου της ζώνη των 3000μ.

Θα πρέπει να σημειωθεί εδώ η πλήρης ταύτιση του ρυθμού μεταβολής του πραγματοποιημένου οδικού δικτύου με τον ρυθμό μεταβολής της κτισμένης επιφάνειας, επιβεβαιώνοντας τη θεωρία της αστικής διάχυσης για εξάρτηση των παραμέτρων του οδικού δικτύου με αυτών της κτισμένης επιφάνειας

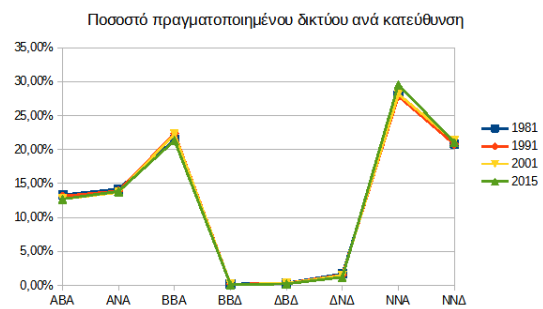
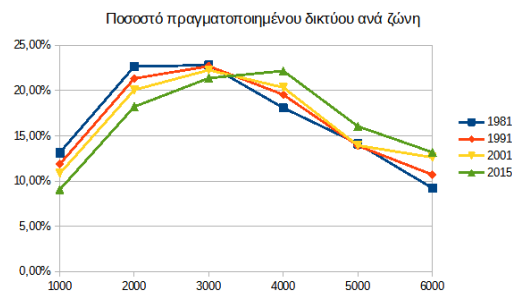
Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα διαγράμματα του ρυθμού μεταβολής του πραγματοποιημένου οδικού δικτύου ανά απόσταση (ζώνη) και κατεύθυνση. Η απόσταση της κάθε ζώνης δίδεται σε μέτρα.

**Σειρά Διαγραμμάτων 11.11: Ρυθμός μεταβολής του πραγματοποιημένου οδικού δικτύου ανά απόσταση και κατεύθυνση**



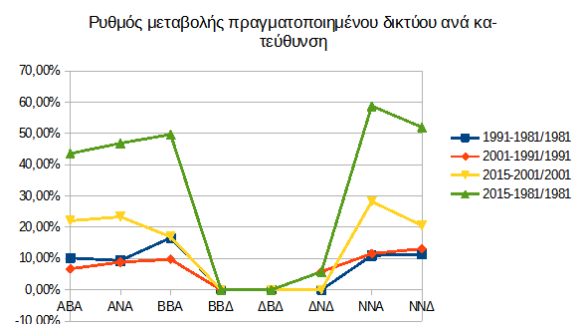
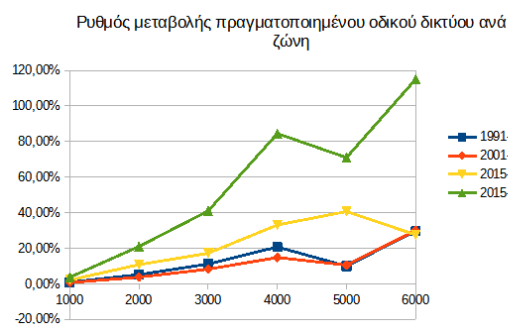
Πραγματοποιημένο οδικό δίκτυο ανά απόσταση (ζώνη)

Πραγματοποιημένο οδικό δίκτυο ανά κατεύθυνση



Ποσοστό πραγματοποιημένου οδικού δικτύου ανά απόσταση (ζώνη)

Ποσοστό πραγματοποιημένου οδικού δικτύου ανά κατεύθυνση



Ρυθμός μεταβολής πραγματοποιημένου οδικού δικτύου ανά απόσταση (ζώνη)

Ρυθμός μεταβολής πραγματοποιημένου οδικού δικτύου ανά κατεύθυνση

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

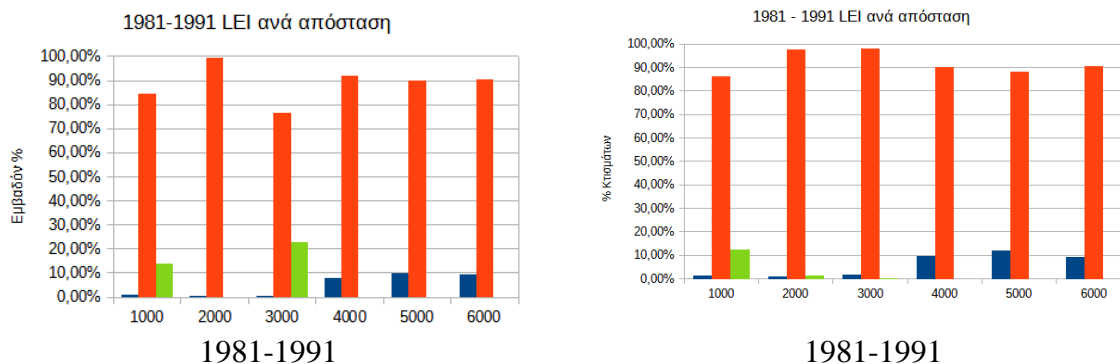
Στο διάστημα των τριαντατεσσάρων ετών το οδικό δίκτυο αυξήθηκε γρηγορότερα στην ζώνη των 6000μ και 4000μ. Το διάστημα με τον μεγαλύτερο ρυθμό μεταβολής σε όλες της ζώνες πέραν των 3000μ, ήταν το 2001-2015 καθώς την ίδια χρονική περίοδο σημειώθηκε σημαντική αύξηση της κτισμένης επιφάνειας στις ζώνες αυτές. Η ζώνη των 6000μ. στο διάστημα των τριαντατεσσάρων ετών αυξήθηκε κατά 215%, η ζώνη των 5000μ αυξήθηκε κατά 171% , η ζώνη των 4000μ. αυξήθηκε κατά 185% και η ζώνη των 3000μ. αυξήθηκε κατά 141%

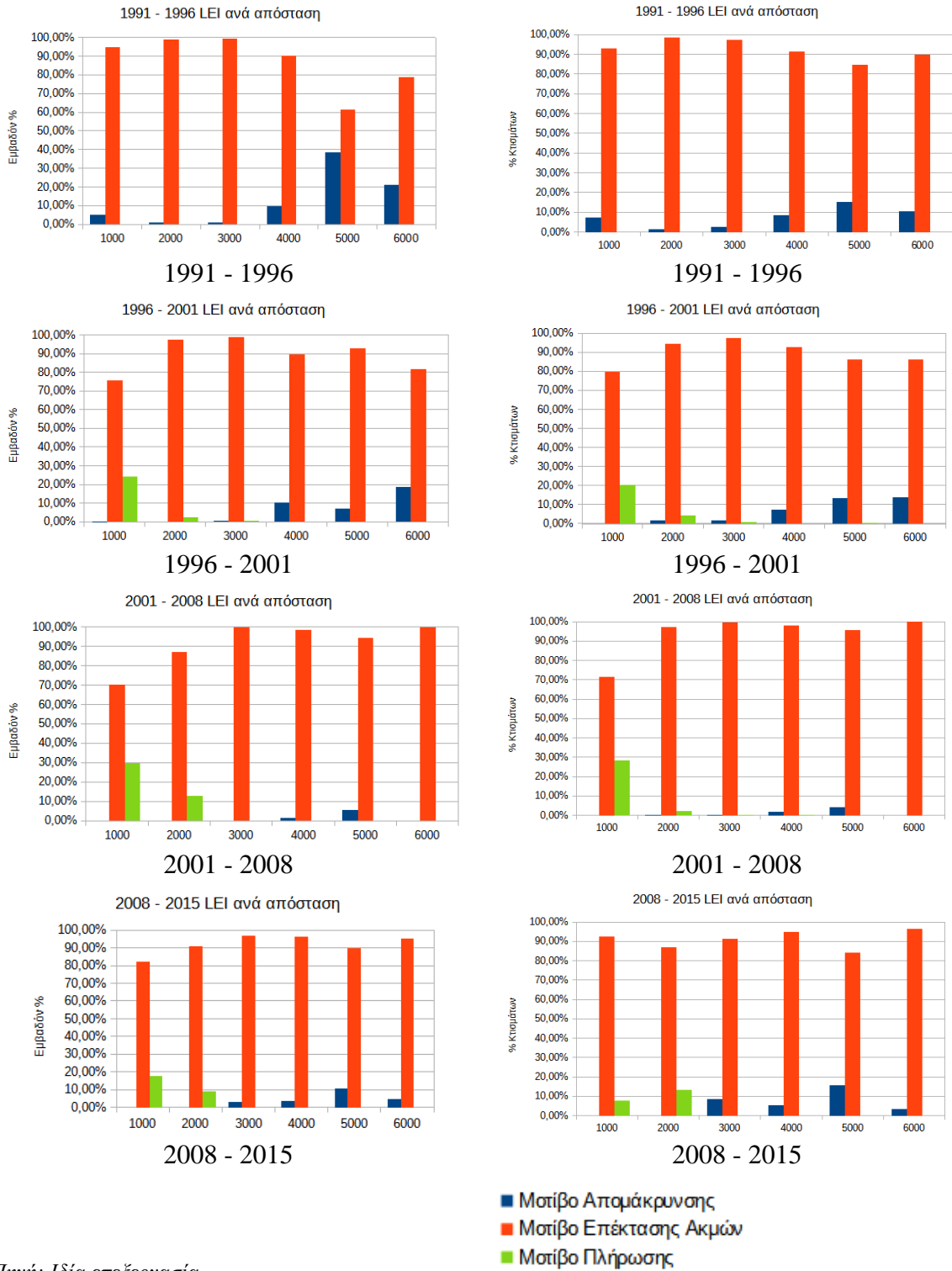
Η κατεύθυνση με τη μεγαλύτερη αύξηση του οδικού δικτύου ήταν και εδώ η NNA (Λάγγουρας, Ψαροφαί, Ζαρουχλίκια, Εθνικό Στάδιο, TEI, Μπεγουλάκι, Περιβόλα, Δεμένικα) με αύξηση 150% περίπου, στο διάστημα των τριαντατεσσάρων ετών. Η κατεύθυνση NNA είχε επίσης και τον μεγαλύτερο ρυθμό μεταβολής, ακολουθούμενη από την NNA (Σκαγιοπούλειο, Πράτσικας, Ζαρουχλίκια (δυτικά), Ψαχού, Μέμου, Ιτιές, Λεύκα) με αύξηση 148% και BBA με αύξηση επίσης 148% και τον τρίτο μεγαλύτερο ρυθμό μεταβολής (Γλυφάδα, Αγυιά, Έξω Αγυιά, Προάστειο, Άγιος Παντελεήμονας, Καστελλόκαμπος).

#### 11.4.4 Ο Δείκτης Επέκτασης Τοπίου (LEI) ανά απόσταση και κατεύθυνση

Η ανάλυση διαβάθμισης του Δείκτη Επέκτασης Τοπίου (LEI) ανά απόσταση και κατεύθυνση ποσοτικοποιεί τους τρεις τύπους της αστικής επέκτασης, πλήρωση (infilling), επέκταση ακμών (edge – expansion) και απομάκρυνση (outlying) για κάθε έτος αναφοράς χρησιμοποιώντας τις δημιουργηθείσες ζώνες από 1000μ έως και 6000μ και τις οκτώ κατευθύνσεις που περιγράφησαν στο κεφάλαιο 2.5.2.2 και 11.4. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στα αντίστοιχα διαγράμματα τόσο σε ποσοστό του εμβαδού της κτισμένης επιφάνειας όσο και σε ποσοστό των κτισμάτων στις αντίστοιχες περιόδους αναφοράς. Τα διαγράμματα ανά απόσταση και κατεύθυνση δίνουν χρήσιμες πληροφορίες για το είδος της αστικής επέκτασης που δημιουργείται σε κάθε χρονική περίοδο αλλά και για το σε ποιες ζώνες και σε ποιες κατευθύνσεις δημιουργείται ο συγκεκριμένος τύπος επέκτασης

**Σειρά Διαγραμμάτων 11.12: Δείκτης Επέκτασης Τοπίου (LEI) ανά απόσταση για την κτισμένη επιφάνεια και τον αριθμό των κτισμάτων**





Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Το μοτίβο που επικράτησε στην αστική επέκταση της περιοχής μελέτης ανά απόσταση ήταν αυτό της επέκτασης ακμών τόσο για την κτισμένη επιφάνεια όσο και για τα κτίσματα.

Την περίοδο 1981 – 1991 το ποσοστό της κτισμένης επιφάνειας που ακολούθησε τον τύπο της επέκτασης ακμών κυμαίνεται από 77% έως και 99,5% και το ποσοστό των

κτισμάτων κυμαίνεται από 86% έως 98% αντίστοιχα. Το μοτίβο της πλήρωσης εμφανίστηκε στην ζώνη των 3000μ και των 1000μ σε ποσοστά 22,5% και 14% αντίστοιχα, ενώ στα κτίσματα ήταν περίπου 12% στην ζώνη των 1000μ ενώ στη ζώνη των 3000 πολύ χαμηλό. Το μοτίβο της απομάκρυνσης εμφανίζεται από τη ζώνη των 4000μ. και πάνω, ενώ εμφανίζει τη μέγιστη τιμή 10% στη ζώνη των 5000μ και 6000μ. ενώ στα κτίσματα ανεβαίνει στην τιμή του 12% στην ζώνη των 5000μ και περίπου 10% για τις άλλες ζώνες. Φαίνεται λοιπόν να δημιουργούνται περισσότερα μικρά κτίσματα στην ζώνη των 5000μ.

Την περίοδο 1991 – 1996 συνεχίζεται η κυριαρχία του μοτίβου της επέκτασης ακμών με τιμές από 62% έως και 99% για τις ζώνες από 1000μ έως και 3000μ. για την κτισμένη επιφάνεια ενώ η κατώτερη τιμή στα κτίσματα είναι 85% στη ζώνη των 5000μ με την ανώτερη σχεδόν 99% στη ζώνη των 2000μ. Το μοτίβο της πλήρωσης είναι μηδενικό τόσο στην κτισμένη επιφάνεια όσο και στα κτίσματα. Στην περίοδο αυτή διαπιστώνεται αύξηση του μοτίβου της απομάκρυνσης με τα ποσοστά στην ζώνη των 5000μ. να ανέρχονται στο 38,5% για την κτισμένη επιφάνεια και στο 15% για τα κτίσματα. Στην περίπτωση αυτή δημιουργούνται μεγάλα κτίσματα στη ζώνη των 5000μ.

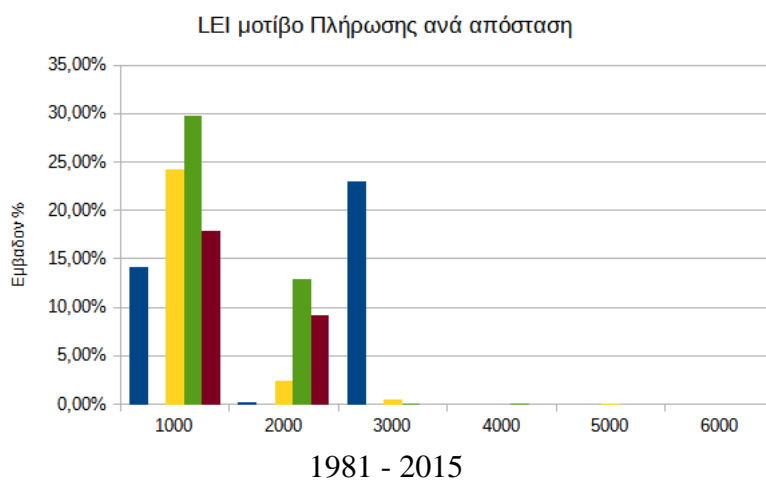
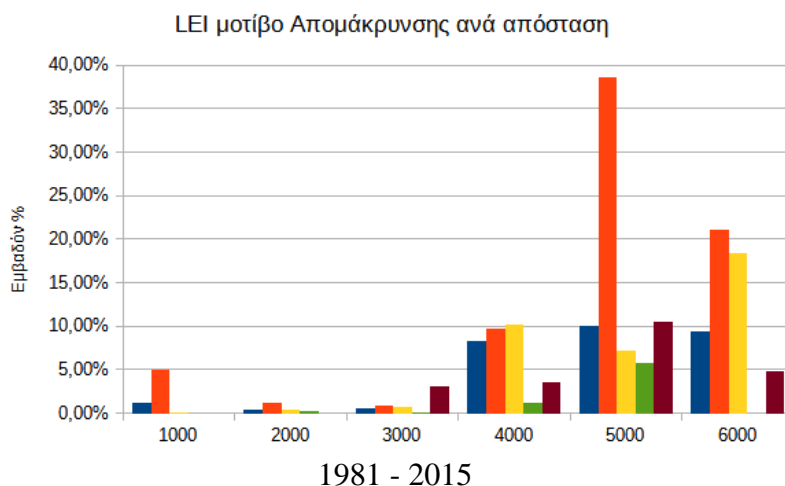
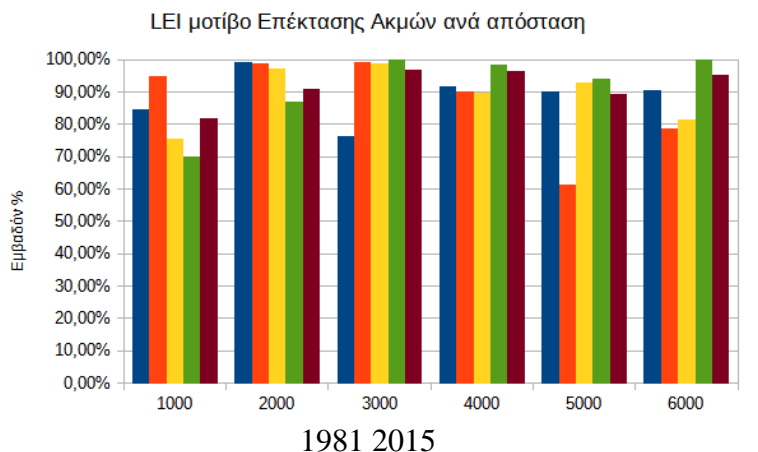
Από το 1996 – 2001 το μοτίβο της επέκτασης ακμών για την κτισμένη επιφάνεια κυμαίνεται από 76% στη ζώνη των 1000μ έως σχεδόν 99% για τη ζώνη των 3000μ. ενώ για τα κτίρια τα ποσοστά είναι επίσης ανάλογα. Το μοτίβο της πλήρωσης επανεμφανίζεται στη ζώνη των 1000μ. σε ποσοστό περίπου 24% ενώ στη ζώνη των 2000μ. είναι εξαιρετικά χαμηλό, τόσο στην κτισμένη επιφάνεια όσο και στα κτίρια. Το μοτίβο της απομάκρυνσης παρατηρείται στις ζώνες από 4000μ και πάνω με την μέγιστη τιμή 18,5% να εμφανίζεται στη ζώνη των 6000μ. για την κτισμένη επιφάνεια και 13,5% για τις ζώνες 5000μ και 6000μ. για τα κτίσματα

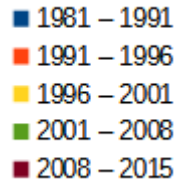
Την περίοδο 2001 – 2008 το ποσοστό της κτισμένης επιφάνειας που ακολούθησε τον τύπο της επέκτασης ακμών κυμαίνεται από 70% έως και 99,9% ενώ το ποσοστό των κτισμάτων κυμαίνεται από 72% έως 99,9% αντίστοιχα. Το μοτίβο της πλήρωσης εμφανίζεται στις ζώνες 1000μ και 2000μ. σε ποσοστό 29,8% και 13% αντίστοιχα για την κτισμένη επιφάνεια και 28% στα κτίρια για τη ζώνη των 1000μ. Το μοτίβο της απομάκρυνσης παίρνει τη μέγιστη τιμή του στη ζώνη των 5000μ και ανέρχεται σε 5,7% για την κτισμένη επιφάνεια και σε 4,5% για τα κτίρια.

Την περίοδο 2008 – 2015 το μοτίβο της επέκτασης ακμών διαμορφώνεται από 82% στη ζώνη των 1000μ έως 97% στη ζώνη των 3000μ για την κτισμένη επιφάνεια ενώ για τα κτίσματα από 84,2% στη ζώνη των 5000μ. έως 97% στη ζώνη των 6000μ. Συνεπώς, περισσότερα μικρά κτίρια δημιουργούνται στις ζώνες άνω των 5000μ. Το μοτίβο της πλήρωσης είναι σχεδόν 18% στη ζώνη των 1000μ. ενώ πέφτει στο 9,2% στη ζώνη των 2000μ για την κτισμένη επιφάνεια, ενώ και τα κτίσματα ακολουθούν παρόμοιο μοτίβο. Τέλος, το μοτίβο της απομάκρυνσης ανεβαίνει στο 10,5% στη ζώνη των 5000μ. ενώ δεν ξεπερνά το 4% στις ζώνες 4000μ. και 6000μ. για την κτισμένη επιφάνεια ενώ στα κτίσματα τα ποσοστά είναι ανάλογα για τις ζώνες των 4000μ και 6000μ. και 15,8% για την ζώνη των 5000μ.

Συγκεντρωτικές τιμές του δείκτη επέκτασης τοπίου (LEI) για την κτισμένη επιφάνεια ανά απόσταση και ανά κατηγορία επέκτασης παρουσιάζονται στο παρακάτω διάγραμμα για τα έτη αναφοράς.

**Σειρά Διαγραμμάτων 11.13: Δείκτης Επέκτασης Τοπίου (LEI) ανά απόσταση- Συγκεντρωτικά ανά κατηγορία επέκτασης**





Πηγή: Ιδία επεξεργασία

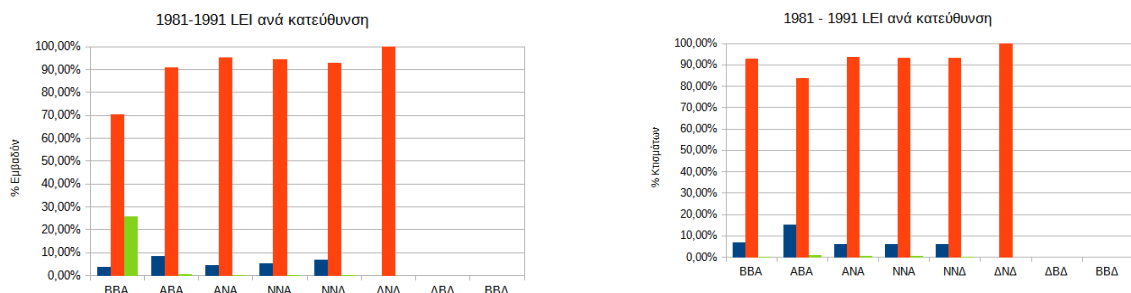
Όπως φαίνεται από τα διαγράμματα, το μοτίβο της επέκτασης των ακμών είναι σε όλα τα έτη αναφοράς και σε όλες τις ζώνες εξαιρετικά υψηλό και απόλυτα κυρίαρχο. Χαμηλότερες τιμές του λαμβάνονται στη ζώνη των 1000μ. και ειδικά κατά τα έτη 2001 – 2008 με ποσοστό 70,2% ενώ στις υπόλοιπες ζώνες φτάνει το 99,5% στη ζώνη των 2000μ τα έτη 1981-1991, το 99,2% στη ζώνη των 3000μ τα έτη 1991 – 1996 και το 99,9% τα έτη 2001 – 2008, φτάνει το 98,7% στη ζώνη των 4000μ. τα έτη 2001 – 2008, το 94,3% στη ζώνη των 5000μ. τα έτη 2001- 2008 ενώ στη ζώνη των 6000μ. φτάνει το 100% τα έτη 2001 – 2008 ενώ η μικρότερη τιμή του δείκτη σε αυτή τη ζώνη σημειώνεται τα έτη 1991 – 1996 με ποσοστό 78,85%.

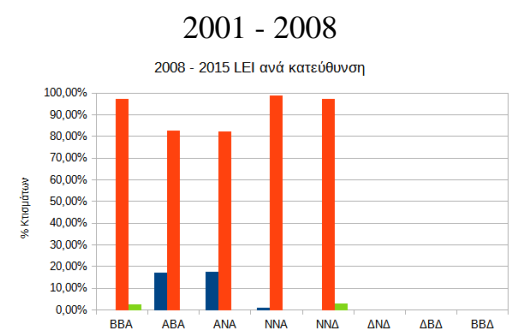
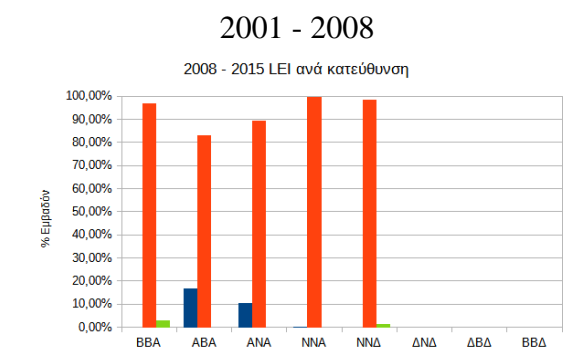
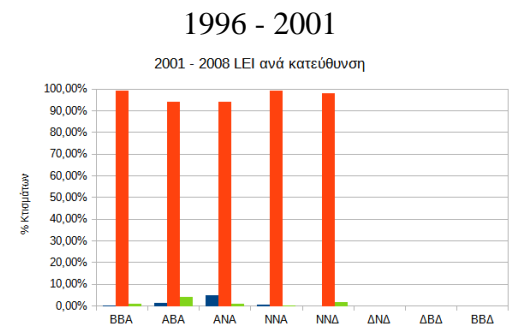
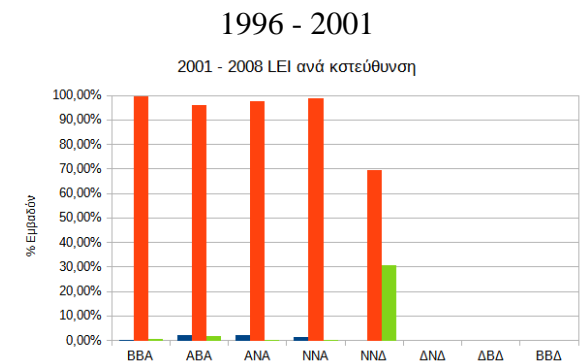
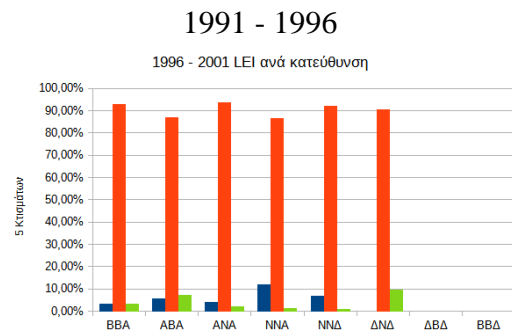
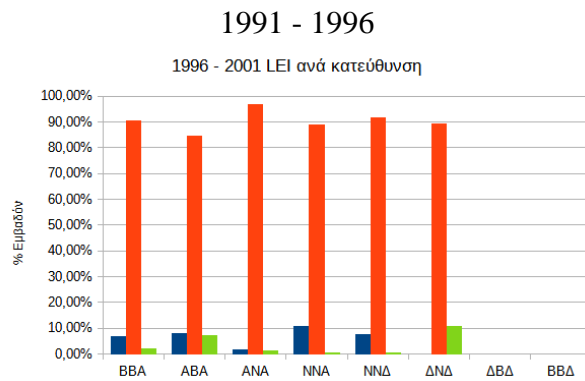
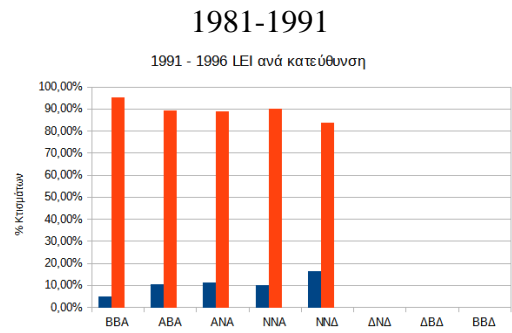
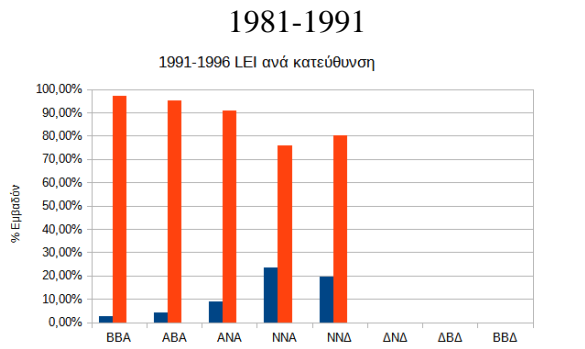
Το μοτίβο της απομάκρυνσης εμφανίζεται κυρίως από τη ζώνη των 4000μ. και εξής ενώ στις άλλες ζώνες το ποσοστό είναι πολύ μικρό ή απουσιάζει εντελώς. Η υψηλότερη τιμή του δείκτη 38,56% εμφανίζεται στη ζώνη των 5000μ. τα έτη 1991 – 1996, ενώ στη ζώνη των 6000μ. παρατηρούνται οι περισσότερες τιμές απομάκρυνσης σε όλα τα έτη αναφοράς. Οι περίοδοι 1981 – 1991 και 1991 – 1996 είναι εκείνες που εμφανίζεται το μοτίβο της απομάκρυνσης σε όλες τις ζώνες ενώ οι περίοδοι 2001- 2008 και 2008 - 2015 είναι εκείνες με τις λιγότερες ζώνες εμφάνισης.

Το μοτίβο της πλήρωσης λαμβάνει χώρα μόνον μέχρι τη ζώνη των 3000μ. και αυτό συνέβη κατά το έτος 1981-1991 με το ποσοστό να ανέρχεται στο 22,5%, ενώ στην αντίστοιχη ζώνη το 1996 - 2001 το ποσοστό είναι της τάξης του 0,5%. Η ζώνη των 1000μ. είναι αυτή που παρατηρείται πλήρωση σε όλα τα έτη αναφοράς πλην 1991 – 1996. Η μεγαλύτερη τιμή 29,8% παρουσιάζεται κατά τα έτη 2001 – 2008 ενώ στα άλλα έτη εμφανίζονται τιμές από 14% έως 24%. Η ζώνη των 2000μ. έχει σχετικά μικρές τιμές που δεν ξεπερνούν το 13%

Τα διαγράμματα του Δείκτη Επέκτασης Τοπίου ανά κατεύθυνση παρουσιάζονται στο διάγραμμα 11.13

**Σειρά Διαγραμμάτων 11.14: Δείκτης Επέκτασης Τοπίου (LEI) ανά κατεύθυνση για την κτισμένη επιφάνεια και τον αριθμό των κτισμάτων**





- Μοτίβο Απομάκρυνσης
- Μοτίβο Επέκτασης Ακμών
- Μοτίβο Πλήρωσης

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Το μοτίβο που επικράτησε στην αστική επέκταση της περιοχής μελέτης ανά κατεύθυνση ήταν αυτό της επέκτασης ακμών τόσο για την κτισμένη επιφάνεια όσο και για τα κτίσματα. Οι κατευθύνσεις ΔΒΔ και ΒΒΔ περιλαμβάνουν περιοχές του κέντρου πλησίον της ακτογραμμής και έχουν ελάχιστη επιφάνεια επεξεργασίας. Επιπροσθέτως,



οι κατευθύνσεις ήταν ήδη κτισμένες το 1981 και δεν άλλαξαν κτισμένη επιφάνεια. Ως αποτέλεσμα, δεν έχουν συμμετοχή στην διάχυση της πόλης και δεν εμφανίζονται στα αντίστοιχα διαγράμματα.

Την περίοδο 1981 – 1991 το ποσοστό της κτισμένης επιφάνειας που ακολούθησε τον τύπο της επέκτασης ακμών κυμαίνεται από 70,4% στην BBA κατεύθυνση έως 100% στην ΔΝΔ κατεύθυνση ενώ το αντίστοιχο ποσοστό στα κτίσματα κυμαίνεται από 84% περίπου στην ABA κατεύθυνση έως 100% στην ΔΝΔ. Το μοτίβο της πλήρωσης εμφανίζεται στην BBA κατεύθυνση σε ποσοστό 26% ενώ στις άλλες διευθύνσεις τείνει στο μηδέν, ενώ για τα κτίσματα τα ποσοστά παραμένουν μικρά. Το μοτίβο της απομάκρυνσης εμφανίζεται σε όλες τις κατευθύνσεις πλην της ΔΝΔ με την ABA και NNA να έχουν τα μεγαλύτερα ποσοστά 8,4% και 7% αντίστοιχα. Φαίνεται λοιπόν ότι η κατεύθυνση BBA είναι αυτή που εμφανίζει και τα τρία μοτίβα σε υπολογίσιμα ποσοστά (Αγυιά, Εξω Αγυιά, Καστελλόκαμπος)

Την περίοδο 1991 – 1996 το μοτίβο της επέκτασης ακμών συνεχίζει την κυριαρχία του με τιμές από 76,22% στη NNA έως και 97,2% στη BBA για την κτισμένη επιφάνεια ενώ η κατώτερη τιμή στα κτίσματα είναι 84% περίπου στην NND και NNA. ενώ η μέγιστη τιμή στην BBA κατ' αναλογία με την κτισμένη επιφάνεια. Το μοτίβο της πλήρωσης είναι μηδενικό τόσο στην κτισμένη επιφάνεια όσο και στα κτίσματα. Στην περίοδο αυτή διαπιστώνεται αύξηση του μοτίβου της απομάκρυνσης κυρίως στην NNA και NND κατεύθυνση με τα ποσοστά να φτάνουν σχεδόν το 24% για την πρώτη και περίπου το 20% για την NND για την κτισμένη επιφάνεια ενώ για τα κτίσματα το υψηλότερο ποσοστό σημειώνεται στην NND και ακολούθως στην NNA. Στην περίπτωση αυτή δημιουργούνται μεγάλα κτίσματα στην NNA κατεύθυνση και περισσότερα αλλά μικρότερα στην NND κατεύθυνση.

Από το 1996 – 2001 το μοτίβο της επέκτασης ακμών για την κτισμένη επιφάνεια κυμαίνεται από 85% στην κατεύθυνση ABA έως 97% στην ANA ενώ και για τα κτίρια υπάρχει μια παρόμοια εικόνα. Το μοτίβο της πλήρωσης έχει ποσοστό 10,8% στην ΔΝΔ κατεύθυνση, μια αστική περιοχή γύρω από την εκκλησία του Αγ. Ανδρέα, ενώ στην ABA κατεύθυνση το ποσοστό είναι 7,3% με τις άλλες κατευθύνσεις να έχουν εξαιρετικά χαμηλό ποσοστό. Ομοια η εικόνα και για τα κτίρια. Το μοτίβο της απομάκρυνσης είναι υψηλότερο στην κατεύθυνση NNA με ποσοστό 10,7%, ενώ οι κατευθύνσεις NND, BBA και ABA έχουν ποσοστό πάνω από 7% για την κτισμένη επιφάνεια. Στα κτίσματα η κατεύθυνση NNA είναι επίσης αυτή με το μεγαλύτερο ποσοστό που ανέρχεται στο 12% ενώ και οι άλλες κατευθύνσεις έχουν ανάλογο ποσοστό με την κτισμένη επιφάνεια.

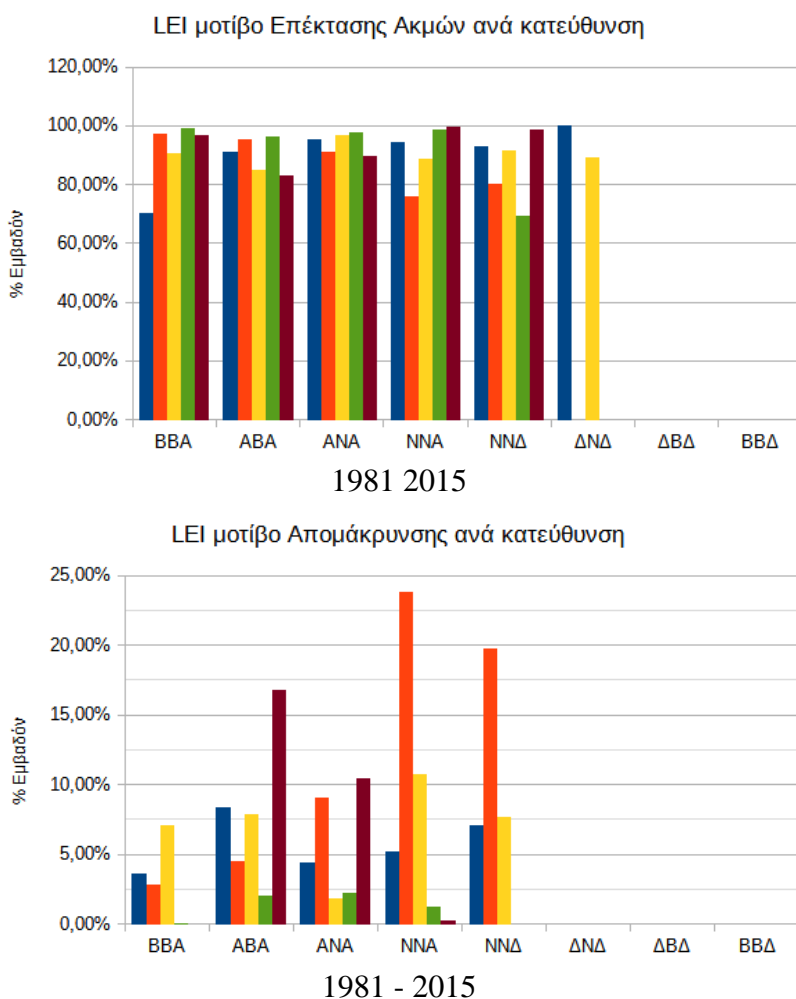
Την περίοδο 2001 – 2008 το ποσοστό της κτισμένης επιφάνειας που ακολούθησε τον τύπο της επέκτασης ακμών ήταν υψηλότερο στην BBA κατεύθυνση με ποσοστό που σχεδόν αγγίζει το 100%, ενώ χαμηλότερο ποσοστό είχε η NND κατεύθυνση με ποσοστό 69,5%. Στα κτίρια, η εικόνα είναι ανάλογη, με την BBA κατεύθυνση να λαμβάνει και εδώ το μεγαλύτερο ποσοστό. Το μοτίβο της πλήρωσης εμφανίζεται κυρίως στην κατεύθυνση NND σε ποσοστό 30% περίπου για την κτισμένη επιφάνεια ενώ για τα κτίρια η ABA είναι η κατεύθυνση με το υψηλότερο ποσοστό που φτάνει το

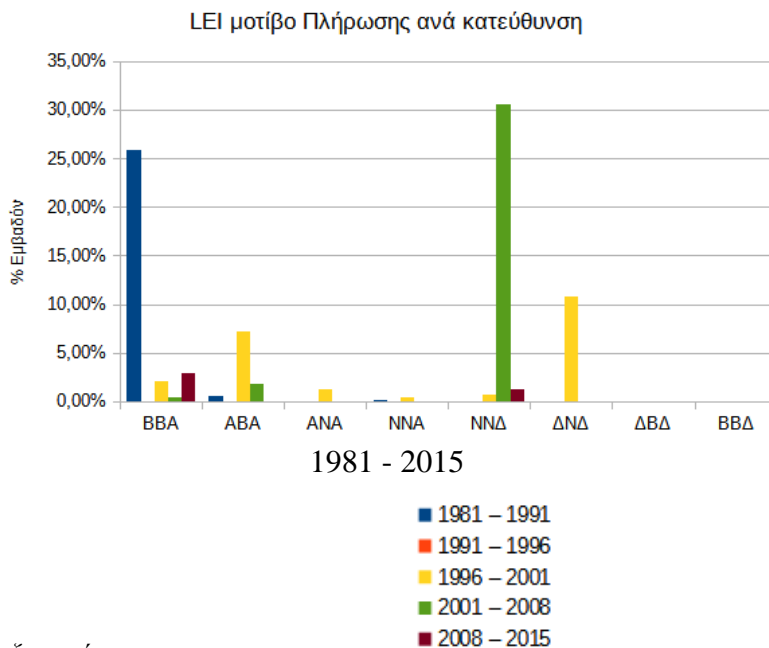
4%. Το μοτίβο της απομάκρυνσης παίρνει τη μέγιστη τιμή του στην κατεύθυνση της ΑΝΑ με ποσοστό 2,22% για την κτισμένη επιφάνεια και 5% για τα κτίρια ενώ στις άλλες ζώνες τα ποσοστά είναι μικρά.

Την περίοδο 2008 – 2015 το μοτίβο της επέκτασης ακμών διαμορφώνεται από 83% στην κατεύθυνση ΑΒΑ έως 99,8% στην ΝΝΑ για την κτισμένη επιφάνεια ενώ για τα κτίσματα η ΝΝΑ είναι επίσης η κατεύθυνση με το μέγιστο ποσοστό που αγγίζει το 99%. Το μοτίβο της πλήρωσης είναι πολύ χαμηλό και παρουσιάζεται σε δύο μόνο κατευθύνσεις των ΒΒΑ και ΝΝΔ τόσο στην κτισμένη επιφάνεια όσο και στα κτίρια, με το μέγιστο ποσοστό να είναι κάτω από 3%. Τέλος, το μοτίβο της απομάκρυνσης ανεβαίνει στο 16,8% στην κατεύθυνση ΑΒΑ ακολουθούμενο από την ΑΝΑ κατεύθυνση για την κτισμένη επιφάνεια με την αντίστοιχη εικόνα να σημειώνεται και για τα κτίρια.

Συγκεντρωτικές τιμές του δείκτη επέκτασης τοπίου (LEI) για την κτισμένη επιφάνεια ανά κατεύθυνση και ανά κατηγορία επέκτασης παρουσιάζονται στο παρακάτω διάγραμμα για τα έτη αναφοράς.

**Σειρά Διαγραμμάτων 11.15: Δείκτης Επέκτασης Τοπίου (LEI) ανά κατεύθυνση-Συγκεντρωτικά ανά κατηγορία επέκτασης**





Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Όπως φαίνεται από τα διαγράμματα, το μοτίβο της επέκτασης των ακμών είναι σε όλα τα έτη αναφοράς και σε όλες τις κατευθύνσεις εξαιρετικά υψηλό και κυρίαρχο. Η απουσία τιμών στις κατευθύνσεις ΔΒΔ και ΒΒΔ οφείλεται όπως έχει ήδη εξηγηθεί στο γεγονός ότι οι κατευθύνσεις αυτές αφορούν στην κεντρική περιοχή η οποία είναι ήδη κτισμένη και περιλαμβάνουν επίσης πολύ μικρή επιφάνεια. Στις κατευθύνσεις αυτές από το 1981 και εξής δεν οικοδομήθηκαν νέα κτίρια. Οι χαμηλότερες τιμές του μοτίβου σημειώνονται στην ΝΝΔ κατεύθυνση κατά τα έτη 2001 – 2008 με ποσοστό 69,4% ακολουθούμενες από την ΒΒΑ κατεύθυνση κατά τα έτη 1981 – 1991 με ποσοστό 70,5% , ενώ οι υψηλότερες τιμές είναι κατά τα έτη 1981 – 1991 στην ΔΝΔ κατεύθυνση με ποσοστό 100% ακολουθούμενες από την ΝΝΑ κατεύθυνση κατά τα έτη 2008 – 2015 με ποσοστό 99,7%

Το μοτίβο της απομάκρυνσης απουσιάζει απολύτως από την ΔΝΔ κατεύθυνση ενώ συνολικά τις μεγαλύτερες τιμές λαμβάνει στην ΝΝΑ κατεύθυνση με ποσοστά 23,8% για τα έτη 1991 – 1996 και 10,7% για τα έτη 1996 – 2001 και στη ΝΝΔ κατεύθυνση με ποσοστά 19,73% για τα έτη 1991 – 1996 και 7,7% για τα έτη 1996 – 2001. Οι μικρότερες τιμές εμφανίζονται συνολικά στην ΒΒΑ κατεύθυνση με ποσοστό 0,03% ενώ τα έτη 2001 – 2008 είναι αυτά με τα μικρότερα ποσοστά του μοτίβου της απομάκρυνσης. Η ΑΒΑ κατεύθυνση αυξάνει ιδιαίτερα την περίοδο 2008 – 2015 με ποσοστό 16,8%

Το μοτίβο της πλήρωσης δεν εμφανίζεται καθόλου σε καμιά κατεύθυνση κατά τα έτη 1991 – 1996 ενώ επίσης τα ποσοστά είναι χαμηλά για όλες τις κατευθύνσεις σε όλα τα έτη αναφοράς. Εξάιρεση αποτελούν τα έτη 2001 – 2008 για την κατεύθυνση ΝΝΔ και για τα έτη 1981 – 1991 για την κατεύθυνση ΒΒΑ

Συνδυάζοντας όλα τα παραπάνω στοιχεία για το δείκτη επέκτασης τοπίου ανά απόσταση και κατεύθυνση, μπορούν να εξαχθούν τα κάτωθι συμπεράσματα ανά έτη αναφοράς:

Την δεκαετία 1981 – 1991 σημειώνεται κυριαρχία του μοτίβου της επέκτασης ακμών σε όλες τις ζώνες και σε όλες τις κατευθύνσεις. Στην BBA κατεύθυνση και στη ζώνη των 3000μ (Γλυφάδα, Αγυιά). παρατηρούνται οι χαμηλότερες τιμές του μοτίβου ενώ στη ζώνη των 2000μ. και στην κατεύθυνση ΔΝΔ (αστική περιοχή γύρω από την εκκλησία του Αγ. Ανδρέα) οι υψηλότερες. Το μοτίβο της πλήρωσης εμφανίζεται υψηλό στις ζώνες των 3000μ. και 1000μ. και στην κατεύθυνση BBA (Γλυφάδα, Αγυιά, Εξω Αγυιά και Καστελλόκαμπος). Το μοτίβο της απομάκρυνσης εμφανίζεται από τη ζώνη των 4000μ. και πάνω με τις μέγιστες τιμές να παρατηρούνται στη ζώνη των 5000μ και 6000μ. με στις κατευθύνσεις ABA (Ζαβλάνι, Ανθούπολη, Κάτω Συχαινά) και NNA (ΤΕΙ, Μπεγουλάκι, Περιβόλα και Δεμένικα.)

Την πενταετία 1991 – 1996 συνεχίζεται η κυριαρχία του μοτίβου της επέκτασης ακμών σε όλες τις ζώνες και σε όλες τις κατευθύνσεις. Στην ζώνη των 3000μ και στην BBA κατεύθυνση (Γλυφάδα, Αγυιά). παρατηρούνται οι υψηλότερες τιμές. Το μοτίβο της πλήρωσης είναι μηδενικό τόσο στις ζώνες όσο και στις κατευθύνσεις. Παρατηρείται αύξηση του μοτίβου της απομάκρυνσης κυρίως στη ζώνη των 5000μ και στις NNA (ΤΕΙ, Μπεγουλάκι, Περιβόλα και Δεμένικα) και NND (Ψάχου, Ιτιές και βόρειο τμήμα της Οβρυάς) κατευθύνσεις.

Την πενταετία 1996 – 2001 το μοτίβο της επέκτασης ακμών κυριαρχεί σε όλες τις ζώνες και σε όλες τις κατευθύνσεις με τις μέγιστες τιμές να παρατηρούνται στη ζώνη των 3000μ και στην ANA κατεύθυνση (παρυφές της πόλης μακρύτερα από τις γειτονιές της Αρόης και Διάκου – Σαμακιάς). Το μοτίβο της πλήρωσης εμφανίζεται στη ζώνη των 1000μ. και στην ΔΝΔ κατεύθυνση (αστική περιοχή γύρω από την εκκλησία του Αγ. Ανδρέα) Το μοτίβο της απομάκρυνσης παρατηρείται στις ζώνες από 4000μ και πάνω με την μέγιστη τιμή να εμφανίζεται στη ζώνη των 6000μ. και ακολούθως στην ζώνη των 5000μ. και στις κατευθύνσεις NNA (ΤΕΙ, Μπεγουλάκι, Περιβόλα και Δεμένικα) και NND (Ψάχου, Ιτιές και βόρειο τμήμα της Οβρυάς)

Την επταετία 2001 – 2008 το μοτίβο της επέκτασης ακμών κυριαρχεί σε όλες τις ζώνες και σε όλες τις κατευθύνσεις με υψηλότερο στην BBA κατεύθυνση (Γλυφάδα, Αγυιά, Εξω Αγυιά και Καστελλόκαμπος). και από 3000μ. και πάνω. Το μοτίβο της πλήρωσης εμφανίζεται στις ζώνες 1000μ και 2000μ κυρίως στην κατεύθυνση NND (Κέντρο, Τριών Ναυάρχων, Σκαγιοπούλειο), ενώ το μοτίβο της απομάκρυνσης παίρνει τη μέγιστη τιμή του στη ζώνη των 5000μ και στην ANA κατεύθυνση (Γηροκομείο, Τζολέικα, Εγλυκάδα).

Την επταετία 2008 – 2015 δεν αλλάζει την κυριαρχία του μοτίβου της επέκτασης ακμών σε όλες τις ζώνες και σε όλες τις κατευθύνσεις με τις μέγιστες τιμές να σημειώνονται στη ζώνη των 3000μ. και της NNA κατεύθυνσης (Ζαρουχλέικα, Ψαροφάι, Λάγγουρα, Εθνικό Στάδιο, ΤΕΙ, Μπεγουλάκι, Περιβόλα και Δεμένικα). Το μοτίβο της πλήρωσης παίρνει τη μέγιστη τιμή του εντός της ζώνης των 1000μ και της BBA (Κέντρο, Νόρμαν) και NND κατεύθυνσης (Κέντρο). Τέλος, το μοτίβο της

απομάκρυνσης εμφανίζεται έντονο στις ζώνες 4000μ, 5000μ. και 6000μ. και στις ABA (Κάτω Συχαινά, βορειοανατολικές παρυφές της πόλης) και ANA (Γηροκομείο, Τζολέικα, Εγλυκάδα, Λυκόχωρος) κατευθύνσεις

### 11.5 Μέτρηση της αστικής διάχυσης με την Εντροπία Shannon (Shannon Entropy)

Η εντροπία Shannon αποτελεί ευρέως διαδεδομένη μέθοδο μέτρησης της αστικής διάχυσης, η οποία έχει χρησιμοποιηθεί σε πληθώρα μελετών (Yeh and Li, 2001, Bhatta, 2009, Bhatta et al., 2010, Sudhira et al., 2004, Deka et al. 2011)

Η εντροπία Shannon ( $H_n$ ) μπορεί να μετρήσει το βαθμό της χωρικής συγκέντρωσης ή της διασποράς μιας περιοχής, βασιζόμενη στη θεώρηση ότι όσο αυξάνει η κτισμένη επιφάνεια και η αστική διάχυση τόσο αυξάνει η εντροπία της περιοχής. Σύμφωνα με τη μεθοδολογία, η περιοχή μελέτης μπορεί να χωριστεί σε  $n$  ζώνες και εν συνεχεία υπολογίζεται η πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας των  $n$  ζωνών.. Η τιμή της εντροπίας  $H_n$  είναι πάντα μεταξύ 0 και  $\log_e(n)$  και υπολογίζεται με την ακόλουθη εξίσωση:

$$H = - \frac{1}{\log N} \sum_i p_i \log p_i$$

όπου το  $p_i$  δηλώνει το ποσοστό της κτισμένης επιφάνειας που βρίσκεται στη  $i^{\text{th}}$  ζώνη

$$(p_i = \frac{x_i}{\sum_j x_j}),$$

$n$  είναι ο αριθμός των ζωνών και  $x_i$  είναι η παρατηρηθείσα τιμή του φαινομένου στην  $i^{\text{th}}$  ζώνη. Εάν η τιμή της εντροπίας είναι κοντά στο μηδέν σημαίνει ότι η περιοχή είναι συμπαγής, ενώ εάν η τιμή της εντροπίας βρίσκεται κοντά στην τιμή  $\log_e(n)$  η περιοχή βρίσκεται σε αστική διάχυση

Επίσης, υπολογίζεται η σχετική εντροπία  $H'_n$ , η οποία επίσης χρησιμοποιείται για να δείξει την κλιμάκωση της εντροπίας. Η σχετική εντροπία παίρνει τιμές μεταξύ μηδέν και 1 και η σχέση που την περιγράφει είναι:

$$H'_n = \sum_{j=1}^m p_j \log(\frac{1}{p_j}) + \sum_{j=1}^m [p_j \sum_{i \in j} (\frac{p_{j(i)}}{p_j}) \log(\frac{p_j}{p_{j(i)}})],$$

Εάν η τιμή της σχετικής εντροπίας είναι κοντά στο μηδέν, σημαίνει ότι η περιοχή είναι συμπαγής, ενώ εάν η τιμή της εντροπίας βρίσκεται κοντά στην τιμή 1 η περιοχή βρίσκεται σε αστική διάχυση.

Προκειμένου να μειωθεί η ευαισθησία της εντροπίας Shannon στις παραλλαγές των σχημάτων και των μεγεθών των περιοχών που επιλέγονται για τον υπολογισμό, επιλέχθηκε να υπολογιστεί η εντροπία στον κάναβο 420X420, δηλ στα 299 πολύγωνα που σχηματίζονται. Επίσης υπολογίζεται η μεταβολή της εντροπίας  $E_n$  μεταξύ δύο

διαδοχικών χρονικών περιόδων (διαδοχικά έτη αναφοράς) για την σχετική εντροπία  $H'n$

Οι μεταβλητές της εντροπίας Shannon συνεπώς είναι:

$$n=299, \log_e(n) = 5,7004$$

Για τον υπολογισμό των τιμών χρησιμοποιήθηκαν τα εμβαδά της κτισμένης επιφάνειας ανά έτος αναφοράς (γεωχωρικό σύνολο κτισμένης επιφάνειας), όπως αυτά αθροίζονται στο κάθε κελί του κανάβου 420X420. Οι τιμές της εντροπίας για κάθε έτος αναφοράς έχουν ως εξής:

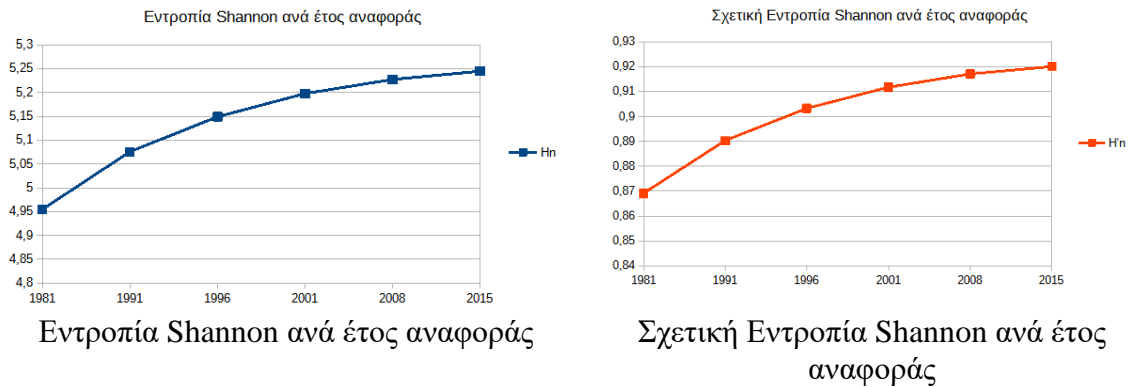
<i>Πίνακας 11.6: Εντροπία Shannon και Σχετική Εντροπία Shannon</i>			
<b>Έτος αναφοράς</b>	<b>Τιμές Εντροπίας Shannon <math>H_n</math></b>	<b>Σχετική Εντροπία Shannon <math>H'n</math></b>	<b>Μεταβολή <math>En</math></b>
<b>1981</b>	4,9545	0,8691	0,0212
<b>1991</b>	5,0755	0,8903	0,0129
<b>1996</b>	5,1489	0,9032	0,0085
<b>2001</b>	5,1976	0,9117	0,0053
<b>2008</b>	5,2273	0,9170	0,0030
<b>2015</b>	5,2445	0,9200	

$$\log_e(n) = 5,7004$$

*Πηγή: Ιδία επεξεργασία*

Από τις καταγεγραμμένες τιμές προκύπτει ότι η περιοχή μελέτης βρίσκεται σε αστική διάχυση καθώς οι τιμές της Εντροπίας Shannon ( $H_n$ ) αυξάνονται διαρκώς και τείνουν στην τιμή κορεσμού που είναι 5,7004. Αντίστοιχα, η Σχετική εντροπία Shannon ( $H'n$ ) τείνει στην τιμή 1, συνεπώς η περιοχή βρίσκεται σε αστική διάχυση. Η μεταβολή  $En$  δείχνει ότι η εντροπία αυξήθηκε περισσότερο μεταξύ 1981 και 1991 και ακολούθως μεταξύ 1991 και 1996. Η μικρότερη αύξηση της εντροπίας σημειώνεται μεταξύ 2008 και 2015.

**Σειρά Διαγραμμάτων 11.16: Εντροπία Shannon ( $H_n$ ) και Σχετική εντροπία Shannon ( $H'n$ ) ανά έτος αναφοράς**

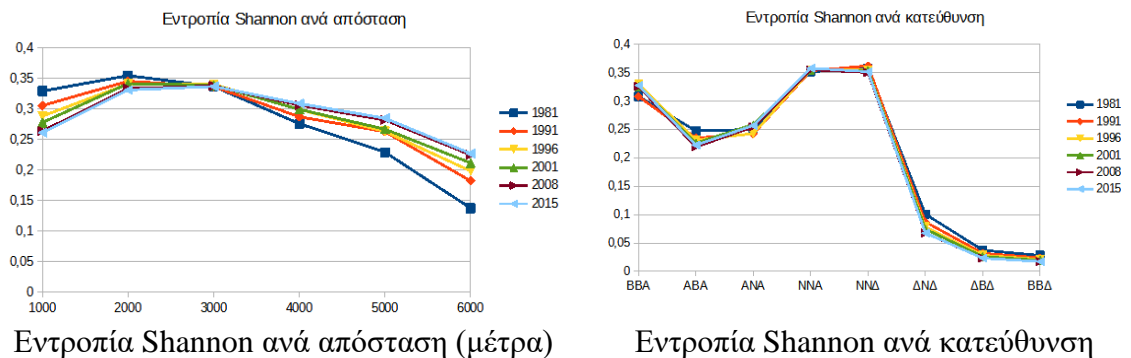


Πηγή: Ιδία επεξεργασία

**11.5.1 Μέτρηση της Εντροπίας Shannon (Shannon Entropy) με Ανάλυση Διαβάθμισης**

Η ανάλυση διαβάθμισης της Εντροπίας Shannon χρησιμοποιείται ώστε να διαπιστωθεί σε ποια απόσταση από το κέντρο και σε ποια κατεύθυνση παρατηρούνται οι υψηλότερες τιμές της εντροπίας, δηλ. της αστικής διάχυσης. Η μεθοδολογία χρησιμοποιήθηκε επίσης από τους Dutta & Das (2019).

**Σειρά Διαγραμμάτων 11.17: Εντροπία Shannon ( $H_n$ ) ανά απόσταση και κατεύθυνση**



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

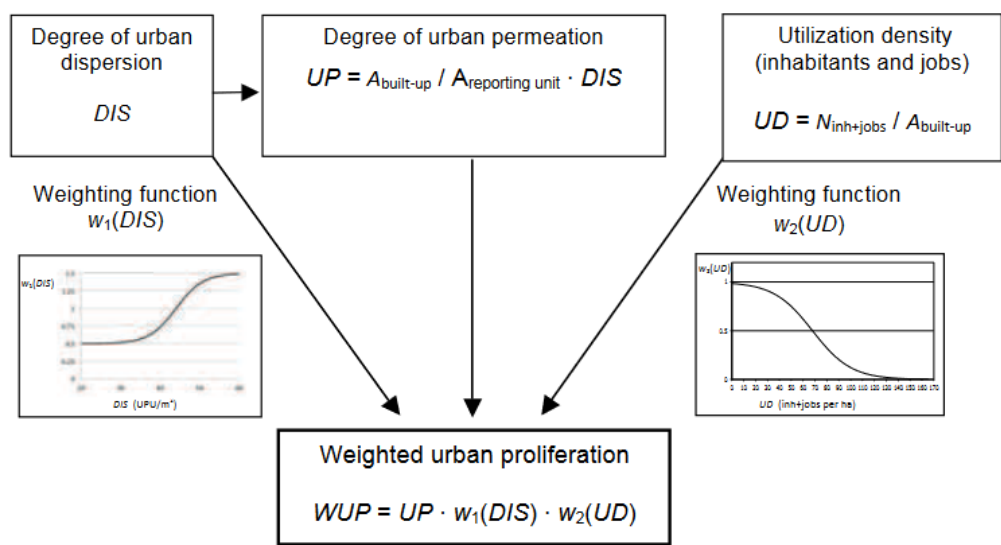
Σύμφωνα με την ανάλυση διαβάθμισης ανά απόσταση, το 1981 οι τιμές της εντροπίας Shannon είναι υψηλότερες σε απόσταση 2000μ από το κέντρο και σε κατεύθυνση NNA και NNΔ. Από το 1991 και μέχρι το 2001, η απόσταση των 2000μ. και 3000μ. είναι περίπου ίσες συγκεντρώνοντας τις υψηλότερες τιμές ενώ από το 2001 και εξής, η απόσταση των 3000μ. είναι αυτή με τις υψηλότερες τιμές. Όπως φαίνεται και στο διάγραμμα, από χρονιά σε χρονιά αυξάνουν οι τιμές της εντροπίας στις περιοχές πάνω από 4000μ, με την απόσταση των 6000μ. να παρουσιάζει την μεγαλύτερη αύξηση στο διάστημα των τριανταεσσάρων ετών που αγγίζει το 65%. Οι κατευθύνσεις που παραμένουν σταθερά υψηλές είναι η NNΔ και η NNA με την δεύτερη να είναι η υψηλότερη από το 2001 και εξής ενώ η BBA παραμένει υψηλή όλα τα χρόνια και ειδικά από το 2001 και εξής. Οι κατευθύνσεις ΔΒΔ και ΒΒΔ είναι περιοχές του κέντρου στις οποίες η κτισμένη επιφάνεια είναι μικρή και δεν μεταβάλλεται, με αποτέλεσμα οι τιμές

της εντροπίας να είναι σχεδόν σταθερές σε όλα τα έτη αναφοράς. Φαίνεται λοιπόν ότι οι τιμές της αστικής διάχυσης ακολουθούν το μοτίβο που περιγράφηκε στην πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας, με τις περιοχές με κατεύθυνση NNA (Λάγγουρας, Ψαροφάι, Ζαρουχλέικα, Εθνικό Στάδιο, TEI, Μπεγουλάκι, Περιβόλα, Δεμένικα) και NNΔ (Σκαγιοπούλειο, Πράτσικας, Ζαρουχλέικα (δυτικά), Ψαχού, Μέμου, Ιτιές, Λεύκα) να έχουν υψηλότερη διάχυση ακολουθούμενα από την BBA κατεύθυνση (Γλυφάδα, Αγυιά, Έξω Αγυιά, Προάστειο, Άγιος Παντελεήμονας, Καστελλόκαμπος)

### 11.6 Μέτρηση της αστικής διάχυσης με την μέθοδο της Σταθμισμένης Αστικής Εξάπλωσης (Weighted urban proliferation- WUP)

Η μέθοδος που προτάθηκε από τους Jaeger et al.(2010b) υπολογίζει τον βαθμό αστικής διάχυσης ως αριθμητική τιμή. Προϋπόθεση της μεθόδου είναι ότι όσο αυξάνεται η κτισμένη επιφάνεια σε ένα δεδομένο τοπίο (ποσότητα κτισμένης επιφάνειας), όσο πιο διασπαρμένη γίνεται αυτή η κτισμένη επιφάνεια (χωρική διαμόρφωση) και όσο μεγαλύτερη είναι η κατανάλωση της κτισμένης επιφάνειας ανά κάτοικο ή εργασία (ένταση στην κτισμένη επιφάνεια), τόσο υψηλότερος είναι ο συνολικός βαθμός αστικής διάχυσης. Σύμφωνα με τους εμπνευστές της μεθόδου, ένα από τα κύρια πλεονεκτήματά της είναι ότι πληροί και τα 13 κριτήρια καταλληλότητας για τη μέτρηση της αστικής διάχυσης. Η μέθοδος περιγράφεται από τις κάτωθι εξισώσεις:

**Εικόνα 11.1: Η μέθοδος της σταθμισμένης αστικής εξάπλωσης (WUP)**



Πηγή: Jaeger & Schwick, (2014)

Σημαντικό στοιχείο στη μέθοδο αποτελεί ο παράγοντας της διασποράς των κτισμένων περιοχών (DIS) ο οποίος χαρακτηρίζει το μοτίβο οικισμού από την πλευρά της γεωμετρίας και βασίζεται στις αποστάσεις μεταξύ οποιωνδήποτε δύο σημείων εντός των κτισμένων περιοχών μέχρι μια μέγιστη απόσταση που ονομάζεται ορίζοντας της αντίληψης (HP). Κατά τους Jaeger et al.(2010b), αποδεκτές τιμές για τον παράγοντα HP είναι από 1km έως 5km, με προτεινόμενη τιμή τα 2km, η οποία είναι και αυτή που



επιλέχθηκε για τους υπολογισμούς που ακολουθούν. Πραγματοποιήθηκαν δοκιμές και με διαφορετικές τιμές του παράγοντα HP με ανάλογα αποτελέσματα. Επίσης, για τον υπολογισμό των τιμών του παράγοντα UD επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί ο μόνιμος πληθυσμός, καθώς δεν υπάρχουν δεδομένα για τον αριθμό των εργαζομένων ανά οικοδομικό τετράγωνο (η μικρότερη μονάδα αναφοράς για δεδομένα της ΕΛ.ΣΤΑΤ). Προκειμένου να υπάρχει αναλογία μεταξύ των μετρήσεων της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας και της εντροπίας Shannon, χρησιμοποιήθηκαν οι εκτιμήσεις του πληθυσμού για τα έτη που δεν υπάρχουν απογραφικά στοιχεία, ήτοι για το 1996, το 2008 και το 2015 σύμφωνα με τον πίνακα 11.7

<b>Πίνακας 11.7: Μόνιμος πληθυσμός και πρόβλεψη πληθυσμού στα έτη αναφοράς</b>					
<b>1981</b>	<b>1991</b>	<b>1996</b>	<b>2001</b>	<b>2008</b>	<b>2015</b>
151.053	164.369	169.001	173.633	173.928	174.224

*Πηγή: Ιδία επεξεργασία*

Την μέθοδο της σταθμισμένης αστικής εξάπλωσης (WUP) έχουν επιλέξει αρκετοί ερευνητές όπως οι Wissen Hayek et al (2011), Jaeger and Schwick (2014). Hennig et al. (2015), Torrens, et al (2016), Nazarnia et al. (2016), EEA (2016), Weilenmann et al., (2017), Mustafa & Teller. (2020), Pourali et al. (2022).

Για τον υπολογισμό των τιμών της (WUP) χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο Landscape Metrics Tool που γράφτηκε σε γλώσσα Python για το ArcGIS Pro από τους Adamczyk και Tiede (2017) και ελέγχθηκε και βελτιώθηκε για το τμήμα του εργαλείου που είναι υπεύθυνο για την αστική διάχυση από το Ελβετικό Ομοσπονδιακό Ινστιτούτο για τα δάση, το χιόνι και την έρευνα τοπίου (Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research (WSL)). Μπορεί να βρεθεί στην διεύθυνση: <https://www.wsl.ch/en/services-and-products/software-websites-and-apps/urban-sprawl-metrics-usm-toolset.html>

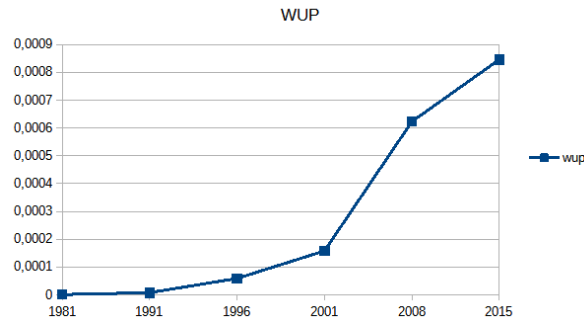
<b>Πίνακας 11.8: Σταθμισμένη Αστική Εξάπλωση (WUP)</b>				
<b>Ετος αναφοράς</b>	<b>UD (κάτοικοι/km<sup>2</sup>)</b>	<b>DIS (UPU/m<sup>2</sup>)</b>	<b>UP (UPU/m<sup>2</sup>)</b>	<b>WUP (UPU/m<sup>2</sup>)</b>
<b>1981</b>	33327	47,0381	4,8666	0,000001
<b>1991</b>	29254	47,2839	6,0646	0,000008
<b>1996</b>	26153	47,2468	6,9693	0,000059
<b>2001</b>	24692	47,2937	7,5913	0,000158
<b>2008</b>	22610	47,3471	8,3139	0,000623
<b>2015</b>	22154	47,3969	8,5086	0,000857

*Πηγή: Ιδία επεξεργασία*

Οι τιμές της Σταθμισμένης Αστικής Εξάπλωσης (WUP) δείχνουν ότι η περιοχή μελέτης βρίσκεται σε αυξανόμενη αστική διάχυση που ξεκίνησε από το 1981. Από το 1996, η

κτισμένη επιφάνεια ξεκινά να αυξάνει με γρήγορους ρυθμούς χωρίς να ακολουθείται από αντίστοιχη πληθυσμιακή αύξηση, καθώς ο πληθυσμός της περιοχής μελέτης έως και το 2015 είναι σταθεροποιημένος. Το αποτέλεσμα της έντονης διάχυσης παρατηρείται από το 2001 και εξής με αλματώδη άνοδο της τιμής της Σταθμισμένης Αστικής Εξάπλωσης, καθώς αυξάνει η κτισμένη επιφάνεια και το ποσοστό της κατανάλωσης γης ανά κάτοικο είναι υψηλό.

**Διάγραμμα 11.18: Σταθμισμένη Αστική Εξάπλωση ανά έτος αναφοράς**



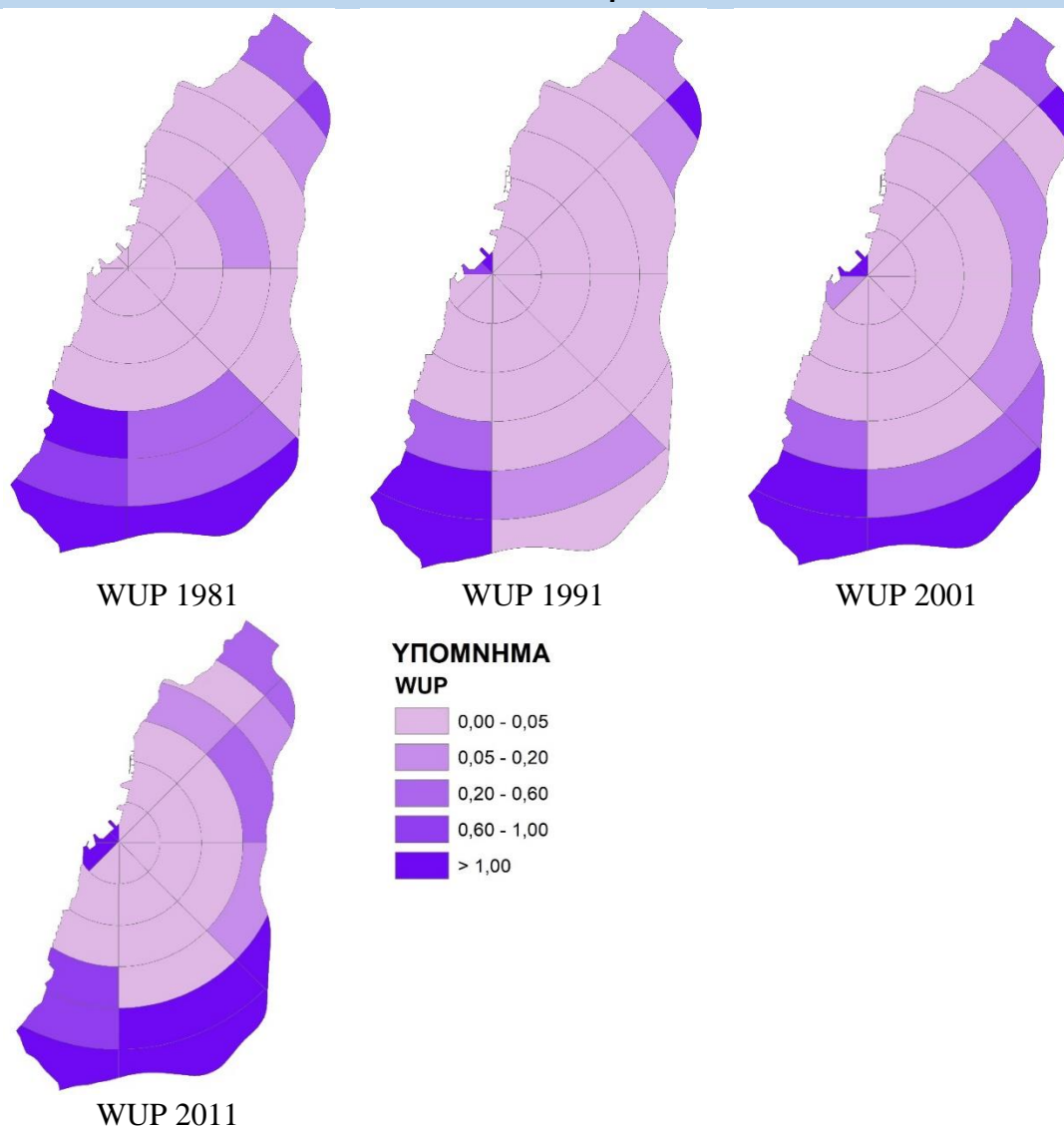
Σταθμισμένη Αστική Εξάπλωση (WUP) ανά έτος αναφοράς (UPU/m<sup>2</sup>)

Πηγή: *Ίδια επεξεργασία*

### 11.6.1 Μέτρηση της Σταθμισμένης Αστικής Εξάπλωσης (WUP) με Ανάλυση Διαβάθμισης

Η ανάλυση διαβάθμισης της Σταθμισμένης Αστικής Εξάπλωσης (WUP) χρησιμοποιείται ώστε να διαπιστωθεί σε ποια απόσταση από το κέντρο και σε ποια κατεύθυνση παρατηρούνται οι υψηλότερες τιμές της, δηλ. σε ποιες περιοχές η αστική διάχυση είναι μεγαλύτερη. Ο πληθυσμός στην ανάλυση διαβάθμισης αποδίδεται σε κάθε μια από τις 32 ζώνες με διαδικασίες επίθεσης γεωχωρικών συνόλων, χρησιμοποιώντας τον μόνιμο πληθυσμό ανά οικοδομικό τετράγωνο. Τα δεδομένα αυτά αφορούν τις απογραφικές χρονιές 1981, 1991, 2001 και 2011.

**Σειρά Χαρτών 11.18: Σταθμισμένη Αστική Εξάπλωση (WUP) ανά απόσταση και κατεύθυνση**



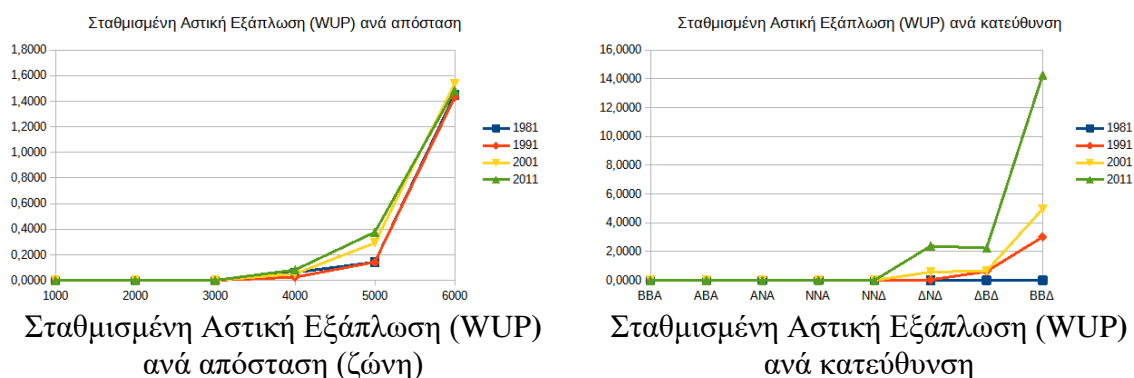
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Σύμφωνα με την ανάλυση διαβάθμισης οι τιμές της Σταθμισμένης Αστικής Εξάπλωσης (WUP) για το 1981 δείχνουν μια σχετικά καλή κατανομή μεταξύ κτισμένης επιφάνειας και πληθυσμού στην ευρύτερη περιοχή του κέντρου. Η τάση της διάχυσης της NNA περιοχής στις ζώνες πάνω από 4000μ. έχει ήδη εμφανιστεί καθώς και στην κατεύθυνση NND. Ειδικά για την NND κατεύθυνση, θα πρέπει να σημειωθεί ότι η περιοχή περιλαμβάνει την παλιά βιομηχανική ζώνη της περιοχής μελέτης – η οποία το 1981 ήταν ενεργή – με αποτέλεσμα μεγάλοι κτιριακοί όγκοι να καταλαμβάνουν την ζώνη κυρίως των 4000μ. οπότε και ο πληθυσμός εκεί εμφανίζεται μειωμένος. Η ζώνη των 6000μ. εμφανίζεται επίσης με υψηλές τιμές διάχυσης. Το έτος 1991 αρχίζει να διαφαίνεται η εγκατάλειψη από κατοικία των πολύ κεντρικών εμπορικών ζωνών της ΔΒΔ και ΒΒΔ ζώνης. Η κατεύθυνση NND συνεχίζει την βιομηχανική δραστηριότητα από τα 4000μ και πάνω ενώ η NNA στην ζώνη των 5000μ. δέχεται νέα κτιριακή επιβάρυνση. Το 2001 αποτυπώνει τις συνεχιζόμενες οικιστικές πιέσεις της κατεύθυνσης NNA ενώ εμφανίζονται έντονα και αυτές των ΑΒΑ και ΑΝΑ

κατευθύνσεων στις οποίες παρατηρούνται πολλά νέα κτίσματα. Η κατεύθυνση ΒΒΑ και ειδικά η περιοχή του Καστελλόκαμπου παρουσιάζεται τονισμένη σε όλη τη διάρκεια αυτών των ετών. Επίσης η ζώνη των 6000μ. σε όλη την περιοχή μελέτης βρίσκεται σε σημαντική διάχυση. Τέλος, το 2011 παρατηρείται περαιτέρω μείωση του πληθυσμού στην ΔΒΔ και ΒΒΔ ζώνες, ενώ σε αυτές προστίθεται και η ΔΝΔ ζώνη που αφορά εμπορικές δραστηριότητες και δραστηριότητες παροχής υπηρεσιών στην ευρύτερη περιοχή του Αγ. Ανδρέα. Η κατεύθυνση ΝΝΑ συνεχίζει να προσελκύει βιομηχανικές δραστηριότητες αλλά και οικιστικές χρήσεις (Ιτιές, Λεύκα) και πέρα της ζώνης των 5000μ. ενώ η ΝΝΔ ζώνη εμφανίζει και εδώ τη μεγαλύτερη διάχυση (Ψαροφάι, Ζαρουχλέικα, Εθνικό Στάδιο, ΤΕΙ, Μπεγουλάκι, Περιβόλα, Δεμένικα). Διάχυση εμφανίζει και η ΒΒΑ κατεύθυνση καθώς συνεχίζεται η αστικοποίησή της ιδιαίτερα στις περιοχές της Αγυιάς, της Εξω Αγυιάς και του Καστελλόκαμπου

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα διαγράμματα της Σταθμισμένης Αστικής Εξάπλωσης (WUP) ανά απόσταση (ζώνη) και κατεύθυνση.

**Σειρά Διαγραμμάτων 11.19: Σταθμισμένη Αστική Εξάπλωση ανά απόσταση και κατεύθυνση**



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Οι τιμές της σταθμισμένης αστικής εξάπλωσης διατηρούνται χαμηλές μέχρι και τη ζώνη των 3000μ. για όλα τα έτη αναφοράς γεγονός που δείχνει ότι μέχρι και τα 3000μ. από το κέντρο κτισμένη επιφάνεια και πληθυσμός βρίσκονται σε καλή αναλογία. Από την απόσταση αυτή και πάνω, οι τιμές αυξάνονται σημαντικά και από δεκαετία σε δεκαετία, κλασικό παράδειγμα αστικής διάχυσης. Οι κατευθύνσεις ΔΒΔ, ΒΒΔ και ΔΝΔ οι οποίες παρουσιάζουν απότομη αύξηση της σταθμισμένης αστικής εξάπλωσης είναι περιοχές του κέντρου μικρού εμβαδού, από τις οποίες απομακρύνεται η κατοικία ενώ αυξάνονται οι εμπορικές δραστηριότητες και οι δραστηριότητες παροχής υπηρεσιών. Ως αποτέλεσμα, η κατανάλωση γης ανά κάτοικο εμφανίζεται υψηλή








Τέλος, προκειμένου οι τιμές της σταθμισμένης αστικής εξάπλωσης ανά απόσταση και κατεύθυνση να γίνουν περισσότερο κατανοητές στο χώρο, δημιουργήθηκε ο παρακάτω πίνακας τυπολογίας για την περιοχή μελέτης (Vermeiren et al., 2018) για τα έτη 1981 και 2011. Ο πίνακας συσχετίζει τις τιμές της σταθμισμένης αστικής εξάπλωσης με τον πληθυσμό, δίνοντας επίσης την εικόνα του χώρου στην αρχή και το τέλος της περιόδου μελέτης. Οι τιμές της σταθμισμένης αστικής εξάπλωσης που χρησιμοποιούνται είναι

αυτές που προέκυψαν σε καθεμιά από τις 32 ζώνες ενώ οι εικόνες προέκυψαν από το φωτομωσαϊκό 1981 και τους ορθοφωτοχάρτες 2015 που ικανοποιούν την σχέση πληθυσμού και σταθμισμένης αστικής εξάπλωσης. Τα τετράγωνα που παραμένουν λευκά σημαίνει ότι δεν υπάρχουν αντίστοιχες τιμές ώστε να δοθεί η αντίστοιχη εικόνα.

Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται μια πολυδιάστατη ανάλυση που συνδυάζει ποιοτικά και ποσοτικά δεδομένα επιτρέποντας την σύγκριση και τη διαχρονική ανάλυση μεταξύ 1981 και 2011, παρατηρώντας πως η εικόνα του χώρου αλλάζει στις διάφορες αποστάσεις και κατευθύνσεις καθώς και κάτω από διαφορετική κτισμένη επιφάνεια και πληθυσμό. Οι εικόνες των φωτομωσαϊκών από τις διαφορετικές κατηγορίες επιτρέπουν την συγκριτική ανάλυση στην εξέλιξη της αστικής διάχυσης στην περιοχή μελέτης στα έτη αναφοράς.

**Πίνακας 11.9: WUP στο χώρο**

ΕΤΟΣ		WUP		
		0-0,05	0,05 – 0,5	0,5 – άνω του 2,0
1981	0-2000			
	2000 - 5000			
	5000 - 10000			
	>10000			

<b>2011</b>	0-2000			
<b>2011</b>	2000 - 5000			
<b>2011</b>	5000 - 10000			
<b>2011</b>	>10000			

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Με τη βοήθεια του πίνακα 11.9 παρατηρούνται τα εξής:

- **Για τιμές WUP μικρότερες από 0,05: και κάτοικοι μέχρι 2000**

Για το 1981 η τιμή αφορά σε περιοχές στη ζώνη 4000μ. και 5000μ. στην ΒΒΑ κατεύθυνση (Εξω Αγυιά, Αγ. Παντελεήμων, Παραλία Προαστείου), στη ζώνη 4000μ. της ΑΒΑ κατεύθυνσης (Συχαινά) και στη ζώνη 4000μ. και 5000μ. στην ΑΝΑ κατεύθυνση (Γηροκομείο, Εγλυκάδα). Η πολύ χαμηλή τιμή της σταθμισμένης αστικής εξάπλωσης υποδηλώνει πολύ λίγη κτισμένη επιφάνεια καθώς και κατοίκηση. Τα χαρακτηριστικά αυτά υποδεικνύουν περιοχές με πολλές ελεύθερες ανοικτές/αδόμητες επιφάνειες και ημι-αγροτικό χαρακτήρα. Πράγματι, στην ΑΝΑ και ΑΒΑ κατεύθυνση το 1981 υπήρχε σημαντική επιφάνεια αγροτικής γης ενώ στην ΒΒΑ κατεύθυνση φυσική γη.

Για το 2011 δεν προέκυψαν αντίστοιχες τιμές σταθμισμένης αστικής εξάπλωσης, που σημαίνει ότι οι περιοχές αυτές έχουν υποστεί σημαντική αστικοποίηση. Οι αλλαγές μεταξύ 1981 και 2011 στις ζώνες αυτές υποδεικνύουν μια σημαντική μετατόπιση από τα αγροτικά χαρακτηριστικά σε ένα περισσότερο αστικοποιημένο τοπίο. Η εικόνα για το 1981 είναι από την ευρύτερη περιοχή των Συχαινών.

**και κάτοικοι από 2000 έως 5000**

Για το 1981 η τιμή αφορά σε περιοχή του κέντρου εντός της ζώνης 1000μ. στην ΔΝΔ κατεύθυνση (περιοχή Αγ. Ανδρέα) και στην περιοχή εντός της ζώνης 3000μ. στην ΑΝΑ κατεύθυνση (περιοχή του στρατοπέδου ΚΕΤΕΣ). Οι περιοχές αυτές παρουσιάζουν μέτρια κατοίκηση. Η περιοχή του Αγ. Ανδρέα είναι ζώνη εμπορικών δραστηριοτήτων και παροχής υπηρεσιών ενώ η περιοχή του στρατοπέδου ΚΕΤΕΣ έχει το 1981 προαστιακό χαρακτήρα, κάτι που συνεχίζει μέχρι και το 2011.

Για το 2011 η τιμή αφορά σε περιοχές του κέντρου εντός της ζώνης 1000μ. στις κατευθύνσεις από ΒΒΑ έως και ΝΝΑ και στις ζώνες 2000μ. και 3000μ. στις ΑΒΑ και ΑΝΑ κατευθύνσεις. Πιο συγκεκριμένα, οι περιοχές του κεντρικού πυρήνα είναι οι γειτονικές του κέντρου περίξ του παλαιού λιμένα, η παλιά πόλη, το Βλατερό, στην ΒΒΑ κατεύθυνση οι περιοχές του Ζαβλανίου και της Ανθούπολης, ενώ στην ΑΝΑ κατεύθυνση η περιοχή του στρατοπέδου ΚΕΤΕΣ. Οι περιοχές αυτές έχουν μια μέτρια σχέση πληθυσμού-κτισμένης επιφάνειας. Στις περιοχές γύρω από το παλιό λιμάνι η κατοίκηση είναι μειωμένη. Οι περισσότερες χρήσεις αφορούν αναψυχή, υπηρεσίες και γραφεία, ενώ η χαμηλή τιμή της σταθμισμένης αστικής εξάπλωσης που σημειώθηκε υποδεικνύει ότι η περιοχή είχε μηδαμινή επέκταση. Οι περιοχές του Ζαβλανίου και της Ανθούπολης έχουν προαστιακό χαρακτήρα και χαμηλή πληθυσμιακή πυκνότητα. Οι μικρότερες κατοικίες και ο περισσότερος ανοικτός χώρος συμβάλλει στις χαμηλές τιμές της σταθμισμένης αστικής εξάπλωσης.

Οι εικόνες για το 1981 είναι από την εξωαστική περιοχή του στρατοπέδου ΚΕΤΕΣ και το 2011 από την περιοχή Βλατερού.

**και κάτοικοι από 5.000 έως 10.000**

Για το 1981 η τιμή αφορά σε περιοχές του κέντρου εντός της ζώνης 1000μ. στις κατευθύνσεις από ΒΒΑ έως και ΝΝΑ (κέντρο, παλιά πόλη, Βλατερό) και στις ζώνες 3000μ. στις ΝΝΔ και ΝΝΑ κατευθύνσεις (Αγ. Ιωάννης Πράτσικα, Ζαρουχλείκα, Ψαροφάι, Λάγγουρα). Οι περιοχές του κέντρου έχουν μεγάλη κτισμένη επιφάνεια αλλά μέτρια κατοίκηση. Αντίθετα, οι περιοχές των ΝΝΔ και ΝΝΑ παρουσιάζουν το 1981 ημι-αστικά χαρακτηριστικά, δηλ. ένα μείγμα αστικών και αγροτικών χαρακτηριστικών, καθώς θύλακες αγροτικής γης ήταν παρόντες στα Ζαρουχλείκα, στο Ψαροφάι και τον Λάγγουρα.

Για το 2011 η τιμή αφορά στην περιοχή του κέντρου Αγ. Ανδρέας στη ζώνη 1000μ. και στην ευρύτερη πρώην βιομηχανική περιοχή της Πειραιϊκής Πατραϊκής, στα 4000μ. και στην ΝΝΔ κατεύθυνση. Οι περιοχές αυτές έχουν υψηλό κτιριακό απόθεμα αλλά όχι πολύ υψηλή κατοίκηση. Η ευρύτερη περιοχή του Αγ. Ανδρέα είναι ζώνη με εμπορικές δραστηριότητες και δραστηριότητες παροχής υπηρεσιών ενώ στην πρώην βιομηχανική περιοχή της Πειραιϊκής Πατραϊκής εκτός από το ομώνυμο εργοστάσιο υπάρχουν και πολλά άλλα εγκαταλελειμμένα βιομηχανικά κελύφη. Οι χαμηλές τιμές της σταθμισμένης αστικής εξάπλωσης που σημειώθηκαν αφορούν στις μηδαμινές αλλαγές στην επέκταση των περιοχών αυτών.

Οι εικόνες για το 1981 είναι από τον Λάγγουρα και το 2011 από την περιοχή της Πειραιϊκής Πατραϊκής.

**και κάτοικοι περισσότεροι από 10.000**

Για το 1981 η τιμή αφορά στην περιοχή του κέντρου Τριών Ναυάρχων στη ζώνη 1000μ. στην ΝΝΔ κατεύθυνση και στις περιοχές της ζώνης των 2000μ. στις ΒΒΑ, ΑΝΑ, ΝΝΑ και ΝΝΔ κατευθύνσεις (Νόρμαν, Αγία Σοφία, Αρόη, Σκαγιοπούλειο, Ψηλά Αλώνια, Πλατεία Ελευθερίας, Νοσοκομείο). Πρόκειται για περιοχές παλαιών αστικών πυρήνων που εξελίχθηκαν αργά και συγκράτησαν τον πληθυσμό τους στην κτισμένη επιφάνεια.

Για το 2011 η τιμή αφορά στις βόρειες πυκνοκατοικημένες περιοχές του κέντρου (2000μ. ή 3000μ.) Νόρμαν, Αγία Σοφία, Γλυφάδα, στις ΝΝΔ και ΝΝΑ περιοχές του κέντρου (2000μ. ή 3000μ.) Σκαγιοπούλειο, Ψηλά Αλώνια, Πλατεία Ελευθερίας φτάνοντας μέχρι το Λάγγουρα. Οι χαμηλές τιμές της σταθμισμένης αστικής εξάπλωσης που σημειώθηκαν είναι χαρακτηριστικές στους παλιούς αστικούς πυρήνες, οι οποίοι εξελίχθηκαν αργά (και πριν το 1981) οδηγώντας σε έναν πυκνό ιστό που δεν έχει μεταβληθεί τα τελευταία χρόνια. Αυτό το ιστορικό μοτίβο ανάπτυξης συμβάλλει στις χαμηλές τιμές της σταθμισμένης αστικής εξάπλωσης καθώς οι περιοχές αυτές δεν έχουν εξαπλωθεί τα τελευταία χρόνια ούτε έχουν πεδίο για νέα επέκταση.

Οι εικόνες για το 1981 είναι από την Πλατεία Ελευθερίας και το 2011 από την περιοχή της Αγ. Σοφίας

• **Οι τιμές WUP από 0,05 – 0,5:**

**και κάτοικοι μέχρι 2000**

Για το 1981 η τιμή αφορά στην ζώνη των 6000μ. και στην ΒΒΑ κατεύθυνση στην περιοχή του Καστελλόκαμπου, στην ΑΒΑ κατεύθυνση στην ζώνη των 3000μ. (εξωαστική περιοχή Ανθούπολης) και στα 5000μ. (εξωαστική περιοχή Προαστείου) και στην ζώνη των 5000μ και στην ΝΝΑ κατεύθυνση (Περιβόλα, Μπεγουλάκι, Δεμένικα και η εξωαστική περιοχή τους). Οι μεσαίες τιμές της σταθμισμένης αστικής εξάπλωσης που σημειώθηκαν σε σχέση με τον πληθυσμό υποδηλώνουν περιοχές με ημιαστικά, περιαστικά χαρακτηριστικά. Η κατοίκηση είναι περιορισμένη και περιλαμβάνονται περιοχές κατοικίας και μικρά εμπορικά καταστήματα. Η περιοχές χαρακτηρίζονται από μέτρια αστική διάχυση στις οποίες υπάρχουν αρκετοί ανοικτοί χώροι και μέτριας έντασης ανάπτυξη. Επίσης, ιδιαίτερα στην ΝΝΑ κατεύθυνση οι περιοχές μπορούν να θεωρηθούν ως ζώνες μετάβασης μεταξύ αστικών και αγροτικών περιοχών καθώς η αστική ανάπτυξη συνδυάζεται με την αγροτική γη.

Για το 2011 η τιμή αφορά στην ΑΒΑ εξωαστική περιοχή των Ανω Μποζαϊτικών, πολύ μικρής έκτασης και αραιοκατοικημένη, στη ζώνη των 6000μ. Πρόκειται για περιοχή μεσαίας αστικής διάχυσης με χαμηλή πυκνότητα πληθυσμού και χαρακτηριστικά περιαστικής περιοχής.

Οι εικόνες για το 1981 είναι από το Μπεγουλάκι και το 2011 από την περιοχή των Ανω Μποζαϊτικών

**και κάτοικοι από 2000-5000**

Για το 1981 η τιμή αφορά στην ζώνη των 4000μ. και στην ΝΝΑ κατεύθυνση (Μακρυγιάννη, ΤΕΙ, Εθνικό Στάδιο). Οι τιμές της σταθμισμένης αστικής εξάπλωσης



είναι μέτριες, υποδηλώνοντας περιοχές μεσαίας αστικής διάχυσης. Αν και υπάρχει αστική ανάπτυξη, αυτή δεν είναι πολύ πυκνή ή εκτεταμένη ενώ υπάρχει σχετική ισορροπία κτισμένης επιφάνειας και ανοικτών-ελεύθερων-αδόμητων χώρων. Τα χαρακτηριστικά της περιοχής είναι προαστιακά

Για το 2011 η τιμή αφορά ΒΒΑ περιοχές που απέχουν από το κέντρο, στη ζώνη 4000μ. και 6000μ., (Εξω Αγυιά και Καστελλόκαμπος) και ΑΒΑ, ΑΝΑ περιοχές στη ζώνη των 3000μ., οι οποίες βρίσκονται σε διαδικασία προαστικοποίησης. Οι περιοχές αυτές έχουν χαμηλούς συντελεστές δόμησης, αποτελούνται κυρίως από κατοικία και έχουν μέτριο πληθυσμό. Οι μέτριες τιμές της σταθμισμένης αστικής εξάπλωσης υποδηλώνουν αστική διάχυση, ενδεικτική μιας διάσπαρτης, χαμηλής πυκνότητας διάχυση που παρατηρείται συχνά σε προαστιακές περιοχές. Οι τιμές υποδεικνύουν σταδιακή επέκταση προς τα έξω χωρίς κατακόρυφη ανάπτυξη, με μέτριο ρυθμό.

Οι εικόνες για το 1981 είναι από την περιοχή του Εθνικού Σταδίου και το 2011 από την περιοχή Διάκου-Σαμακιάς

### **Οι τιμές WUP από 0,5 έως άνω του 2,0**

#### **και κάτοικοι μέχρι 2000**

Για το 1981 η τιμή αφορά στην ζώνη των 6000μ. και στην ΑΒΑ κατεύθυνση της εξωαστικής περιοχής των Ανω Μποζαϊτικών, πολύ μικρής έκτασης και αραιοκατοικημένης περιοχή, στην ζώνη των 6000μ. και στην ΝΝΑ κατεύθυνση (εξωαστική Δεμένικα, Αγ. Στέφανος) και στην ζώνη των 5000μ. και 6000μ. της ΝΝΔ κατεύθυνσης (Ιτιές-Λεύκα και εξωαστική περιοχή, βόρειος τομέας Οβρυάς και εξωαστική περιοχή). Στην περιοχή Ιτιές-Λεύκα και νοτιότερα αυτής, στην ίδια κατεύθυνση, βρίσκονται οι βιομηχανικές εγκαταστάσεις του ΒΙΟΠΑ, καθώς και αρκετά άλλα εργοστάσια (Πιρέλλι) τα οποία το 1981 βρίσκονταν σε λειτουργία. Επίσης, στην περιοχή του βόρειου τομέα Οβρυάς η κατοικία παρατηρείται μόνο κατά μήκος του οδικού άξονα Ακρωτηρίου, ενώ σημαντικό μέρος της έκτασης καταλαμβάνει το νεκροταφείο Οβρυάς. Ακόμα, στην εξωαστική περιοχή των Δεμένικων-περιοχή Αγ. Στέφανος υπάρχουν το 1981 θερμοκηπιακές και λοιπές αγροτικές εγκαταστάσεις. Ως αποτέλεσμα, η κτισμένη επιφάνεια είναι υψηλή και η κατοίκηση χαμηλή. Περιοχές με τέτοια χαρακτηριστικά εμφανίζουν υψηλές τιμές της σταθμισμένης αστικής εξάπλωσης.

Για το 2011 η τιμή αφορά είτε περιοχές του κεντρικού πυρήνα της πόλης πλησίον του παλαιού λιμένα οι οποίες είναι πυκνοδομημένες αλλά οι χρήσεις δεν είναι κατοικία (αναψυχή, γραφεία, εμπόριο/χονδρεμπόριο), είτε τις ΝΝΔ και ΝΝΑ εξωαστικές περιοχές των 6000μ. οι οποίες βρίσκονται σε διάχυση. Εκεί παρατηρείται επίσης υψηλή κτισμένη επιφάνεια σε σχέση με τον αριθμό των κατοίκων. Οι αυξημένες τιμές της σταθμισμένης αστικής εξάπλωσης οφείλονται σε κτισμένη επιφάνεια που περιλαμβάνει επίσης εγκαταστάσεις και υποδομές (αποθήκες, θερμοκήπια, αθλητικές εγκαταστάσεις και βιομηχανικές εγκαταστάσεις)

Οι εικόνες για το 1981 είναι από την εξωαστική περιοχή του βόρειου τομέα Οβρυάς και το 2011 από την εξωαστική περιοχή των Δεμένικων.

### **και κάτοικοι από 2000-5000**

Για το 1981 η τιμή αφορά στην ΝΝΔ περιοχή των 4000μ. (περιοχή Κρύα-Ιτέων). Πρόκειται για την περιοχή γύρω από τις βιομηχανικές εγκαταστάσεις της Πειραιϊκής Πατραϊκής και της χαρτοβιομηχανίας Λαδόπουλου, οι οποίες βρίσκονταν σε λειτουργία. Η αυξημένη τιμή της σταθμισμένης αστικής εξάπλωσης υποδηλώνει ότι υπάρχει μια σημαντικά δομημένη περιοχή η οποία περιλαμβάνει οικιστικές, εμπορικές και βιομηχανικές υποδομές. Το μέγεθος του πληθυσμού δηλώνει ότι γύρω από τις βιομηχανικές εγκαταστάσεις είχε δομηθεί μια κοινότητα, η οποία δεν ήταν έντονα κατοικημένη, λόγω της φύσης του δομημένου περιβάλλοντος. Η περιοχή παρουσιάζει επίσης προαστιακά χαρακτηριστικά, εμφανίζοντας μείγμα οικιστικών και βιομηχανικών χρήσεων.

Για το 2011 η τιμή αφορά τις ΝΝΔ περιοχές των 5000μ και 6000μ. και την ΝΝΑ περιοχή των 5000μ. Πρόκειται για τις περιοχές Ψάχου, Μέμου, Ιτιές-Λεύκα, Δεμένικα, βόρειος τομέας Οβρυάς, Μπεγουλάκι και Περιβόλα. Οι περιοχές αυτές που είχαν το 1981 προαστιακό χαρακτήρα, έχουν βιώσει έντονη αστικοποίηση μέχρι το 2011 καθώς τμήματά τους αποτελούν περιοχές επεκτάσεων του σχεδίου πόλης. Οι αυξημένες τιμές της σταθμισμένης αστικής εξάπλωσης υποδηλώνουν αστική διάχυση. Οι περιοχές αυτές χαρακτηρίζονται από ένα μείγμα οικιστικής, εμπορικής και βιομηχανικής υποδομής ενώ δεν λείπουν και οι αθλητικές εγκαταστάσεις. Αν και το εύρος του πληθυσμού δεν είναι μεγάλο, οι περιοχές αυτές έχουν αρκετά εκτεταμένη κτισμένη επιφάνεια.

Οι εικόνες για το 1981 είναι από την περιοχή της Πειραιϊκής Πατραϊκής και το 2011 από το Μπεγουλάκι.

Συμπερασματικά εξερευνώντας διαφορετικά σενάρια που συνδυάζουν τιμές της σταθμισμένης αστικής εξάπλωσης και εύρος πληθυσμού, η αστική διάχυση είναι παρούσα με διαφορετικές μορφές στην περιοχή μελέτης. Η έκταση και η φύση της διάχυσης επηρεάζονται από την ισορροπία μεταξύ των μέτρων της σταθμισμένης αστικής εξάπλωσης και του πληθυσμού. Περιοχές με χαμηλές τιμές της σταθμισμένης αστικής εξάπλωσης και χαμηλό πληθυσμό έχουν περισσότερο ημι-αγροτικό, μη αστικό χαρακτήρα ενώ περιοχές με χαμηλές τιμές της σταθμισμένης αστικής εξάπλωσης και υψηλό πληθυσμό είναι οι περιοχές του κεντρικού πυρήνα της πόλης. Οι περιοχές διάχυσης υποδεικνύονται από αυξανόμενες τιμές της σταθμισμένης αστικής εξάπλωσης, ακόμα και με μέτρια μεγέθη πληθυσμού. Καθώς οι τιμές αυξάνονται, ο βαθμός της διάχυσης γίνεται μεγαλύτερος εξαιτίας της περισσότερο εκτεταμένης ανάπτυξης. Αυτό μπορεί να κυμαίνεται από περιοχές με ανάπτυξη υποδομών που δεν συνοδεύεται από υψηλή πυκνότητα πληθυσμού έως περιοχές προαστιακού, περιαστικού χαρακτήρα με εκτεταμένη ανάπτυξη χαμηλής πυκνότητας.

## Βιβλιογραφία κεφαλαίου 11

- Adamczyk, J., & Tiede, D. (2017). ZonalMetrics-a Python toolbox for zonal landscape structure analysis. *Computers & Geosciences*, 99, 91-99.
- Aguilera, F., Valenzuela, L. M., & Botequilha-Leitão, A. (2011). Landscape metrics in the analysis of urban land use patterns: A case study in a Spanish metropolitan area. *Landscape and Urban Planning*, 99(3-4), 226-238.
- Alberti, M., & Waddell, P. (2000). An integrated urban development and ecological simulation model. *Integrated Assessment*, 1(3), 215-227.
- Angel, S. et al. (2011), *Making Room for a Planet of Cities*, Policy Focus Report/Code PF027, Lincoln Institute of Land Policy, Cambridge, MA,
- Batty, M., Xie, Y., & Sun, Z. (1999). Dynamics of urban sprawl.
- Bhatta, B. (2009). Analysis of urban growth pattern using remote sensing and GIS: a case study of Kolkata, India. *International Journal of Remote Sensing*, 30(18), 4733-4746.
- Bhatta, B., Saraswati, S., & Bandyopadhyay, D. (2010). Quantifying the degree-of-freedom, degree-of-sprawl, and degree-of-goodness of urban growth from remote sensing data. *Applied Geography*, 30(1), 96-111.
- Brody, S. (2013). The characteristics, causes, and consequences of sprawling development patterns in the United States. *Nature Education Knowledge*, 4(5), 2.
- Burchell, R. W., & Shad, N. A. (1998). The evolution of the sprawl debate in the United States. *Hastings W.-Nw. J. Envtl. L. & Pol'y*, 5, 137.
- Cao, Y., Bai, Z., Zhou, W., & Ai, G. (2015). Gradient analysis of urban construction land expansion in the Chongqing urban area of China. *Journal of Urban Planning and Development*, 141(1), 05014009.
- Dai, E., Wu, Z., & Du, X. (2018). A gradient analysis on urban sprawl and urban landscape pattern between 1985 and 2000 in the Pearl River Delta, China. *Frontiers of Earth Science*, 12(4), 791-807.
- Denis, E. (2020). More urban constructions for whom? Drivers of urban built-up expansion across the world from 1990 to 2015. *Theories and Models of Urbanization: Geography, Economics and Computing Sciences*, 235-258.

Debbage, N., Bereitschaft, B., & Shepherd, J. M. (2017). Quantifying the spatiotemporal trends of urban sprawl among large US metropolitan areas via spatial metrics. *Applied Spatial Analysis and Policy*, 10(3), 317-345.

De Clercq, E. M., Vandemoortele, F., & De Wulf, R. R. (2006). A method for the selection of relevant pattern indices for monitoring of spatial forest cover pattern at a regional scale. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 8(2), 113-125.

Deka, J., Tripathi, O. P., & Khan, M. L. (2011). Urban growth trend analysis using Shannon Entropy approach-A case study in North-East India. *International Journal of Geomatics and Geosciences*, 2(4), 1062-1068.

Dietzel, C., Herold, M., Hemphill, J. J., & Clarke, K. C. (2005). Spatio-temporal dynamics in California's Central Valley: Empirical links to urban theory. *International journal of geographical information science*, 19(2), 175-195.

Dinda, S., Das, K., Chatterjee, N. D., & Ghosh, S. (2019). Integration of GIS and statistical approach in mapping of urban sprawl and predicting future growth in Midnapore town, India. *Modeling Earth Systems and Environment*, 5(1), 331-352.

Dutta, I., & Das, A. (2019). Exploring the dynamics of urban sprawl using geo-spatial indices: a study of English Bazar Urban Agglomeration, West Bengal. *Applied Geomatics*, 11(3), 259-276.

EEA, (2006), Urban Sprawl in Europe. The Ignored Challenge. EEA Report No. 10/2006

Galster, G., Hanson, R., Ratcliffe, M. R., Wolman, H., Coleman, S., & Freihage, J. (2001). Wrestling sprawl to the ground: defining and measuring an elusive concept. *Housing policy debate*, 12(4), 681-717.

Glaeser, E. L., & Kahn, M. E. (2004). Sprawl and urban growth. In *Handbook of regional and urban economics* (Vol. 4, pp. 2481-2527). Elsevier.

Gustafson, E. J. (1998). Quantifying landscape spatial pattern: what is the state of the art?. *Ecosystems*, 1(2), 143-156.

Heimlich, R. E., & Anderson, W. D. (2001). *Development at the urban fringe and beyond: Impacts on agriculture and rural land* (No. 1473-2016-120733).

Hennig, E. I., Schwick, C., Soukup, T., Orlitová, E., Kienast, F., & Jaeger, J. A. (2015). Multi-scale analysis of urban sprawl in Europe: Towards a European de-sprawling strategy. *Land use policy*, 49, 483-498.

Herold, M., Scepan, J., & Clarke, K. C. (2002). The use of remote sensing and landscape metrics to describe structures and changes in urban land uses. *Environment and planning A*, 34(8), 1443-1458.

Herold, M., Goldstein, N. C., & Clarke, K. C. (2003). The spatiotemporal form of urban growth: measurement, analysis and modeling. *Remote sensing of Environment*, 86(3), 286-302.

Herold, M., Couclelis, H., & Clarke, K. C. (2005). The role of spatial metrics in the analysis and modeling of urban land use change. *Computers, environment and urban systems*, 29(4), 369-399.

Huang, J., Lu, X. X., & Sellers, J. M. (2007). A global comparative analysis of urban form: Applying spatial metrics and remote sensing. *Landscape and urban planning*, 82(4), 184-197.

Jaeger, J. A., Bertiller, R., Schwick, C., Cavens, D., & Kienast, F. (2010b). Urban permeation of landscapes and sprawl per capita: New measures of urban sprawl. *Ecological Indicators*, 10(2), 427-441.

Jaeger, J. A., & Schwick, C. (2014). Improving the measurement of urban sprawl: Weighted Urban Proliferation (WUP) and its application to Switzerland. *Ecological indicators*, 38, 294-308.

Jiao, L., Mao, L., & Liu, Y. (2015). Multi-order landscape expansion index: Characterizing urban expansion dynamics. *Landscape and Urban Planning*, 137, 30-39.

Ji, W., Ma, J., Twibell, R. W., & Underhill, K. (2006). Characterizing urban sprawl using multi-stage remote sensing images and landscape metrics. *Computers, Environment and Urban Systems*, 30(6), 861-879.

Kong, F., & Nakagoshi, N. (2006). Spatial-temporal gradient analysis of urban green spaces in Jinan, China. *Landscape and urban Planning*, 78(3), 147-164.

Li, Z., Gurgel, H., Li, M., Dessay, N., & Gong, P. (2022). Urban land expansion from scratch to urban agglomeration in the Federal District of Brazil in the past 60 years. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(3), 1032.

Liu, X., Li, X., Chen, Y., Tan, Z., Li, S., & Ai, B. (2010). A new landscape index for quantifying urban expansion using multi-temporal remotely sensed data. *Landscape ecology*, 25(5), 671-682.

Luck, M., & Wu, J. (2002). A gradient analysis of urban landscape pattern: a case study from the Phoenix metropolitan region, Arizona, USA. *Landscape ecology*, 17(4), 327-339.

- Magidi, J., & Ahmed, F. (2019). Assessing urban sprawl using remote sensing and landscape metrics: A case study of City of Tshwane, South Africa (1984–2015). *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 22(3), 335-346.
- McDonnell, M. J., & Haas, A. K. (2008). The use of gradient analysis studies in advancing our understanding of the ecology of urbanizing landscapes: current status and future directions. *Landscape Ecology*, 23(10), 1143-1155.
- McGarigal, K., & Marks, B. J. (1995). Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. *Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-351. US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station*, 1-122.
- McGarigal, K., & Cushman, S. A. (2002). Comparative evaluation of experimental approaches to the study of habitat fragmentation effects. *Ecological applications*, 12(2), 335-345.
- Modica, G., Vizzari, M., Pollino, M., Fichera, C. R., Zoccali, P., & Di Fazio, S. (2012). Spatio-temporal analysis of the urban–rural gradient structure: an application in a Mediterranean mountainous landscape (Serra San Bruno, Italy). *Earth System Dynamics*, 3(2), 263-279.
- Mustafa, A., & Teller, J. (2020). Self-reinforcing processes governing urban sprawl in Belgium: Evidence over six decades. *Sustainability*, 12(10), 4097.
- Nazarnia, N., Schwick, C., & Jaeger, J. A. (2016). Accelerated urban sprawl in Montreal, Quebec City, and Zurich: Investigating the differences using time series 1951–2011. *Ecological indicators*, 60, 1229-1251.
- Newman, P. W., & Kenworthy, J. R. (1991). Transport and urban form in thirty-two of the world's principal cities. *Transport Reviews*, 11(3), 249-272.
- Newman, P., & Kenworthy, J. (2006). Urban design to reduce automobile dependence. *Opolis*, 2(1).
- Nong, D., Lepczyk, C., Miura, T., Fox, J., Spencer, J., & Chen, Q. (2014). Quantify spatiotemporal patterns of urban growth in Hanoi using time series spatial metrics and urbanization gradient approach.
- Oueslati, W., Alvanides, S., & Garrod, G. (2015). Determinants of urban sprawl in European cities. *Urban studies*, 52(9), 1594-1614.
- Pham, H. M., Yamaguchi, Y., & Bui, T. Q. (2011). A case study on the relation between city planning and urban growth using remote sensing and spatial metrics. *Landscape and Urban Planning*, 100(3), 223-230.

- Pourali, M., Townsend, C., Kross, A., Guindon, A., & Jaeger, J. A. (2022). Urban sprawl in Canada: values in all 33 Census Metropolitan Areas and corresponding 469 Census Subdivisions between 1991 and 2011. *Data in Brief*, *41*, 107941.
- Prastacos, P., Chrysoulakis, N., & Kochilakis, G. (2012). Spatial metrics for Greek cities using land cover information from the Urban Atlas. *Multidisciplinary Research on Geographical Information in Europe and Beyond*, *24*(27), 261-266.
- Ramachandra, T. V., Bharath, A. H., & Sowmyashree, M. V. (2015). Monitoring urbanization and its implications in a mega city from space: Spatiotemporal patterns and its indicators. *Journal of environmental management*, *148*, 67-81.
- Reis, J. P., Silva, E. A., & Pinho, P. (2016). Spatial metrics to study urban patterns in growing and shrinking cities. *Urban Geography*, *37*(2), 246-27
- Schneider, A., Seto, K. C., & Webster, D. R. (2005). Urban growth in Chengdu, Western China: application of remote sensing to assess planning and policy outcomes. *Environment and Planning B: Planning and Design*, *32*(3), 323-345.
- Seto, K. C., & Fragkias, M. (2005). Quantifying spatiotemporal patterns of urban land-use change in four cities of China with time series landscape metrics. *Landscape ecology*, *20*(7), 871-888.
- Shaw, R., & Das, A. (2018). Identifying peri-urban growth in small and medium towns using GIS and remote sensing technique: A case study of English Bazar Urban Agglomeration, West Bengal, India. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, *21*(2), 159-172.
- Smith, W. S. (1986). Interactions between transportation and high-rise, high-density living. *Ekistics*, 336-344.
- Solon, J. (2009). Spatial context of urbanization: Landscape pattern and changes between 1950 and 1990 in the Warsaw metropolitan area, Poland. *Landscape and Urban Planning*, *93*(3-4), 250-261.
- Sudhira, H. S., Ramachandra, T. V., & Jagadish, K. S. (2004). Urban sprawl: metrics, dynamics and modelling using GIS. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, *5*(1), 29-39.
- Sun, J., Xia, H., Lan, C., & Xin, K. (2006). A gradient analysis based on the buffer zones of urban landscape pattern of the constructed area in Guigang City, Guangxi, China. *Acta Ecologica Sinica*, *26*(3), 655-662.
- Tikoudis, I., Farrow, K., Mebiame, R. M., & Oueslati, W. (2022). Beyond average population density: Measuring sprawl with density-allocation indicators. *Land Use Policy*, *112*, 105832.

- Torrens, P. M., & Alberti, M. (2000). Measuring sprawl.
- Torrens, P. M. (2008). A toolkit for measuring sprawl. *Applied Spatial Analysis and Policy*, 1(1), 5–36.
- Triantakostas, D., & Stathakis, D. (2015). Examining urban sprawl in Europe using spatial metrics. *Geocarto International*, 30(10), 1092-1112.
- Tsai, Y.-H. (2005). Quantifying urban form: Compactness versus “sprawl”. *Urban Studies*, 42(1), 141–161.
- Vermeiren, K., Poelmans, L., Engelen, G., Loris, I., & Pisman, A. (2018). What is urban sprawl in Flanders?. *Proceeding. REAL CORP 2018. Vienna, Austria, 4-6 April 2018*, 537-545.
- Weilenmann, B., Seidl, I., & Schulz, T. (2017). The socio-economic determinants of urban sprawl between 1980 and 2010 in Switzerland. *Landscape and Urban Planning*, 157, 468-482.
- Wissen Hayek, U., Jaeger, J. A., Schwick, C., Jarne, A., & Schuler, M. (2011). Measuring and assessing urban sprawl: What are the remaining options for future settlement development in Switzerland for 2030?. *Applied Spatial Analysis and Policy*, 4(4), 249-279.
- Xu, C., Liu, M., Zhang, C., An, S., Yu, W., & Chen, J. M. (2007). The spatiotemporal dynamics of rapid urban growth in the Nanjing metropolitan region of China. *Landscape ecology*, 22(6), 925-937.
- Yeh, A. G. O. and Li, X., 2001, 'Measurement and monitoring of urban sprawl in a rapidly growing region using entropy, *Photogrammetric Engineering And Remote Sensing* 67(1), 83–90.
- Yu, X. J., & Ng, C. N. (2007). Spatial and temporal dynamics of urban sprawl along two urban–rural transects: A case study of Guangzhou, China. *Landscape and urban planning*, 79(1), 96-109.
- Zhang, L., Wu, J., Zhen, Y., & Shu, J. (2004). A GIS-based gradient analysis of urban landscape pattern of Shanghai metropolitan area, China. *Landscape and Urban Planning*, 69(1), 1-16.



## Κεφάλαιο 12

### Μελέτη περίπτωσης: Οι χρήσεις/κάλυψη γης

#### 12.1 Εισαγωγή

Οι αλλαγές στις χρήσεις/κάλυψη γης απασχολούν έντονα την παγκόσμια έρευνα (Foley et al., 2005), καθώς επιφέρουν πολύπλευρες και εκτεταμένες επιπτώσεις στο περιβάλλον, την κοινωνία και τα οικοσυστήματα (Verburg and Veldkamp, 2005, EEA, 2006). Τα τελευταία χρόνια, η καταγραφή των χρήσεων/κάλυψης γης αποτελεί υψηλή προτεραιότητα καθώς τα οικοσυστήματα στις αστικές περιοχές επηρεάζονται έντονα από τις ανθρώπινες δραστηριότητες και έχουν στενές σχέσεις με τη ζωή σχεδόν του μισού πληθυσμού της γης (Stow and Chen, 2002.)

Στο κεφάλαιο παρουσιάζεται η αποτύπωση των χρήσεων/κάλυψης γης στο διάστημα των τριαντατεσσάρων ετών από το 1981 έως το 2015 για τα έτη αναφοράς 1981, 1996, 2008 και 2015. Επιλέγονται οι κατηγορίες ταξινόμησης και το περιεχόμενο των χρήσεων/κάλυψη γης και δημιουργούνται οι αντίστοιχοι χάρτες. Η ανάλυση των χαρτών μετά από αξιολόγηση της ακρίβειάς τους αποκαλύπτει το μοτίβο της αλλαγής και την τρωτότητα συγκεκριμένων χρήσεων/καλύψεων έναντι άλλων, ενώ η ανάλυση τάσεων στις χρήσεις/κάλυψη γης παρέχει μια συστηματική προσέγγιση για την αποκάλυψη των αλλαγών με την πάροδο του χρόνου. Η ανάλυση στις χρήσεις/κάλυψη γης μέσω των χωρικών μετρήσεων ποσοτικοποιεί και αξιολογεί την χωρική διάταξη επιτρέποντας την παρακολούθηση των αλλαγών με την πάροδο του χρόνου εντοπίζοντας τις εξελισσόμενες τάσεις ενώ η ανάλυση διαβάθμισης προσφέρει πολύτιμες πληροφορίες για την εξέλιξη των χρήσεων/κάλυψη γης σε συγκεκριμένες ζώνες και κατευθύνσεις. Τέλος, η χωρική στατιστική και η ανάλυση τάσεων σε σχέση με τις ποικίλες ζώνες υψομέτρου και τις επεκτάσεις του σχεδίου πόλης αποκαλύπτουν ενδιαφέροντα μοτίβα στις αγροτικές χρήσεις/κάλυψη γης.

#### 12.2 Η ταξινόμηση των χρήσεων/κάλυψης γης στην περιοχή μελέτης

Η διατριβή υιοθετεί την γενική ταξινόμηση κατά χρήσεις/κάλυψη γης του CORINE Land Cover και την κατανομή σε 5 θεματικές ομάδες:

1. Τεχνητές επιφάνειες
2. Αγροτικές εκτάσεις
3. Δάση/Φυσικές και (ημι)φυσικές περιοχές
4. Υγρότοποι
5. Υδάτινες επιφάνειες

Αυτές οι θεματικές ομάδες εξειδικεύονται περαιτέρω σε υποκατηγορίες (subclasses). Πιο συγκεκριμένα, στον Πίνακα 12.1 που ακολουθεί αναφέρονται το πρώτο (γενικό) και το δεύτερο επίπεδο ταξινόμησης κατά CORINE Land Cover -από το οποίο επιλέχθηκαν οι κατηγορίες εκείνες που προσομοιάζουν στην περιοχή μελέτης- καθώς

και το τρίτο επίπεδο ταξινόμησης που δημιουργήθηκε για τις ανάγκες της διδακτορικής διατριβής και το οποίο ακολουθεί ιεραρχικά τα δύο προηγούμενα. Ο σχεδιασμός του τρίτου επιπέδου έχει πραγματοποιηθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι δυνατή η παραγωγή του δεύτερου ή του πρώτου επιπέδου ταξινόμησης αν οι ανάγκες απαιτούν γενικευμένη πληροφορία για λόγους σύγκρισης με άλλα υπόβαθρα ή άλλες περιοχές.

**Πίνακας 12.1: Κατηγορίες χρήσεις/κάλυψη γης ανά επίπεδο ταξινόμησης**

<b>1<sup>ο</sup> Επίπεδο: CORINE Land Cover</b>	<b>2<sup>ο</sup> Επίπεδο: CORINE Land Cover</b>	<b>3<sup>ο</sup> Επίπεδο: Διδακτορικής διατριβής</b>
1. Τεχνητές επιφάνειες	Αστικός ιστός  Βιομηχανικές-Εμπορικές ζώνες και δίκτυα μεταφορών Τεχνητές, μη γεωργικές ζώνες πρασίνου	Αραιός αστικός ιστός Μέτριος αστικός ιστός Πυκνός αστικός ιστός Δημόσια κτιριακή υποδομή Εμπόριο/Χονδρεμπόριο/ ΒΙΟΠΑ Λιμένας Πλατείες/Αστικό πράσινο/Ελεύθεροι-αδόμητοι χώροι Ανοικτά και κλειστά γήπεδα, κολυμβητήρια, λοιπές δημόσιες αθλητικές εγκαταστάσεις
2. Αγροτικές εκτάσεις	Μόνιμες καλλιέργειες	Μόνιμες καλλιέργειες Ελαιοκαλλιέργειες
3. Δάση/Φυσικές και (ημι)φυσικές περιοχές	Δάση Ανοικτοί χώροι με λίγη ή καθόλου βλάστηση	Δασικές εκτάσεις Άγονες εκτάσεις Εκτάσεις χωρίς χρήση
4. Υγρότοποι	Παραθαλάσσιοι υγρότοποι	Προστατευόμενες περιοχές/Υγροβιότοποι

*Πηγή: Ιδία επεξεργασία*

Το τρίτο επίπεδο περιγράφει την περιοχή μελέτης με τον πλέον βέλτιστο τρόπο καθώς εξειδικεύει τις κατηγορίες χρήσεων/κάλυψης γης που απαντώνται στην περιοχή μελέτης. Η θεματική κατηγορία «5. Υδάτινες επιφάνειες» δεν περιλαμβάνεται στην περιοχή μελέτης.

### 12.3 Η δημιουργία των χαρτογραφικών υποβάθρων χρήσεις/κάλυψη γης.

Για τη υλοποίηση των χαρτογραφικών υποβάθρων χρήσεων/κάλυψη γης χρησιμοποιούνται ως χάρτες βάσης τα φωτομωσαϊκά για τα έτη 1981, 1996, 2008 και 2015. Επίσης έγινε χρήση των κάτωθι ψηφιακών υποβάθρων που δημιουργήθηκαν για τις ανάγκες της διατριβής:

- Περιοχή μελέτης
- Εμπόριο-χονδρεμπόριο-ΒΙΟΠΑ

- Παλαιό και νέο λιμάνι περιοχής μελέτη
- Αθλητικές εγκαταστάσεις.
- Δημόσια κτιριακή υποδομή
- Πλατείες/Αστικό πράσινο/Ελεύθεροι-αδόμητοι χώροι
- Δασικές εκτάσεις
- Μόνιμες καλλιέργειες
- Ελαιοκαλλιέργειες
- Προστατευόμενες περιοχές/ Υγροβιότοποι
- Άγονες εκτάσεις
- Εκτάσεις χωρίς χρήση

Οι περιοχές που κατηγοριοποιήθηκαν ως αγροτικές εκτάσεις, δηλ. οι μόνιμες καλλιέργειες (δενδρώδεις καλλιέργειες λεμονιάς και πορτοκαλιάς) και ελαιοκαλλιέργειες περιλαμβάνουν κτισμένη επιφάνεια μικρότερη από 5% της έκτασής τους. Η αναλυτική πληροφορία για την κτισμένη επιφάνεια στην περιοχή μελέτης περιλαμβάνεται στο αντίστοιχο κεφάλαιο της διατριβής. Επίσης, προκειμένου να κατηγοριοποιηθεί η κτισμένη επιφάνεια, χρησιμοποιήθηκε το ποσοστό της κτισμένης επιφάνειας στον κάναβο 60X60 που αποδίδεται σε 12.500 πολύγωνα κανάβου. Δημιουργήθηκαν οι κλάσεις: Αραιός αστικός ιστός, Μέτριος αστικός ιστός και Πυκνός αστικός ιστός για κάθε ένα από τα 12.500 πολύγωνα

Οι δεκατέσσερις κατηγορίες ταξινόμησης που δημιουργήθηκαν και το περιεχόμενο τους απεικονίζεται στον πίνακα 12.2

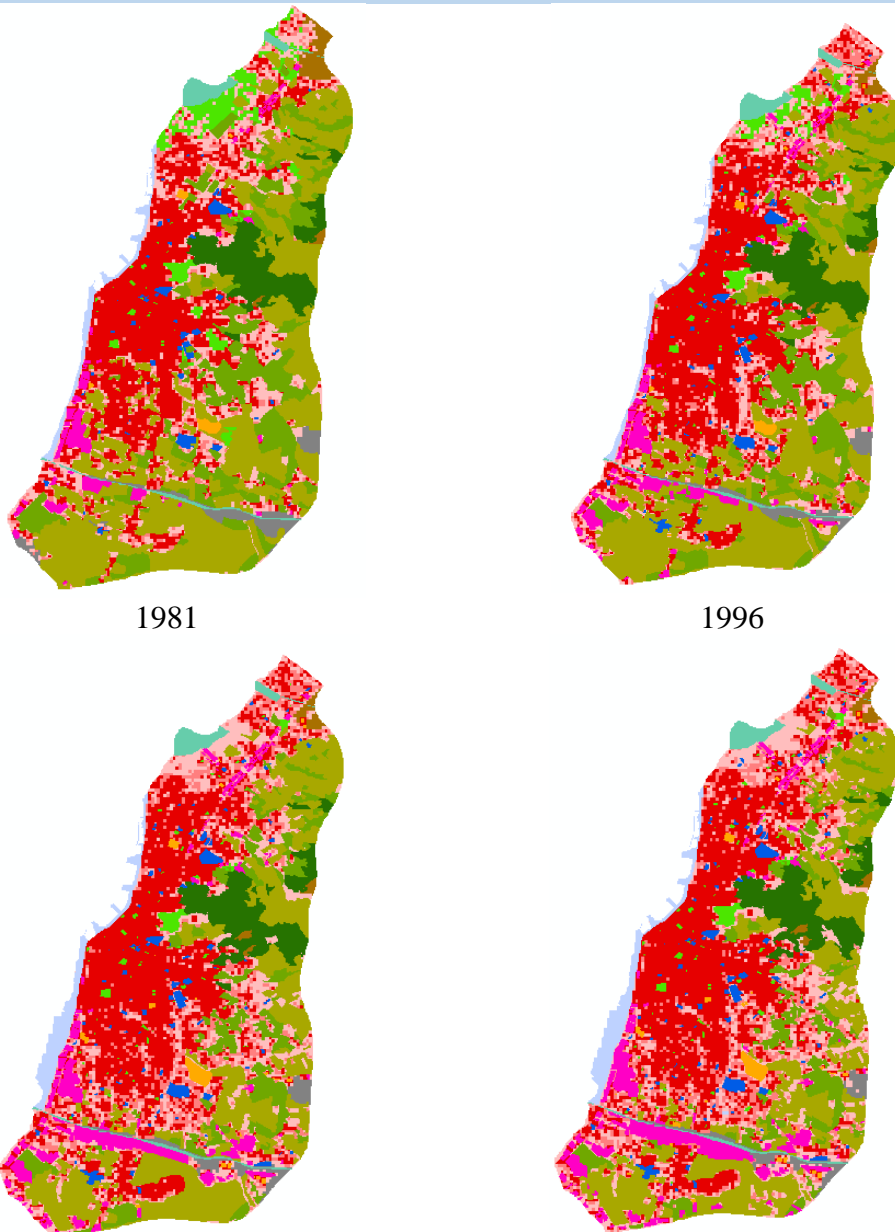
<b>Πίνακας 12.2: Κατηγορίες και Περιεχόμενο Χρήσεις/Κάλυψη γης</b>		
<b>A/A</b>	<b>Όνομα κατηγορίας</b>	<b>Περιεχόμενο</b>
1	Λιμένας	Παλαιό και νέο λιμάνι Πατρών
2	Αραιός αστικός ιστός	Αστικός ιστός. Μέχρι 20% κτισμένη επιφάνεια
3	Μέτριος αστικός ιστός	Αστικός ιστός. Από 20% -50% κτισμένη επιφάνεια
4	Πυκνός αστικός ιστός	Αστικός ιστός. Πάνω από το 50% κτισμένη επιφάνεια
5	Εμπόριο/Χονδρεμπόριο/ΒΙΟΠΑ	Εμπόριο, Χονδρεμπόριο, ΒΙΟΠΑ, Βιολογικός καθαρισμός
6	Αθλητικές εγκαταστάσεις	Ανοικτά και κλειστά γήπεδα, κολυμβητήρια, λοιπές δημόσιες αθλητικές εγκαταστάσεις
7	Δημόσια κτιριακή υποδομή	Σχολεία, Νηπιαγωγεία, Νεκροταφεία, Χώροι πολιτισμού, Νοσοκομεία
8	Πλατείες/Αστικό πράσινο/Ελεύθεροι-αδόμητοι χώροι	Πλατείες, ανοικτοί ελεύθεροι χώροι πρασίνου, ανοικτοί αδόμητοι χώροι
9	Προστατευόμενες περιοχές/Υγροβιότοποι	Προστατευόμενες περιοχές έλους Αγυιάς (υγροβιότοπος), εκβολές ποταμών Γλαύκου και Χάραδρου, προστασία όχθων Γλαύκου και Χάραδρου

10	Δασικές εκτάσεις	Δάση και δασικές εκτάσεις
11	Μόνιμες καλλιέργειες	Μόνιμες καλλιέργειες (λεμονιάς και πορτοκαλιάς)
12	Ελαιοκαλλιέργειες	Ελαιοκαλλιέργειες
13	Άγονες εκτάσεις	Άγονες/βραχώδεις εκτάσεις
14	Χωρίς χρήση	Εκτάσεις χωρίς χρήση

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Από τον πίνακα απουσιάζει η κατηγορία των υδάτινων επιφανειών καθώς η περιοχή μελέτης διασχίζεται στα βόρεια και νότια από τους χειμάρρους Χάραδρο και Γλαύκο, οι οποίοι είναι άνυδροι. Στον πίνακα στην κατηγορία των υγροτόπων/προστατευόμενων περιοχών συμπεριλαμβάνεται η παρόχθια ζώνη προστασίας αυτών των χειμάρρων καθώς και των εκβολών τους.

**Σειρά χαρτών 12.1: Χρήσεις/κάλυψη γης ανά έτος αναφοράς**





Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Τα υπόβαθρα χρήσεις/κάλυψη γης για τα έτη αναφοράς δημιουργήθηκαν και στις δύο μορφές δεδομένων, διανυσματικά και ψηφιδωτά, προκειμένου να πραγματοποιηθούν οι απαραίτητες χωρικές αναλύσεις.

### 12.3.1 Αξιολόγηση Ακρίβειας (Accuracy assessment)

Η αξιολόγηση της ακρίβειας είναι ζωτικής σημασίας για την ανίχνευση αλλαγών και την ταξινόμηση. Αν και τα περισσότερα υπόβαθρα προέκυψαν με απευθείας ψηφιοποίηση και αναμένεται το σφάλμα να είναι μικρό θεωρήθηκε απαραίτητο να πραγματοποιηθεί αξιολόγηση ακρίβειας προκειμένου τα αποτελέσματα της ταξινόμησης να είναι ποιοτικά, αξιόπιστα, ασφαλή για τις αναλύσεις που ακολουθούν. Επίσης η αξιολόγηση ακριβείας επαληθεύει εάν οι μέθοδοι της απευθείας ψηφιοποίησης και ταξινόμησης παράγουν αξιόπιστα αποτελέσματα.

Για την κατασκευή του πίνακα σφαλμάτων δημιουργήθηκε ένα σύνολο σημείων αξιολόγησης ακρίβειας που είναι ανάλογο με το εμβαδόν της κάθε κατηγορίας για κάθε μια από τις κατηγορίες, ώστε να ελεγχθεί η ακρίβεια των δεδομένων αναφοράς. Στη συνέχεια για κάθε χρονιά υπολογίστηκε η ακρίβεια χρήστη (User's Accuracy – UA), η ακρίβεια παραγωγού (Producer's Accuracy-PA), η ολική ακρίβεια (Overall Accuracy-OA) και ο συντελεστής K (Kappa coefficient). Στους πίνακες που ακολουθούν, χρησιμοποιήθηκαν οι A/A των κατηγοριών των χρήσεων/κάλυψη γης αντί των ονομάτων.

**Πίνακας 12.3: Πίνακας σφαλμάτων 1981**

Πίνακας 12.3: Πίνακας σφαλμάτων 1981																		
	Κατηγορία στο έδαφος														Σύνολο	UA	kappa	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14				
Κατηγορία ταξινόμησης	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1	0
	2	0	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0,9	0
	3	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	1	0
	4	0	0	1	11	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	13	0,846154	0
	5	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1	0
	6	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1	0
	7	0	0	0	0	0	0	10	0	1	0	0	0	0	0	11	0,909091	0
	8	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	9	1	0
	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	9	1	0
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	1	0
	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	10	1	0
	12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	16	0,937500	0
	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	10	1	0
	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	1	0
Σύνολο	10	10	10	10	11	10	10	10	10	10	10	10	15	10	146	0	0	
PA	1	0,9	0,8	1	1	1	1	0,9	0,9	1	1	1	1	1	0	0,965753	0	
kappa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,963062	

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Πίνακας 12.4: Πίνακας σφαλμάτων 1996

Πίνακας 12.4: Πίνακας σφαλμάτων 1996																		
		Κατηγορία στο έδαφος														Σύνολο	UA	kappa
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			
Κατηγορία ταξινόμησης	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1	0
	2	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	1	0
	3	0	0	10	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	11	0,909091	0
	4	0	1	0	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0,857143	0
	5	0	0	0	0	9	0	0	0	1	0	0	0	0	0	10	0,9	0
	6	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1	0
	7	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	9	1	0
	8	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	9	1	0
	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	9	1	0
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	1	0	11	0,909091	0
	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	10	1	0
	12	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	14	0	0	16	0,875000	0
	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	9	1	0
	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	1	0
Σύνολο		10	10	10	13	10	10	10	10	10	10	10	14	10	10	147	0	0
PA		1	0,9	1	0,923077	0,9	1	0,9	0,9	0,9	1	1	1	0,9	1	0	0,952381	0
kappa		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,948635

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Πίνακας 12.5: Πίνακας σφαλμάτων 2008																		
		Κατηγορία στο έδαφος														Σύνολο	UA	kappa
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			
Κατηγορία ταξινόμησης	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1	0
	2	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	1	0
	3	0	0	10	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	12	0,833333	0
	4	0	0	0	14	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	17	0,823529	0
	5	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1	0
	6	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1	0
	7	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	8	1	0
	8	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	7	1	0
	9	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	10	1	0
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	1	0
	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	10	1	0
	12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	11	0,909091	0
	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	10	1	0
	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	1	0
Σύνολο		10	10	10	14	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	144	0	0
PA		1	0,9	1	1	1	1	0,8	0,7	1	1	1	1	1	1	0	0,958333	0
kappa		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,955066

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



Πίνακας 12.6: Πίνακας σφαλμάτων 2015																		
		Κατηγορία στο έδαφος														Σύνολο	UA	kappa
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			
Κατηγορία ταξινόμησης	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1	0
	2	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	1	0
	3	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	10	0,9	0
	4	0	0	1	13	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	16	0,812500	0
	5	0	0	0	1	10	0	0	0	1	0	0	0	0	0	12	0,833333	0
	6	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1	0
	7	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	9	1	0
	8	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	10	1	0
	9	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	8	1	0
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1	0	0	0	11	0,909091	0
	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	7	1	0
	12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	0	0	12	0,833333	0
	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	10	1	0
	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	1	0
Σύνολο		10	10	10	14	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	144	0	0
PA		1	0,9	0,9	0,928571	1	1	0,9	1	0,8	1	0,7	1	1	1	0	0,937500	0
kappa		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,932612

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Σύμφωνα με τους πίνακες σφαλμάτων:

Για το έτος 1981 η ακρίβεια χρήστη (UA), η ακρίβεια παραγωγού (PA) και η ολική ακρίβεια (OA) είναι 97,09%, 96,43% και 96,58% αντίστοιχα, ενώ ο συντελεστής K (Kappa coefficient) είναι 0,963062

Για το έτος 1996 η ακρίβεια χρήστη (UA), η ακρίβεια παραγωγού (PA) και η ολική ακρίβεια (OA) είναι 96,07%, 95,16% και 95,24% αντίστοιχα, ενώ ο συντελεστής K (Kappa coefficient) είναι 0,948635

Για το έτος 2008 η ακρίβεια χρήστη (UA), η ακρίβεια παραγωγού (PA) και η ολική ακρίβεια (OA) είναι 96,90%, 95,71% και 95,83% αντίστοιχα, ενώ ο συντελεστής K (Kappa coefficient) είναι 0,955066

Για το έτος 2015 η ακρίβεια χρήστη (UA), η ακρίβεια παραγωγού (PA) και η ολική ακρίβεια (OA) είναι 94,92%, 93,78% και 93,75% αντίστοιχα, ενώ ο συντελεστής K (Kappa coefficient) είναι 0,932612

Σύμφωνα με τον Anderson (1976), η ακρίβεια στις χρήσεις/κάλυψη γης δεν επιτρέπεται να είναι κάτω από 80%. Στην περίπτωση των τιμών από τους πίνακες σφαλμάτων αυτό το κριτήριο ικανοποιείται. Επιπροσθέτως, κατά τους Landis & Koch (1977), οι τιμές του συντελεστή K ανήκουν στην κατηγορία εξαιρετικό αφού είναι πάνω από 81%. Συνεπώς, τα αποτελέσματα των ταξινομήσεων που έχουν παραχθεί είναι αξιόπιστα και ποιοτικά και μπορούν να χρησιμοποιηθούν με ασφάλεια για τις αναλύσεις που ακολουθούν.

## 12.4 Ανάλυση των χρήσεων/κάλυψης γης στην περιοχή μελέτης

Για την ανάλυση των χρήσεων/κάλυψης γης μελετήθηκαν τόσο οι χάρτες χρήσεις/κάλυψης γης όσο και το μοτίβο τους μέσω των χωρικών μετρήσεων.

### 12.4.1 Οι χάρτες χρήσεων/κάλυψης γης

Από την μελέτη των χαρτών των χρήσεων/κάλυψης γης, η περιοχή μελέτης χαρακτηρίζεται από ποικιλομορφία χρήσεων, όπου παρατηρούνται μοτίβα συγκεντρώσεων αστικών, αγροτικών, δασικών και φυσικών περιοχών. Κατά την χρονική περίοδο εξέλιξης της περιοχής από το 1981 μέχρι το 2015, εμφανίζεται μια ευδιάκριτη τάση μεταξύ του αστικού ιστού και της γεωργικής γης: η γεωργική γη υφίσταται συνεχή μείωση υποχωρώντας στην αστική εξάπλωση η οποία μέσω της αστικής διάχυσης αυξάνει το εμβαδόν της. Αυτή η αλληλεπίδραση μεταξύ της υποχώρησης της γεωργίας και της επέκτασης του αστικού ιστού δίνει μια ζωντανή εικόνα της εξελισσόμενης δυναμικής των χρήσεων/κάλυψης γης. Η αστική διάχυση επεκτείνει την εμβέλειά της δημιουργώντας θύλακες ασυνέχειας στην περιοχή μελέτης, καθιστώντας περισσότερο ευάλωτες τις πεδινές περιοχές που καλύπτονται κυρίως από ελαιοκαλλιέργειες. Εντούτοις, οι ανατολικές αγροτικές περιοχές εμφανίζονται ανθεκτικές στις αλλαγές διατηρώντας ένα σταθερό προφίλ χρήσεων/κάλυψης γης παρά τις μετασχηματιστικές δυνάμεις. Στον πίνακα 12.7 αποτυπώνεται το εμβαδόν της κάθε χρήσης και το ποσοστό της στην περιοχή μελέτης.

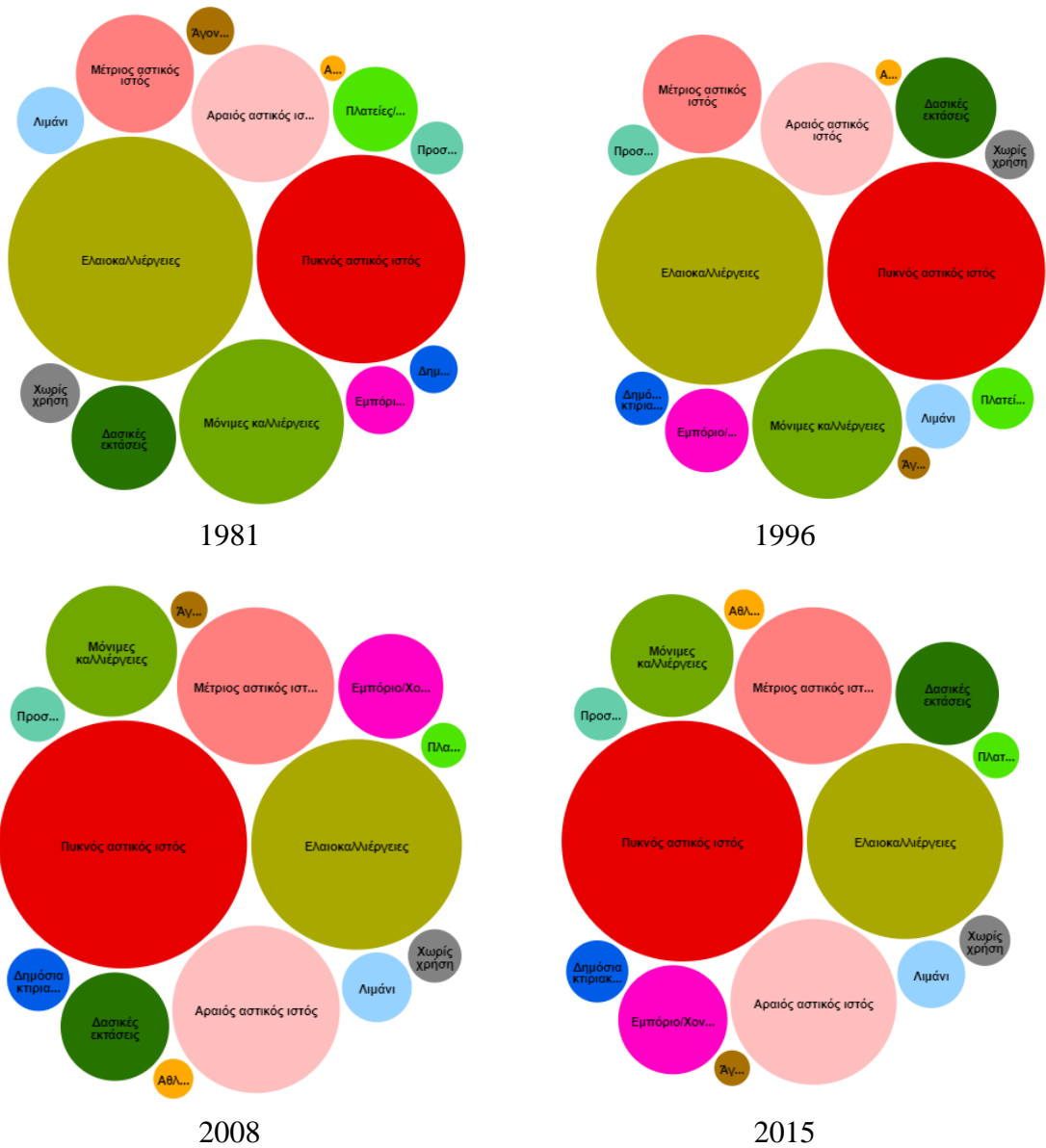
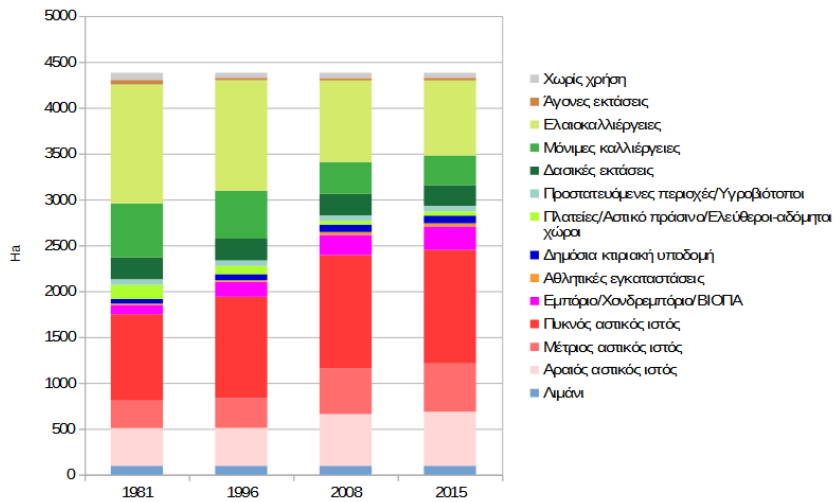
Πίνακας 12.7: Εμβαδόν Χρήσεις/Κάλυψη γης ανά κατηγορία και το ποσοστό του στην περιοχή μελέτης

Κατηγορία Χρήσης	1981		1996		2008		2015	
	Εμβαδόν (ha)	%	Εμβαδόν (ha)	%	Εμβαδόν (ha)	%	Εμβαδόν (ha)	%
	Συνολική επιφάνεια σε εκτάρια (ha) και %							
Λιμάνι	97,66	2,23	97,66	2,23	97,66	2,23	97,66	2,23
Αραιός αστικός ιστός	410,22	9,36	411,30	9,39	563,36	12,86	588,60	13,43
Μέτριος αστικός ιστός	301,33	6,88	327,84	7,48	495,75	11,31	527,26	12,03
Πυκνός αστικός ιστός	941,02	21,48	1104,34	25,20	1236,25	28,21	1239,03	28,28
Εμπόριο/Χονδρεμπόριο/ΒΙΟΠΑ	100,58	2,30	162,49	3,71	220,89	5,04	254,03	5,80
Αθλητικές εγκαταστάσεις	13,82	0,32	15,99	0,36	32,16	0,73	34,72	0,79
Δημόσια κτιριακή υποδομή	49,39	1,13	66,80	1,52	78,87	1,80	82,44	1,88
Πλατείες/Αστικό πράσινο/Ελεύθεροι-αδόμητοι χώροι	155,44	3,55	88,62	2,02	40,69	0,93	45,60	1,04
Προστατευόμενες περιοχές/Υγροβιότοποι	60,53	1,38	60,53	1,38	60,53	1,38	60,53	1,38
Δασικές εκτάσεις	237,00	5,41	237,00	5,41	236,10	5,39	227,27	5,19
Μόνιμες καλλιέργειες	589,00	13,44	523,15	11,94	344,96	7,87	322,02	7,35
Ελαιοκαλλιέργειες	1299,00	29,65	1204,90	27,5	890,19	20,32	819,93	18,71
Άγονες εκτάσεις	49,34	1,13	24,64	0,56	26,98	0,62	27,35	0,62
Χωρίς χρήση	77,30	1,76	56,36	1,29	57,20	1,31	55,17	1,26
Συνολική επιφάνεια περιοχής μελέτης					4381,60 (ha)			

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

**Διαγράμματα 12.1: Διαγράμματα χρήσεων/κάλυψη γης 1981 - 2015**

Χρήσεις/Κάλυψη γης 1981, 1996, 2008 και 2015



Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Άλλη δυναμική χρήση/κάλυψη γης είναι οι βιομηχανικές/εμπορικές χρήσεις, χρήσεις χονδρεμπορίου και βιοτεχνικού πάρκου (ΒΙΟΠΑ) που αναπτύσσονται νότια του ποταμού Γλαύκου και εκατέρωθεν της ΝΕΟ Αθηνών – Πατρών στην βόρεια είσοδο της πόλης, ενώ σταθερή αύξηση παρουσιάζουν και οι χρήσεις αστικής υποδομής (δημόσια κτιριακή υποδομή και αθλητικές εγκαταστάσεις) οι οποίες αναπτύσσονται στα πλαίσια του Γ.Π.Σ. Οι δασικές εκτάσεις καθώς και οι προστατευόμενες περιοχές/υγροβιότοποι παραμένουν σταθεροί, ενώ μειούμενη είναι και η χρήση πλατειές/αστικό πράσινο/ελεύθεροι-αδόμητοι χώροι κυρίως λόγω της μείωσης των ελεύθερων «πράσινων» και αδόμητων χώρων εξαιτίας οικοδόμησής τους.

#### 12.4.2 Χωρικές μετρήσεις στις χρήσεις/κάλυψη γης

Οι χωρικές μετρήσεις είναι καίριας σημασίας για την ανίχνευση και τον εντοπισμό κρίσιμων χωρικών και χρονικών αλλαγών σε περιοχές μελέτης (Johnson & Patil, 2007) λειτουργώντας ως γέφυρα μεταξύ των περίπλοκων μοτίβων των περιοχών και της ανάγκης για μετρήσιμα δεδομένα για τη λήψη αποφάσεων. Οι χωρικές μετρήσεις προσφέρουν έναν συστηματικό, ποσοτικό τρόπο αξιολόγησης της χωρικής διάταξης των χρήσεων/κάλυψη γης, επιτρέποντας την παρακολούθηση των αλλαγών με την πάροδο του χρόνου και εντοπίζοντας τις εξελισσόμενες τάσεις.

Όλα τα ποσοτικά μέτρα εφαρμόστηκαν χρησιμοποιώντας το στατιστικό πακέτο FRAGSTATS 4.2 (McGarigal & Marks, 1995, McGarigal et al., 2002)

Συνολικά επιλέχθηκαν τέσσερις μετρήσεις σε επίπεδο συνολικής επιφάνειας της περιοχής μελέτης (landscape level) και τέσσερις μετρήσεις σε επίπεδο κατηγοριών ταξινόμησης (class level), οι οποίες περιγράφουν με λεπτομέρεια τα χαρακτηριστικά και τη χωρική διάταξη των χρήσεων/κάλυψη γης για την περιοχή μελέτης. Τα αποτελέσματα εμφανίζονται στους πίνακες 12.8 και 12.9. Η αναλυτική επεξήγησή τους και οι μαθηματικοί αλγόριθμοι υπολογισμού τους περιγράφηκαν στο κεφάλαιο 2.5.2.1

**Πίνακας 12.8: Χωρικές μετρήσεις στις χρήσεις/κάλυψη γης**

Χωρική μέτρηση	Περιγραφή (McGarigal & Marks, 1995 McGarigal et al., 2002, 2012)	Μονάδες	Εύρος τιμών
Επίπεδο της συνολικής επιφάνειας της περιοχής μελέτης (landscape level)			
Contagion Index (CONTAG)	Βασίζεται σε γειτονίες κελιών και περιγράφει την πιθανότητα δύο τυχαίων κελιών να ανήκουν στην ίδια κατηγορία	Ποσοστό	0 < Contag ≤ 100
Total Core Area (TCA)	Ισούται με το άθροισμα των πυρήνων όλων των μορφωμάτων στην περιοχή.	Εκτάρια	TCA ≥ 0
Perimeter-Area Fractal Dimension (PAFRAC)	Περιγράφει την πολυπλοκότητα του τοπίου ενώ είναι ανεξάρτητο από κλίμακα. Ο δείκτης χρησιμοποιεί τεχνικές παλινδρόμησης.	Χωρίς μονάδες	1 ≤ PAFRAC ≤ 2

Shannon's Diversity Index (SHDI)	Το SHDI ισούται με το αρνητικό άθροισμα του γινόμενου ( $\rho_i$ ) επί τον φυσικό λογάριθμο ( $\ln$ ) της αναλογίας ( $\rho_i$ ).	Χωρίς μονάδες	SHDI $\geq$ 0
<b>Επίπεδο κατηγοριών ταξινόμησης (Class level)</b>			
Patch density (PD)	Η πυκνότητα των μορφωμάτων. Η τιμή πολλαπλασιάζεται με 10.000 και 100 ώστε να είναι ανά 100 εκτάρια	Αριθμός ανά 100 εκτάρια	PD > 0,
Largest patch index (LPI)	Το εμβαδόν ( $m^2$ ) του μεγαλύτερου μορφώματος στην περιοχή μελέτης διαιρούμενο με τη συνολική επιφάνεια της περιοχής μελέτης ( $m^2$ ) πολλαπλασιαζόμενη επί 100 (για μετατροπή σε ποσοστό)	Ποσοστό	0 $\leq$ LPI $\leq$ 100
Patch Cohesion Index (COHESION) (class level)	ισούται με 1 μείον το άθροισμα της περιμέτρου του μορφώματος διαιρεμένο με το άθροισμα της περιμέτρου του μορφώματος επί την τετραγωνική ρίζα του εμβαδού του μορφώματος για τα μορφώματα του αντίστοιχου τύπου, επί 1 μείον 1 προς την τετραγωνική ρίζα του συνολικού αριθμού κελιών στο τοπίο, επί 100	Ποσοστό	0 < COHESION < 100
Aggregation index (AI)	Το AI ισούται με το λόγο του αριθμού ομοίων όμορων εικονοψηφίδων προς τον μέγιστο δυνατό αριθμό ομοίων όμορων εικονοψηφίδων δεδομένης της αναλογίας της περιοχής μελέτης που αποτελείται από κάθε είδος μορφώματος	Ποσοστό	0 $\leq$ AI $\leq$ 100

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

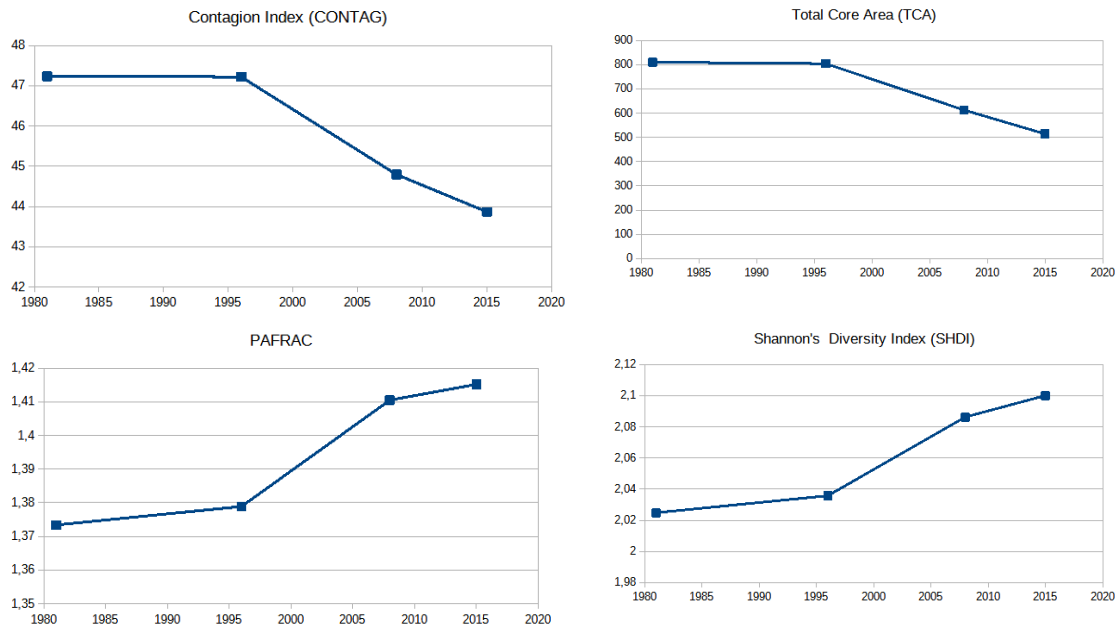
Η εφαρμογή των χωρικών μετρήσεων για το επίπεδο της συνολικής επιφάνειας της περιοχής μελέτης παρουσιάζεται στον πίνακα 12.9:

<b>Πίνακας 12.9: Χωρικές μετρήσεις στο επίπεδο της συνολικής επιφάνειας της περιοχής μελέτης</b>				
Επίπεδο Ανάλυσης:	Συνολική επιφάνεια μελέτης			
	CONTAG	TCA	PAFRAC	SHDI
1981	47,2392	810,0900	1,3734	2,0248
1996	47,2193	804,0600	1,3789	2,0357
2008	44,7942	612,4500	1,4105	2,0862
2015	43,8654	514,3500	1,4152	2,1000

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Από τις τιμές των χωρικές μετρήσεων δημιουργήθηκαν τα εικονιζόμενα διαγράμματα:

**Διαγράμματα 12.2: Διαγράμματα χωρικών μετρήσεων σε επίπεδο συνολικής περιοχής μελέτης**



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

**CONTAG:** Το μέτρο ποσοτικοποιεί τη χωρική συνάθροιση ή διασπορά, περιγράφοντας τη χωρική ετερογένεια. Σύμφωνα με τις μετρήσεις, ο δείκτης μικραίνει με το πέρασμα του χρόνου, υποδηλώνοντας ότι τείνει προς μια κυριαρχία μικρών ή κατακερματισμένων χρήσεων, δηλ, η ετερογένεια του χώρου μεγαλώνει. Το έτος 1981 η τιμή ήταν μεγαλύτερη που υποδεικνύει ότι οι χρήσεις ήταν περισσότερο ομογενοποιημένες,

**TCA:** Αντιπροσωπεύει τη συνολική έκταση (σε εκτάρια) που καλύπτεται από μια συγκεκριμένη κατηγορία χρήσεων/κάλυψη γης εντός του τοπίου. Όταν το μέτρο TCA μειώνεται σε επίπεδο περιοχής μελέτης όπως στην συγκεκριμένη περίπτωση, σημαίνει ότι η συνολική έκταση που καλύπτεται από συγκεκριμένες κατηγορίες κάλυψης γης επίσης μειώνεται με την πάροδο του χρόνου καθιστώντας τις κατηγορίες χρήσεων/κάλυψης γης περισσότερο διασκορπισμένες. Το μέτρο συμβαδίζει με την ένδειξη του CONTAG δείχνοντας την αύξηση της χωρικής ετερογένειας.

**PAFRAC:** αποτελεί μέτρο πολυπλοκότητας του σχήματος των χρήσεων/κάλυψη γης. Οι τιμές που παίρνει ο δείκτης βρίσκονται μεταξύ 1 και 2 και είναι ανοδικές, γεγονός που υποδηλώνει ότι η περιοχή μελέτης γίνεται πιο πολύπλοκη. Η αύξηση του δείκτη αποτελεί επίσης ένδειξη αστικής διάχυσης καθώς και αλλαγών στις χρήσεις/κάλυψη γης καθώς τα μοτίβα γίνονται περισσότερο ανώμαλα και κατακερματισμένα.

**SHDI:** παρέχει ένα μέτρο της συνολικής ποικιλομορφίας του τοπίου, λαμβάνοντας υπόψη τις διαφορετικές κατηγορίες χρήσεις/κάλυψη γης που υπάρχουν στην περιοχή μελέτης. Αποτελεί πολύτιμη μέτρηση για την κατανόηση της σύνθεσης του τοπίου. Στην περιοχή μελέτης παρατηρούνται υψηλές τιμές οι οποίες αυξάνουν από έτος σε

έτος υποδεικνύοντας μεγαλύτερη πολυμορφία και ετερογένεια στις χρήσεις/κάλυψη γης

Η εφαρμογή των χωρικών μετρήσεων για το επίπεδο των κατηγοριών στις χρήσεις/κάλυψη γης παρουσιάζεται στον πίνακα 12.10:

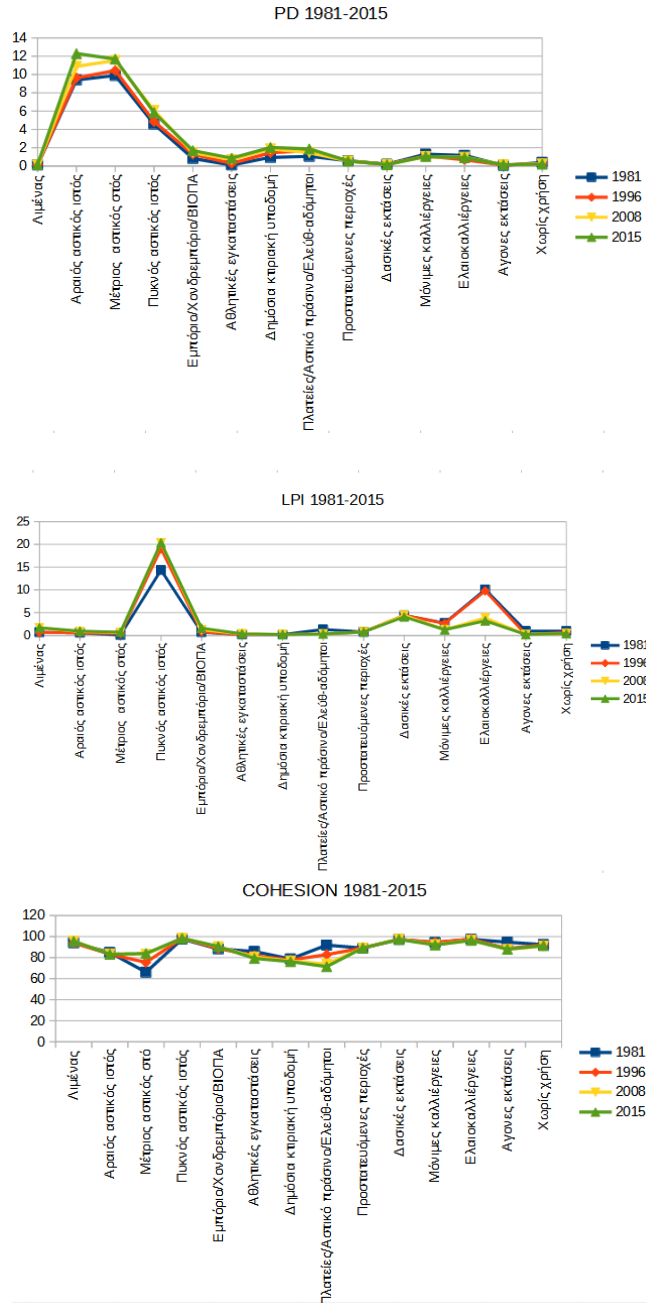
<b>Πίνακας 12.10: Χωρικές μετρήσεις στο επίπεδο των κατηγοριών χρήσεις/κάλυψης γης</b>				
Επίπεδο Ανάλυσης: Κατηγορίες χρήσεις/κάλυψη γης				
<b>Κατηγορία Χρήσης 1981</b>	PD	LPI	COHESION	AI
Λιμάνι	0,1153	0,7012	94,0464	78,6925
Αραιός αστικός ιστός	9,6354	0,6016	84,9299	64,6674
Μέτριος αστικός ιστός	9,8889	0,0996	66,0845	54,3193
Πυκνός αστικός ιστός	4,5872	14,345	97,6488	85,0867
		9		
Εμπόριο/Χονδρεμπόριο/ΒΙΟΠΑ	0,8298	0,7095	88,2562	79,9807
Αθλητικές εγκαταστάσεις	0,1153	0,2137	85,8168	87,5445
Δημόσια κτιριακή υποδομή	0,9451	0,2033	78,6952	72,6839
Πλατείες/Αστικό πράσινο/Ελεύτεροι-αδόμητοι χώροι	1,0604	1,3111	91,8685	79,9941
Προστατευόμενες περιοχές/Υγροβιότοποι	0,5763	0,7801	89,0196	80,3876
Δασικές εκτάσεις	0,1844	4,4065	97,2896	93,4239
Μόνιμες καλλιέργειες	1,2909	2,7115	94,2795	85,7088
Ελαιοκαλλιέργειες	1,1526	10,084	97,3514	90,3840
		6		
Άγονες εκτάσεις	0,0692	0,9771	94,6660	90,0858
Χωρίς χρήση	0,3919	0,9626	92,3040	83,6808
<b>Κατηγορία Χρήσης 1996</b>				
Λιμάνι	0,1153	0,6497	93,9086	77,7311
Αραιός αστικός ιστός	9,6354	0,6016	83,3222	63,2505
Μέτριος αστικός ιστός	10,424			
	5	0,4151	75,4492	57,3359
Πυκνός αστικός ιστός		19,054		
	4,8663	7	98,3752	85,5732
Εμπόριο/Χονδρεμπόριο/ΒΙΟΠΑ	1,2915	0,8178	88,6234	77,3019
Αθλητικές εγκαταστάσεις	0,2768	0,2138	81,865	82,0669
Δημόσια κτιριακή υποδομή	1,4530	0,2242	77,7506	71,4385
Πλατείες/Αστικό πράσινο/Ελεύτεροι-αδόμητοι χώροι	1,6836	0,3321	82,8120	73,6264
Προστατευόμενες περιοχές/Υγροβιότοποι	0,5535	0,7805	89,1802	80,418
Δασικές εκτάσεις	0,1845	4,4295	97,2961	93,4493
Μόνιμες καλλιέργειες	1,1070	2,6278	94,3916	85,9210
Ελαιοκαλλιέργειες	0,6919	9,7806	97,5752	90,9307

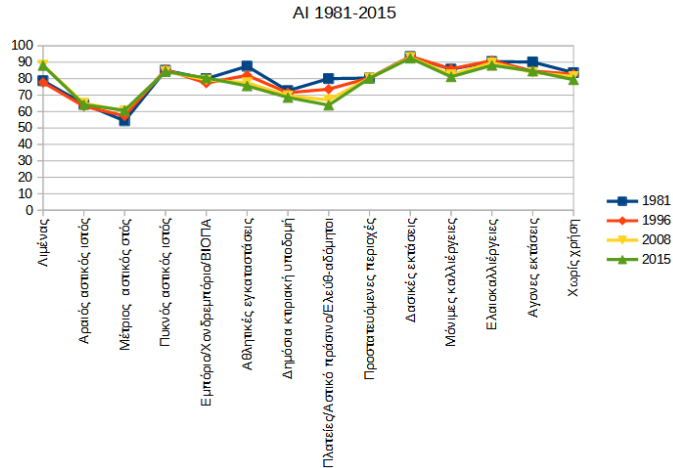


Άγονες εκτάσεις	0,1153	0,2179	88,5795	84,6304
Χωρίς χρήση	0,2768	0,6642	92,1660	82,7473
<b>Κατηγορία Χρήσης 2008</b>				
Λιμάνι	0,1142	1,6541	95,5727	88,2244
Αραιός αστικός ιστός	10,890			
	1	0,8568	83,5473	65,0511
Μέτριος αστικός ιστός	11,529			
	4	0,6719	83,2353	60,4792
Πυκνός αστικός ιστός		20,323		
	6,0729	4	98,3098	84,4483
Εμπόριο/Χονδρεμπόριο/ΒΙΟΠΑ	1,4611	1,2308	90,3840	79,2531
Αθλητικές εγκαταστάσεις	0,7077	0,3575	80,6235	77,5660
Δημόσια κτιριακή υποδομή	1,8721	0,2281	76,7987	69,6136
Πλατείες/Αστικό πράσινο/Ελεύθεροι-αδόμητοι χώροι	1,4611	0,3288	73,8541	67,0127
Προστατευόμενες περιοχές/Υγροβιότοποι	0,5479	0,7726	89,1781	80,4180
Δασικές εκτάσεις	0,1598	4,4300	97,5191	92,9164
Μόνιμες καλλιέργειες	1,0274	1,2616	92,4091	82,3678
Ελαιοκαλλιέργειες	0,9589	3,8526	96,4784	89,6520
Άγονες εκτάσεις	0,1370	0,1993	87,7978	83,7743
Χωρίς χρήση	0,2283	0,4130	90,9909	81,3366
<b>Κατηγορία Χρήσης 2015</b>				
Λιμάνι	0,1598	1,6705	95,4880	88,0365
Αραιός αστικός ιστός	12,282			
	5	0,9452	83,1658	64,1813
Μέτριος αστικός ιστός	11,688			
	9	0,7356	83,9066	60,7315
Πυκνός αστικός ιστός		20,368		
	5,8445	2	98,3448	84,3236
Εμπόριο/Χονδρεμπόριο/ΒΙΟΠΑ	1,6894	1,6191	90,5689	80,4383
Αθλητικές εγκαταστάσεις	0,8675	0,3575	79,2088	75,6198
Δημόσια κτιριακή υποδομή	2,0319	0,2281	76,1694	68,5714
Πλατείες/Αστικό πράσινο/Ελεύθεροι-αδόμητοι χώροι	1,8721	0,3329	71,4154	63,8697
Προστατευόμενες περιοχές/Υγροβιότοποι	0,5479	0,7726	89,1672	80,2795
Δασικές εκτάσεις	0,1598	4,0806	97,3108	92,4455
Μόνιμες καλλιέργειες	1,0502	1,2513	92,0030	81,1657
Ελαιοκαλλιέργειες	0,9132	3,2115	96,4297	88,0975
Άγονες εκτάσεις	0,1370	0,1993	87,9852	84,6021
Χωρίς χρήση	0,2055	0,3966	91,3892	79,3570
<i>Πηγή: Ιδία επεξεργασία</i>				

Από τις τιμές των χωρικές μετρήσεων δημιουργήθηκαν τα εικονιζόμενα διαγράμματα:

**Διαγράμματα 12.3: Διαγράμματα χωρικών μετρήσεων στο επίπεδο των κατηγοριών χρήσεις/κάλυψη γης**





Πηγή: Ίδια επεξεργασία

PD: Το μέτρο ανήκει στην κατηγορία της πολυπλοκότητας και μετρά την πυκνότητα των κτισμένων επιφανειών. Οι τιμές του δείκτη PD αυξάνουν συνεχώς στις περισσότερες από τις χρήσεις, γεγονός που δείχνει ότι οι χρήσεις/κάλυψη γης βρίσκονται κατακερματισμένες (διασκορπισμένες) στο χώρο. Από τις τιμές φαίνεται ότι η πιο διασκορπισμένη χρήση/κάλυψη γης είναι αυτή του Αραιού αστικού ιστού, το οποίο αποτελεί άλλη μια ένδειξη αστικής διάχυσης στην περιοχή μελέτη. Η επόμενη κατακερματισμένη χρήση είναι αυτή του μέτριου αστικού ιστού που δημιουργείται από παλαιούς αραιού ιστούς. Όλες οι τιμές της αύξησης βρίσκονται στη μέγιστη τιμή τους το έτος 2015. Αντίθετα, οι πιο συμπαγείς χρήσεις είναι αυτές των δασικών εκτάσεων, των προστατευόμενων περιοχών και των άγονων εκτάσεων. Μειωτικές τιμές του δείκτη PD εμφανίζουν οι μόνιμες καλλιέργειες και οι ελαιοκαλλιέργειες τα διαγράμματα των οποίων παρουσιάζουν την αντίστροφη πορεία. Η συνολική εικόνα του δείκτη υποδηλώνει επίσης αλλαγές στη σχέση μεταξύ γεωργικών και αστικών εκτάσεων με το μετασχηματισμό του τοπίου να τείνει σε όλο και περισσότερες αστικές χρήσεις

LPI: Ο δείκτης αποτελεί μέτρηση της επικράτησης (κυριαρχίας). Ο πυκνός αστικός ιστός είναι η χρήση που κυριαρχεί στην περιοχή μελέτης, ενώ οι αυξημένες τιμές του δείκτη υποδηλώνουν αστική διάχυση και μείωση άλλων τύπων κάλυψης, όπως για παράδειγμα στην ελαιοκαλλιέργεια στην οποία κυριαρχεί η μείωση του δείκτη.

COHESION: Το μέτρο χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση του βαθμού χωρικής συνδεσιμότητας μεταξύ του ίδιου τύπου χρήσεις/κάλυψη γης ενώ αποτελεί και μέτρο συγκέντρωσης. Προσδιορίζει ποσοτικά την τάση παρόμοιων χρήσεων/κάλυψη γης να συγκεντρώνονται ή να συνδέονται μεταξύ τους. Το μοτίβο των χρήσεων/κάλυψης γης έχει πολύ μικρή διακύμανση. Η παρατηρούμενη μικρή αύξηση του μοτίβου του Μέτριου αστικού ιστού αποτελεί ένδειξη αστικοποίησης ενώ η μικρή μείωση του μοτίβου Πλατείες/Αστικό πράσινο/Ελεύθεροι-αδόμητοι χώροι υποδεικνύει ότι το μοτίβο αυτό συνδέεται με άλλες χρήσεις που δεν ανήκουν στην ίδια κατηγορία, δηλ. με άλλες αστικές χρήσεις (όπως διάφορες κατηγορίες αστικού ιστού, Αθλητικές εγκαταστάσεις, Εμπόριο/Χονδρεμπόριο/ΒΙΟΠΑ κ.α.)

ΑΙ: Ο δείκτης ανήκει στις μετρήσεις διαμόρφωσης και μετρά τη συνάθροιση ή τη διασπορά των μορφωμάτων. Αξιολογεί επίσης το επίπεδο συγκέντρωσης ενός τύπου χρήσεων/κάλυψης γης. Το μοτίβο των χρήσεων/κάλυψης γης έχει πολύ μικρή διακύμανση. Μικρή μείωση παρουσιάζουν οι χρήσεις Πλατείες / Αστικό πράσινο / Ελεύθεροι-αδόμητοι χώροι και Αθλητικές εγκαταστάσεις, που υποδηλώνουν ότι οι χρήσεις αυτές γίνονται περισσότερο κατακερματισμένες: οι φυσικοί/ελεύθεροι/ανοικτοί/αδόμητοι χώροι λόγω αστικοποίησης έχουν διαιρεθεί σε μικρότερα και πιο απομονωμένα τμήματα ενώ οι χώροι των αθλητικών εγκαταστάσεων λόγω της ανάπτυξης των αθλητικών υποδομών σε περιοχές μακρύτερα του κέντρου εμφανίζουν μεγαλύτερη διασπορά.

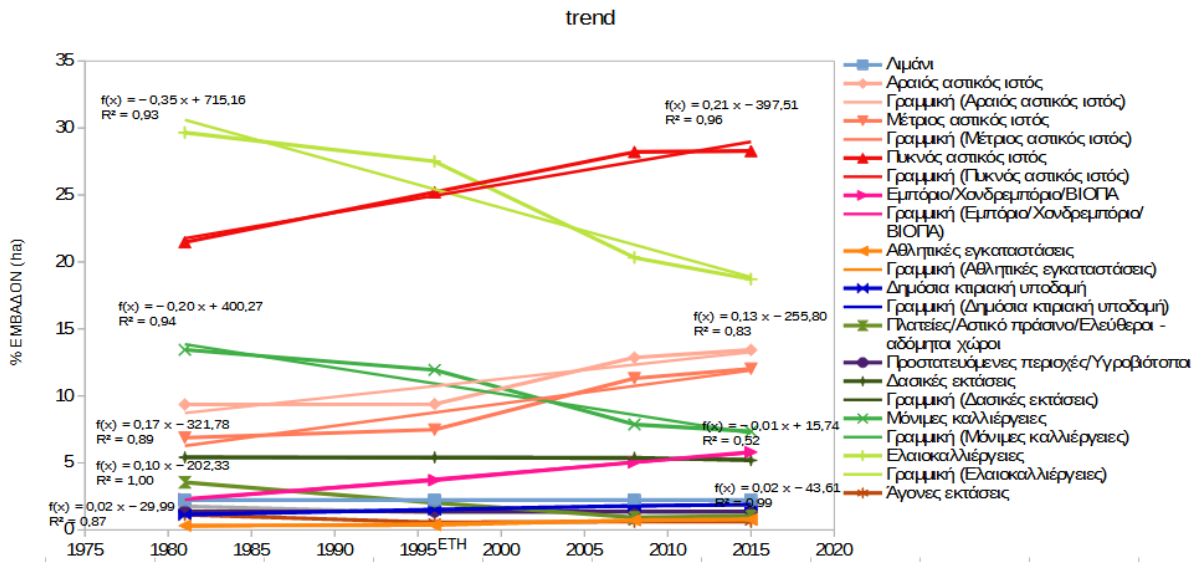
### **12.5 Ανάλυση τάσεων στις χρήσεις/κάλυψη γης με τη βοήθεια γραμμικών συναρτήσεων**

Στη συνέχεια δημιουργήθηκε η ανάλυση τάσεων για τις χρήσεις/κάλυψη γης για κάθε έτος αναφοράς, με τη βοήθεια των γραμμικών συναρτήσεων. Η ανάλυση αυτού του είδους εκφράζει γραμμικά τα μοτίβα των χρήσεων/κάλυψη γης που παρατηρήθηκαν κατά τη διάρκεια των τριαντατεσσάρων ετών και ποσοτικοποιεί τα μοτίβα και τις αλλαγές με την πάροδο του χρόνου. Οι γραμμικές συναρτήσεις παρέχουν μια σαφή αναπαράσταση της κατεύθυνσης και του μεγέθους των αλλαγών, υποδεικνύοντας εάν ορισμένες κατηγορίες κάλυψης γης αυξάνονται ή μειώνονται.

Η κλίση της γραμμικής συνάρτησης παρέχει πληροφορίες για την ταχύτητα ή την ένταση των παρατηρούμενων αλλαγών σε διαφορετικούς τύπους χρήσεων/κάλυψης γης, ενώ η σαφήνεια της οπτικοποίησης παρέχει ευκολία στην ερμηνεία των φαινομένων των χρήσεων/κάλυψης γης στην περιοχή μελέτης. Ένα ακόμα από τα θετικά της συγκεκριμένης ανάλυσης τάσεων είναι η δυνατότητα πρόβλεψης των μελλοντικών αλλαγών αν δεν επέμβουν εξωτερικοί παράγοντες όπως ο πολεοδομικός σχεδιασμός, η διαχείριση του περιβάλλοντος ή η διαμόρφωση πολιτικής για το χώρο. Αυτό σημαίνει ότι η ανάλυση τάσεων μπορεί να χρησιμεύσει ως σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης για πιθανά ζητήματα όπως η αστική διάχυση, η απώλεια αγροτικής γης, η αποψίλωση των δασών ή η απώλεια οικοτόπων, επιτρέποντας προληπτικές παρεμβάσεις.

Η ανάλυση τάσεων για την περιοχή μελέτης παρουσιάζεται στο παρακάτω διάγραμμα

**Διάγραμμα 12.4: Ανάλυση Τάσεων στις χρήσεις/κάλυψη γης με γραμμικές συναρτήσεις**



Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Από την ανάλυση τάσεων το πλέον εμφανές μοτίβο είναι αυτό της αντιστρόφως ανάλογη απώλεια αγροτικής γης με αυτήν της αύξησης του αστικού ιστού.

Συγκεκριμένα,

- η εξίσωση της ελαιοκαλλιέργειας  $f(x) = -0.35x + 715.16$  δείχνει συνεχιζόμενη πτωτική τάση ενώ ο συντελεστής  $R^2 = 0.93$  δείχνει ισχυρή προσαρμογή ενισχύοντας την αξιοπιστία της πτωτικής τάσης
- η εξίσωση του πυκνού αστικού ιστού  $f(x) = 0.21x - 397.5$  δείχνει σημαντική αυξητική τάση ενώ ο συντελεστής  $R^2 = 0.96$  δείχνει άριστη προσαρμογή ενισχύοντας την αξιοπιστία της αυξητικής τάσης
- η εξίσωση της μόνιμης καλλιέργειας  $f(x) = -0.35x + 715.16$  δείχνει συνεχιζόμενη πτωτική τάση ενώ ο συντελεστής  $R^2 = 0.94$  δείχνει ισχυρή συσχέτιση και αξιόπιστη αναπαράσταση της πτωτικής τάσης
- η εξίσωση του αραιού αστικού ιστού  $f(x) = 0.13x - 255.80$  δείχνει σημαντική αυξητική τάση ενώ ο συντελεστής  $R^2 = 0.83$  δείχνει καλή προσαρμογή ενισχύοντας την αξιοπιστία της αυξητικής τάσης
- η εξίσωση του μέτριου αστικού ιστού  $f(x) = 0.17x - 321.78$  δείχνει ανοδική αυξητική τάση ενώ ο συντελεστής  $R^2 = 0.89$  δείχνει καλή προσαρμογή ενισχύοντας την αξιοπιστία της αυξητικής τάσης
- η εξίσωση του εμπορίου/χονδρεμπορίου/ΒΙΟΠΑ  $f(x) = 0.10x - 202.33$  δείχνει έντονη αυξητική τάση ενώ ο συντελεστής  $R^2 = 1.0$  δείχνει εξαιρετική προσαρμογή ενισχύοντας την αξιοπιστία της αυξητικής τάσης
- η εξίσωση των δασικών εκτάσεων  $f(x) = -0.01x + 15.74$  δείχνει μια τάση ελαφράς μείωσης ενώ ο συντελεστής  $R^2 = 0.52$  δείχνει μια ασθενή προσαρμογή

- η εξίσωση των αθλητικών εγκαταστάσεων  $f(x) = 0.02x - 29.99$  δείχνει ήπια αυξητική τάση ενώ ο συντελεστής  $R^2 = 0.87$  δείχνει καλή προσαρμογή ενισχύοντας την αξιοπιστία της αυξητικής τάσης
- η εξίσωση της δημόσιας κτιριακής υποδομής  $f(x) = 0.02x - 43.61$  δείχνει σημαντική αυξητική τάση ενώ ο συντελεστής  $R^2 = 0.99$  δείχνει τέλεια προσαρμογή ενισχύοντας την αξιοπιστία της αυξητικής τάσης
- η εξίσωση των πλατειών/αστικού πρασίνου/ελεύθερων-αδόμητων χώρων  $f(x) = -0.08x + 15.51$  δείχνει ισχυρή τάση μείωσης ενώ ο συντελεστής  $R^2 = 0.94$  δείχνει εξαιρετική προσαρμογή ενισχύοντας την αξιοπιστία της πτωτικής τάσης
- η εξίσωση των προστατευόμενων περιοχών/υγροβιοτόπων  $f(x) = 1.38$  δείχνει ότι η συγκεκριμένη χρήση/κάλυψη γης δεν είχε καμιά μεταβολή κατά τη διάρκεια της περιόδου μελέτης ενώ ο συντελεστής  $R^2 = 0$  δείχνει ότι δεν υπάρχει κάποια διακύμανση.
- η εξίσωση του λιμανιού  $f(x) = 2,33$  δείχνει ότι η συγκεκριμένη χρήση/κάλυψη γης δεν είχε καμιά μεταβολή κατά τη διάρκεια της περιόδου μελέτης ενώ ο συντελεστής  $R^2 = 0$  δείχνει ότι δεν υπάρχει κάποια διακύμανση.
- η εξίσωση των άγονων εκτάσεων  $f(x) = -0.01x + 29.11$  δείχνει ήπια πτωτική τάση ενώ ο συντελεστής  $R^2 = 0.63$  δείχνει μέτρια προσαρμογή
- η εξίσωση των εκτάσεων χωρίς χρήση  $f(x) = -0.01x + 29.09$  δείχνει ήπια πτωτική τάση ενώ ο συντελεστής  $R^2 = 0.75$  δείχνει καλή προσαρμογή ενισχύοντας την αξιοπιστία της πτωτικής τάσης

Η ανάλυση των τάσεων στις χρήσεις/κάλυψη γης βρίσκεται σε πλήρη συμφωνία με την ανάλυση των χωρικών μετρήσεων που προηγήθηκαν. Από το 1981 έως το 2015, η περιοχή μελέτης έχει υποστεί ουσιαστικές αλλαγές σε διάφορες κατηγορίες χρήσεων/κάλυψη γης.

Σημαντική αύξηση παρατηρήθηκε σε όλες τις αστικές χρήσεις, στον αραιό, μέτριο και πυκνό αστικό ιστό καθώς και στις χρήσεις/κάλυψη γης εμπόριο/χονδρεμπόριο/ΒΙΟΠΑ, δημόσια κτιριακή υποδομή και αθλητικές εγκαταστάσεις. Αυτό είναι εμφανές από τις ισχυρές θετικές τάσεις σε αυτές τις κατηγορίες, που υποστηρίζονται από τις υψηλές τιμές του  $R^2$  υποδεικνύοντας μια ισχυρή προσαρμογή στα παρατηρούμενα δεδομένα.

Αντίθετα, παρατηρείται μείωση της αγροτικής γης και του φυσικού περιβάλλοντος όπως οι ελαιοκαλλιέργειες, οι μόνιμες καλλιέργειες και οι χώροι πρασίνου/ελεύθεροι-αδόμητοι χώροι όπως φαίνεται από τις αρνητικές τάσεις σε αυτές τις κατηγορίες. Μικρή πτωτική τάση για τις δασικές εκτάσεις, τις εκτάσεις χωρίς χρήση και τις άγονες εκτάσεις ενώ το λιμάνι και οι προστατευόμενες περιοχές/υγροβιότοποι δεν παρουσίασαν καμιά μεταβολή.

## 12.6 Οι χωροχρονικές αλλαγές στις χρήσεις/κάλυψη γης

Η ανίχνευση αλλαγών (change detection) στις χρήσεις/κάλυψη γης είναι η διαδικασία προσδιορισμού και ποσοτικής μέτρησης των αλλαγών στη χωρική κατανομή και τη σύνθεση των χρήσεων/κάλυψη γης σε μια χρονική περίοδο (Green et al., 1994)

Η ανίχνευση αλλαγών μετά την ταξινόμηση πραγματοποιήθηκε στο ArcGIS Pro (ESRI) και χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό των αλλαγών στις χρήσεις/κάλυψη γης στα τρία διαστήματα: 1981–1996, 1996–2008, 2008–2015 και συνολικά για το διάστημα των τριαντατεσσάρων ετών 1981-2015. Αυτή η προσέγγιση βοηθά στην ανάλυση της κατεύθυνσης, του ρυθμού και του χωρικού μοτίβου των αλλαγών στις χρήσεις/κάλυψη γης (Weng, 2007)

Στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζονται:

A) Οι μεταβολές στις χρήσεις/κάλυψη γης για τα διαστήματα 1981–1996, 1996–2008, 2008–2015 και συνολικά 1981 - 2015

B) οι χωροχρονικές αλλαγές της περιοχής μελέτης στα ίδια διαστήματα, όπως προκύπτουν από τις διαδικασίες ανίχνευσης αλλαγών και μεταβολών.

Επίσης παρουσιάζονται τα διαγράμματα αυξήσεων-μειώσεων στις χρήσεις/κάλυψη γης για το ίδιο διάστημα.

Πίνακας 12.11: Μεταβολές Χρήσεις/Κάλυψη γης 1981 - 1996

ΧΡΗΣΕΙΣ/ΚΑΛΥΨΗ ΓΗΣ 1996																
ΧΡΗΣΕΙΣ/ ΚΑΛΥΨΗ ΓΗΣ 1981	ΛΙΜΑΝΙ	ΑΡΑΙ	ΜΕΤΡΙ	ΠΥΚ	ΕΜΠΟ	ΑΘΛΗ	ΔΗΜΟ	ΠΛΑΤΕΙ	ΠΡΟ	ΔΑΣΙ	ΜΟΝΙ	ΕΛΛΙΟ	ΑΓΟΝΕΣ	ΧΩ	ΣΥΝΟ	
		ΟΣ	ΟΣ	ΝΟΣ	ΡΙΟ/ ΝΑΡΕ	ΤΙΚΕΣ	ΣΙΑ	ΕΣ/ ΑΣΤΙΚΟ	ΣΤΑ		ΝΕΣ					ΜΕΣ
	ΙΣΤΟΣ	ΑΣΤΙΚ	ΑΣΤΙΚ	ΑΣΤΙΚΟ	ΡΙΟ/ ΒΙΟΠΑ	ΕΓΚΑΤ	ΥΠΟΔΟ	ΠΡΑΣΙ	ΠΕΡΙΟ	ΧΕΣ/ ΥΓΡΟ	ΕΚΤΑ	ΡΓΕΙΕΣ	ΤΑ	ΧΡΗ	ΛΟ	
ΛΙΜΑΝΙ	97.66														97.66	
ΑΡΑΙΟΣ																
ΑΣΤΙΚΟΣ		216.46	90.26	74.14	16.38	0.81	6.59	4.95				0.58	0.03	0.03	410.22	
ΙΣΤΟΣ																
ΜΕΤΡΙΟΣ																
ΑΣΤΙΚΟΣ		30.20	162.12	101.14	5.06	0.10	1.00	1.70				0.02			301.33	
ΙΣΤΟΣ																
ΠΥΚΝΟΣ		2.98	72.38	858.81	4.49	0.16	0.83	1.37				0.01			941.02	
ΑΣΤΙΚΟΣ																
ΙΣΤΟΣ																
ΕΜΠΟΡΙΟ/ ΧΟΝΔΡΕΜΠ																
ΟΡΙΟ/ ΒΙΟΠΑ			0.07	0.01	100.50										100.58	
ΑΘΛΗΤΙΚΕΣ																
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑ																
ΣΕΙΣ						13.82									13.82	
ΔΗΜΟΣΙΑ																
ΚΤΙΡΙΑΚΗ																
ΥΠΟΔΟΜΗ		0.02						49.36							49.39	
ΠΛΑΤΕΙΕΣ/ ΑΣΤΙΚΟ																
ΠΡΑΣΙΝΟ/ ΧΩΡΟΙ		39.30	14.22	24.18	3.44		0.81	72.86				0.64			155.44	



Κεφάλαιο 12- Μελέτη περίπτωσης: Οι χρήσεις/κάλυψη γης

ΠΡΟΣΤΑΤΕΥ ΟΜΕΝΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ/ ΥΓΡΟΒΙΟΤΟ ΠΟΙ ΔΑΣΙΚΕΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ ΜΟΝΙΜΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙ ΕΣ	19.46	9.69	16.70	12.24	0.02	4.10	2.45		60.53							60.53
ΕΛΛΙΟΚΑΛΛ ΙΕΡΓΕΙΕΣ ΑΓΟΝΕΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ ΧΩΡΙΣ ΧΡΗΣΗ	35.72	17.04	21.89	13.28		2.41	5.27		237.00							237.00
	10.93	6.79	5.51	0.96	0.43	0.12	0.03									522.69
	12.36		1.92	6.15	0.65	1.58										522.69
																0.01
																1203.02
																0.04
																24.57
																54.38
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>97.66</b>	<b>411.30</b>	<b>327.58</b>	<b>1104.30</b>	<b>162.50</b>	<b>15.99</b>	<b>66.80</b>	<b>88.62</b>	<b>60.53</b>	<b>237.00</b>	<b>523.20</b>	<b>1204.90</b>	<b>24.64</b>	<b>56.36</b>	<b>4381,60</b>	

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 12.12: Μεταβολές Χρήσεις/Κάλυψη γης 1996 - 2008

ΧΡΗΣΕΙΣ/ΚΑΛΥΨΗ ΓΗΣ 2008																
ΧΡΗΣΕΙΣ/ ΚΑΛΥΨΗ ΓΗΣ 1996	ΛΙΜΑΝΙ	ΑΡΑΙ	ΜΕΤΡΙ	ΠΟΥ	ΕΜΠΟ	ΑΘΛΗ	ΔΗΜΟ	ΠΛΑΤΕΙ	ΠΡΟ	ΔΑΣΙ	ΜΟΝΙ	ΕΛΛΙΟ	ΑΓΟΝΕΣ	ΧΩ	ΣΥΝΟ	
		ΟΣ	ΟΣ	ΚΝΟΣ	ΡΙΟ/ ΧΟΝΔΡ	ΤΙΚΕΣ	ΣΙΑ	ΕΣ/ ΑΣΤΙΚΟ	ΣΤΑ		ΝΕΣ					ΜΕΣ
ΓΗΣ 1996	ΙΣΤΟΣ	ΑΣΤΙΚ	ΑΣΤΙΚ	ΑΣΤΙΚΟ	ΡΙΟ/ ΒΙΟΠΑ	ΕΓΚΑΤ	ΥΠΟΔΟ	ΠΡΑΣΙ	ΠΕΡΙΟ	ΚΕΣ	ΕΡΓΕΙ	ΚΑΛΛΙΕ	ΤΑ	ΧΡΗ	ΛΟ	
		ΙΣΤΟΣ	ΙΣΤΟΣ	Σ ΙΣΤΟΣ	ΒΙΟΠΑ	ΕΙΣ	ΜΗ	ΧΩΡΟΙ	ΧΕΣ/ ΒΙΟΤΟ	ΕΚΤΑ	ΕΣ	ΡΓΕΙΕΣ	ΣΕΙΣ	ΣΗ		
ΛΙΜΑΝΙ	97,66														97,66	
ΑΡΑΙΟΣ ΑΣΤΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ		290,51	74,64	33,87	4,91	4,71	2,14							0,10	0,41	411,30
ΜΕΤΡΙΟΣ ΑΣΤΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ		29,87	223,84	72,74	0,69	0,54	0,15									327,84
ΠΥΚΝΟΣ ΑΣΤΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ		0,24	68,22	1034,21	0,08	1,30	0,29									1104,34
ΕΜΠΟΡΙΟ/ ΧΟΝΔΡΕΜ ΠΟΡΙΟ/ ΒΙΟΠΑ			0,16		162,33											162,49
ΑΘΛΗΤΙΚΕ Σ ΕΓΚΑΤΑΣΤ ΑΣΕΙΣ						15,99										15,99
ΔΗΜΟΣΙΑ ΚΤΙΡΙΑΚΗ ΥΠΟΔΟΜΗ							66,80									66,80

Κεφάλαιο 12- Μελέτη περίπτωσης: Οι χρήσεις/κάλυψη γης

ΠΛΑΤΕΙΕΣ/ ΑΣΤΙΚΟ ΠΡΑΣΙΝΟ/ ΠΡΟΣΤΑ ΤΕΥΟΜΕ ΝΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ/ ΥΓΡΟΒΙΟΤ ΟΠΟΙ ΔΑΣΙΚΕΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ ΜΟΝΙΜΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓ ΕΙΕΣ ΕΛΑΙΟΚΑΛ ΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΑΓΟΝΕΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ ΧΩΡΙΣ ΧΡΗΣΗ	42,85	3,23	1,57	1,71	0,04	0,43	38,78									88,62
								60,53								60,53
	2,66	0,76	0,28						229,56				3,73			237,00
	60,11	50,92	32,29	9,00	1,72	3,75	0,95		6,54	336,92		19,78		1,16		523,15
	13,50	73,24	59,73	42,17	5,81	2,90	0,96			8,04	870,41			8,15		1204,90
	0,76		0,36		0,37							23,15				24,64
	2,85	0,74	1,20	0,01	1,69	2,40								47,47		56,36
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>97,66</b>	<b>563,36</b>	<b>595,75</b>	<b>1236,25</b>	<b>220,89</b>	<b>32,16</b>	<b>78,87</b>	<b>40,69</b>	<b>60,53</b>	<b>236,10</b>	<b>344,96</b>	<b>890,19</b>	<b>26,98</b>	<b>57,20</b>		<b>4381,60</b>

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Πίνακας 12.13: Μεταβολές Χρήσεις/Κάλυψη γης 2008 - 2015

ΧΡΗΣΕΙΣ/ΚΑΛΥΨΗ ΓΗΣ 2015																
ΧΡΗΣΕΙΣ/ ΚΑΛΥΨΗ ΓΗΣ 2008	ΛΙΜΑΝΙ	ΑΡΑΙ	ΜΕΤΡΙ	ΠΥΚ	ΕΜΠΟ	ΑΘΛΗ	ΔΗΜΟ	ΠΛΑΤΕΙ	ΠΡΟ	ΔΑΣΙ	ΜΟΝΙ	ΕΛΛΙΟ	ΑΓΟΝΕΣ	ΧΩ	ΣΥΝΟ	
		ΟΣ	ΟΣ	ΝΟΣ	ΡΙΟ/ ΧΟ	ΤΙΚΕΣ	ΣΙΑ	ΕΣ/ ΑΣΤΙΚΟ	ΣΤΑ		ΝΕΣ					ΜΕΣ
ΓΗΣ 2008	ΙΣΤΟΣ	ΑΣΤΙΚ	ΑΣΤΙΚ	ΑΣΤΙΚΟ	ΝΔΡΕ	ΕΓΚΑΤ	ΚΤΙΡΙΑ	ΠΡΑΣΙ	ΠΕΡΙΟ	ΚΕΣ	ΕΡΓΕΙ	ΚΑΛΛΙΕ	ΤΑ	ΧΡΗ	ΛΟ	
		ΙΣΤΟΣ	ΙΣΤΟΣ	Σ ΙΣΤΟΣ	Ο/ ΒΙΟΠΑ	ΑΣΤΑΣ	ΥΠΟΔΟ	ΝΟ/ ΕΛΕΥΘΕ	ΧΕΣ/ ΒΙΟΤΟ	ΣΕΙΣ	ΕΚΤΑ	ΡΓΕΙΕΣ	ΣΕΙΣ	ΣΗ		
ΛΙΜΑΝΙ	97.66														97.66	
ΑΡΑΙΟΣ																
ΑΣΤΙΚΟΣ																
ΙΣΤΟΣ		518.94	25.36	7.06	5.87	1.18	1.41	3.32						0.22	563.36	
ΜΕΤΡΙΟΣ																
ΑΣΤΙΚΟΣ																
ΙΣΤΟΣ		13.06	462.29	17.05	1.28	0.11	0,23	1.27						0.46	495.75	
ΠΥΚΝΟΣ																
ΑΣΤΙΚΟΣ																
ΙΣΤΟΣ		3.59	19.54	1209.22	2.44	0.25	0,21	0.77						0.23	1236.25	
ΕΜΠΟΡΙΟ/ ΧΟΝΔΡΕΜ																
ΠΟΡΙΟ/ ΒΙΟΠΑ																
ΑΣΤΙΚΟΣ		0.01	0.09		220.71	0.08									220.89	
ΑΘΛΗΤΙΚΕ																
Σ																
ΕΓΚΑΤΑΣΤ																
ΑΣΕΙΣ																
ΔΗΜΟΣΙΑ																
ΚΤΙΡΙΑΚΗ																
ΥΠΟΔΟΜΗ															78,87	

Κεφάλαιο 12- Μελέτη περίπτωσης: Οι χρήσεις/κάλυψη γης

ΠΛΑΤΕΙΕΣ/ ΑΣΤΙΚΟ																	
ΠΡΑΣΙΝΟ/ ΠΡΟΣΤΑΤΕ ΥΟΜΕΝΕΣ	0.32					0.16		40.21									40.69
ΠΕΡΙΟΧΕΣ/ ΥΓΡΟΒΙΟΤ ΟΠΟΙ								60.53									60.53
ΔΑΣΙΚΕΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ ΜΟΝΙΜΕΣ	5,36	0.95	0.17				1.19			227.07				1.26			236.10
ΚΑΛΛΙΕΡΓ ΕΙΕΣ	7.38	5.69	2.22	6.31			0,23	0.82		0,19	322.02		0,10				344.96
ΕΛΑΙΟΚΑΛ ΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	36.78	13,30	1,09	16,86	0.77	0,30	1,21					819,83			0,04		890,19
ΑΓΟΝΕΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ	0.89									0.01				26.09			26.98
ΧΩΡΙΣ ΧΡΗΣΗ	2.17	0.04	0.21	0.55	0.02										54.22		57.20
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>97.66</b>	<b>588.60</b>	<b>57.26</b>	<b>1239.03</b>	<b>254.03</b>	<b>34.72</b>	<b>82,44</b>	<b>47.60</b>	<b>60.53</b>	<b>227,29</b>	<b>322.02</b>	<b>819,93</b>	<b>27.35</b>	<b>55.17</b>			<b>4381,60</b>

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Πίνακας 12.14: Μεταβολές Χρήσεις/Κάλυψη γης 1981 - 2015

ΧΡΗΣΕΙΣ/ΚΑΛΥΨΗ ΓΗΣ 2015																
ΧΡΗΣΕΙΣ/ ΚΑΛΥΨΗ ΓΗΣ 1981	ΛΙΜΑΝΙ	ΑΡΑΙ	ΜΕΤΡΙ	ΠΥΚ	ΕΜΠΟ	ΑΘΛΗ	ΔΗΜΟ	ΠΛΑΤΕΙ	ΠΡΟ	ΔΑΣΙ	ΜΟΝΙ	ΕΛΛΑΙΟ	ΑΓΟΝΕΣ	ΧΩ	ΣΥΝΟ	
		ΟΣ	ΟΣ		ΡΙΟ/ΧΟ	ΤΙΚΕΣ	ΣΙΑ	ΑΣΤΙΚΟ	ΣΤΑ		ΝΕΣ		ΜΕΣ			ΕΚ
		ΑΣΤΙΚ	ΑΣΤΙΚ	ΝΟΣ	ΝΑΡΕ	ΕΓΚΑΤ	ΚΤΙΡΙΑ	ΠΡΑΣΙ	ΧΕΣ/ ΠΕΡΙΟ	ΚΕΣ	ΕΡΓΕΙ	ΚΑΛΛΙΕ	ΤΑ	ΧΡΗ	ΛΟ	
		ΙΣΤΟΣ	ΙΣΤΟΣ	Σ ΙΣΤΟΣ	Ο/ ΒΙΟΠΑ	ΑΣΤΑΣ	ΥΠΟΔΟ	ΡΟΙ	ΒΙΟΤΟ	ΕΚΤΑ	ΕΣ	ΡΓΕΙΕΣ	ΣΕΙΣ	ΣΗ		
ΛΙΜΑΝΙ	97.66														97.66	
ΑΡΑΙΟΣ ΑΣΤΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ		199.34	120.68	54.54	18.48	4.51	7.57	4.12		0.62				0.36	410.22	
ΜΕΤΡΙΟΣ ΑΣΤΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ		34.20	92.21	165.75	5.76	0.13	1.09	2.02						0.16	301.33	
ΠΥΚΝΟΣ ΑΣΤΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ		3.02	97.74	828.30	7.08	0.99	0.90	1.70			0.19	0.80		0.30	941.02	
ΕΜΠΟΡΙΟ/ ΧΟΝΔΡΕΜ ΠΟΡΙΟ/ ΒΙΟΠΑ		2.38	0.18		97.96										100.58	
ΑΘΛΗΤΙΚΕ Σ ΕΓΚΑΤΑΣΤ ΑΣΕΙΣ						13.82									13.82	
ΔΗΜΟΣΙΑ ΚΤΙΡΙΑΚΗ ΥΠΟΔΟΜΗ							49.39								49.39	

Κεφάλαιο 12- Μελέτη περίπτωσης: Οι χρήσεις/κάλυψη γης

ΠΛΑΤΕΙΕΣ/ ΑΣΤΙΚΟ															
ΠΡΑΣΙΝΟ/ ΠΡΟΣΤΑΤΕ ΥΟΜΕΝΕΣ	62.81	22.92	31.45	5.67	0.39	2.53	28.74					0.93			<b>155.44</b>
ΠΕΡΙΟΧΕΣ/ ΥΓΡΟΒΙΟΤ ΟΠΟΙ								60.23							<b>60.23</b>
ΔΑΣΙΚΕΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ ΜΟΝΙΜΕΣ	8.18	3.07				1.19			219.55			5.01			<b>237.00</b>
ΚΑΛΛΙΕΡΓ ΕΙΕΣ	74.13	70.90	55.28	32.70	2.51	8.64	4.11		4.81	313.75	20.23			1.95	<b>589.00</b>
ΕΛΑΙΟΚΑΛ ΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	184.40	107.81	94.93	77.97	8.16	6.28	4.87		2.29	8.08	795.87	0.10		8.24	<b>1299.00</b>
ΑΓΟΝΕΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ	10.05	7.80	7.18	0.96	0.79	0.28	0.03		0.01			22.24			<b>49.34</b>
ΧΩΡΙΣ ΧΡΗΣΗ	10.10	3.95	1.60	7.42	3.41	4.54	0.02					2.10		44.16	<b>77.30</b>
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>97.66</b>	<b>588.60</b>	<b>527.26</b>	<b>1239.03</b>	<b>254.03</b>	<b>34.72</b>	<b>81.44</b>	<b>45.60</b>	<b>60.23</b>	<b>227.27</b>	<b>322.02</b>	<b>819.93</b>	<b>27.35</b>	<b>56.17</b>	<b>4381,60</b>

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

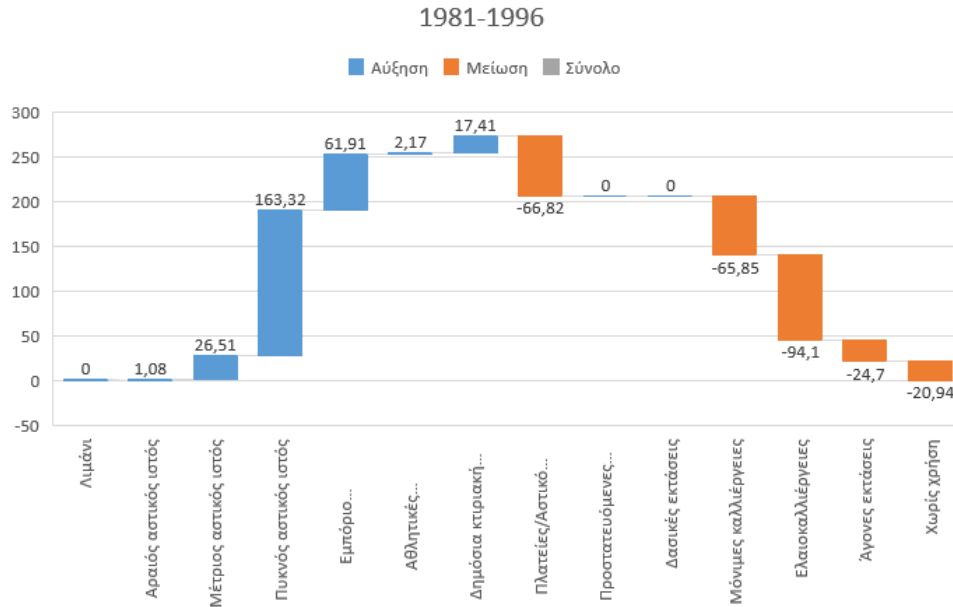
Πίνακας 12.15: Χωροχρονικές Αλλαγές για τα έτη 1981,1996,2008, 2015 στην περιοχή μελέτης

Κατηγορία Χρήσης	Χωροχρονικές Αλλαγές 1981-2015								Ετήσιος ρυθμός μεταβολής %
	1981-1996		1996-2008		2008-2015		1981-2015		
	Συνολική επιφάνεια σε εκτάρια (ha) και %								
	Εμβαδόν (ha)	Μεταβο λή %	Εμβαδόν (ha)	Μεταβο λή %	Εμβαδόν (ha)	Μεταβο λή %	Εμβαδόν (ha)	Μεταβο λή %	
Λιμάνι	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,00%
Αραιός αστικός ιστός	1,08	0,26%	152,06	36,97%	25,24	4,48%	178,38	43,48%	1,07%
Μέτριος αστικός ιστός	26,51	8,80%	167,91	51,22%	31,51	6,36%	225,93	74,98%	1,66%
Πυκνός αστικός ιστός	163,32	17,36%	131,91	11,94%	2,78	0,22%	298,01	31,67%	0,81%
Εμπόριο/Χονδρεμπόριο/ΒΙΟΠΑ	61,91	61,55%	58,40	35,94%	33,14	15,00%	153,45	152,57%	2,76%
Αθλητικές εγκαταστάσεις	2,17	15,70%	16,17	101,13%	2,56	7,96%	20,90	151,23%	2,75%
Δημόσια κτιριακή υποδομή	17,41	35,25%	12,07	18,07%	3,57	4,53%	33,05	66,92%	1,52%
Πλατείες/Αστικό πράσινο/Ελεύθεροι- αδόμητοι χώροι	-66,82	-42,99%	-47,93	-54,08%	4,91	12,07%	-109,84	-70,66%	-3,54%
Προστατευόμενες περιοχές/Υγροβιότοποι	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,00%
Δασικές εκτάσεις	0,00	0,00%	-0,90	-0,38%	-8,83	-3,74%	-9,73	-4,11%	-0,12%
Μόνιμες καλλιέργειες	-65,85	-11,18%	-178,19	-34,06%	-22,94	-6,65%	-266,98	-45,33%	-1,76%
Ελαιοκαλλιέργειες	-94,10	-7,24%	-314,71	-26,12%	-70,26	-7,89%	-479,07	-36,88%	-1,34%
Άγονες εκτάσεις	-24,70	-50,06%	2,34	9,50%	0,37	1,37%	-21,99	-44,57%	-1,72%
Χωρίς χρήση	-20,94	-27,09%	0,84	1,49%	-2,03	-3,55%	-22,13	-28,63%	-0,99%
<b>Συνολική επιφάνεια περιοχής μελέτης</b>					<b>4381,60</b>				

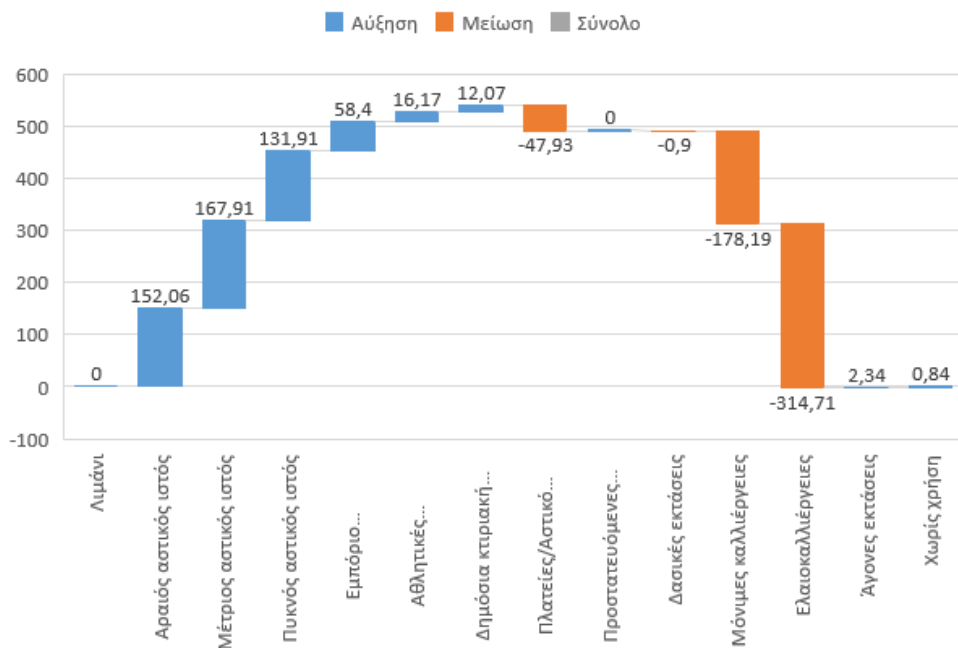
Πηγή: Ιδία επεξεργασία



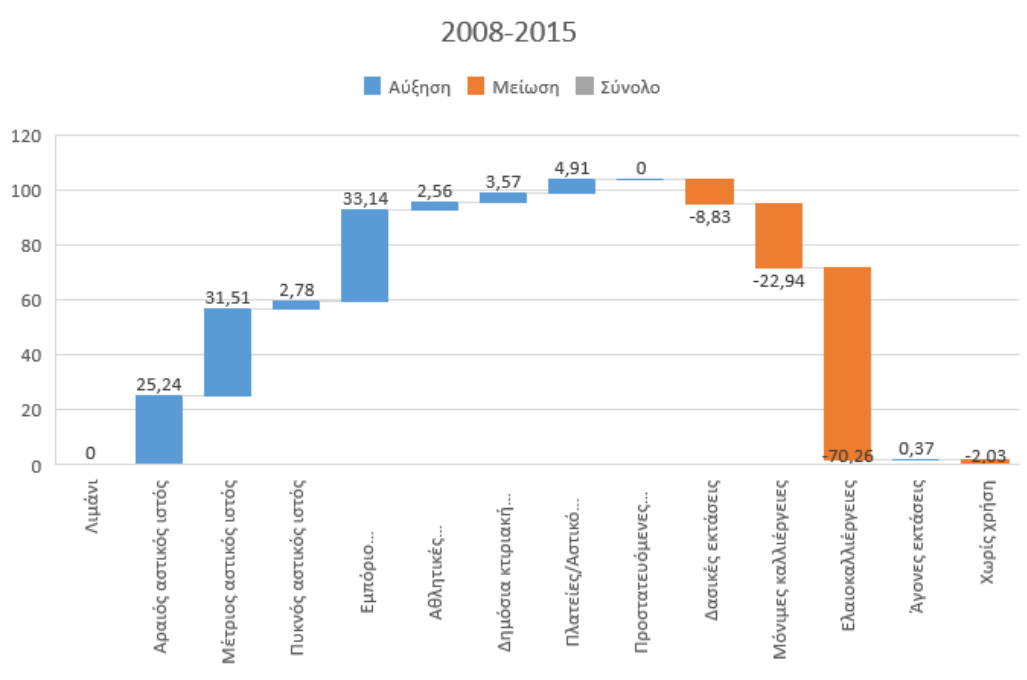
**Σειρά Διαγραμμάτων 12.5: Χωροχρονικές Αλλαγές-Αυξήσεις και Μειώσεις στις Χρήσεις/Κάλυψη γης 1981 - 2015**



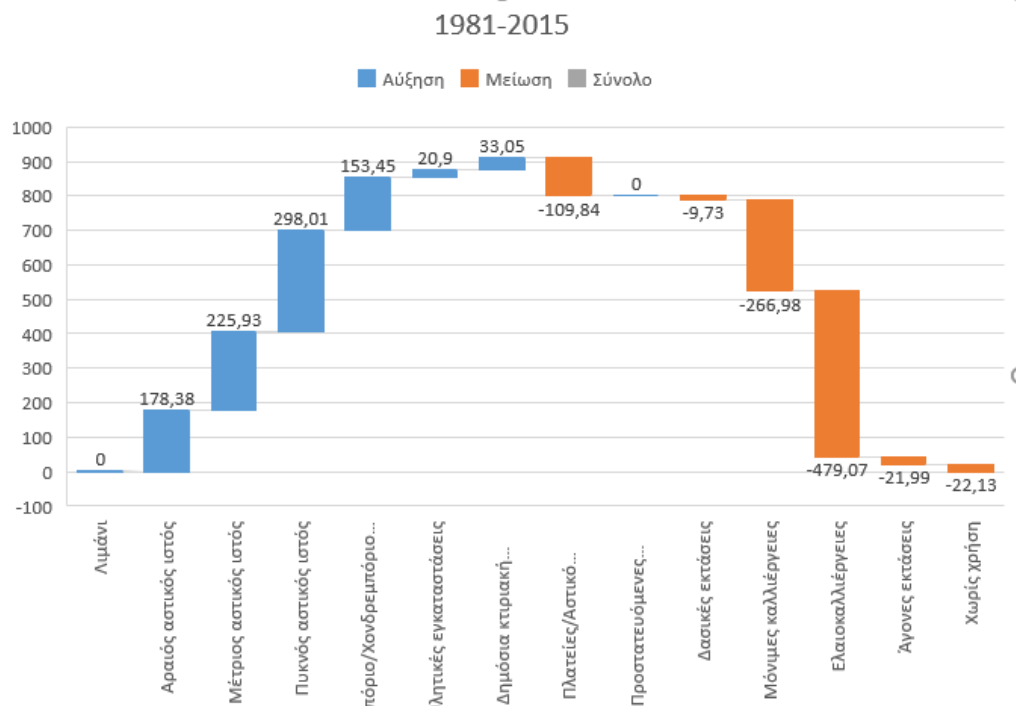
**Αυξήσεις και Μειώσεις στις Χρήσεις/Κάλυψη γης 1981 - 1996**



**Αυξήσεις και Μειώσεις στις Χρήσεις/Κάλυψη γης 1996 - 2008**



Αυξήσεις και Μειώσεις στις Χρήσεις/Κάλυψη γης 2008 - 2015



Αυξήσεις και Μειώσεις στις Χρήσεις/Κάλυψη γης 1981 - 2015

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Στους πίνακες μεταβολών στις χρήσεις/κάλυψη γης που παρουσιάζονται, ποσοτικοποιούνται οι χρήσεις που παραμένουν σταθερές, οι χρήσεις που αυξάνουν και οι χρήσεις που μειώνονται κατά την χρονική περίοδο αναφοράς. Οι καθαρές αλλαγές (net changes), παρουσιάζονται στον πίνακα των χωροχρονικών αλλαγών και στα αντίστοιχα διαγράμματα.

## 12.7 Ανάλυση των χωρικών μοτίβων στην περιοχή μελέτης.

Κατά την περίοδο 1981 – 1996, η σημαντικότερη αύξηση συντελείται στην κατηγορία Εμπόριο/Χονδρεμπόριο/ΒΙΟΠΑ κατά 61,55% και εμφανίζεται κυρίως νοτίως του ποταμού Γλαύκου, στην περιοχή που το Γ.Π.Σ του '86 καθόρισε ως ζώνη χονδρεμπορίου και βιοτεχνικού πάρκου, ενώ παρατηρείται μικρή αύξηση των εμπορικών κυρίως χρήσεων κατά μήκος της ΝΕΟ Αθηνών – Πατρών στην περιοχή του Καστελλόκαμπου. Ο πυκνός αστικός ιστός σημειώνει αύξηση κατά 17,36% ενώ ο αραιός αστικός ιστός εμφανίζει χαμηλό ποσοστό. Μείωση της τάξης του -50,06% εμφανίζουν οι άγονες εκτάσεις ενώ η κατηγορία Πλατείες/Αστικό πράσινο/Ελεύθεροι-αδόμητοι χώροι παρουσιάζει μείωση της τάξης του 43% περίπου, λόγω αστικοποίησης. Αύξηση εμφανίζεται στις αθλητικές εγκαταστάσεις και στη δημόσια κτιριακή υποδομή κατά 15,70% και 35,25% αντίστοιχα. Την περίοδο αυτή ξεκινά και η μείωση της αγροτικής γης με τις μόνιμες καλλιέργειες να είναι περισσότερο ευάλωτες από τις ελαιοκαλλιέργειες καθώς μειώνονται κατά 11,18% και 7,24% αντίστοιχα. Οι δασικές εκτάσεις, οι προστατευόμενες περιοχές/υγροβιότοποι και το λιμάνι παραμένουν αναλλοίωτες, λόγω του ισχυρού νομικού πλαισίου προστασίας και του καθεστώτος αποκλειστικής υπαγωγής του λιμανιού στον Οργανισμό Λιμένα Πατρών (ΟΛΠΑ).

Μεταξύ 1996 και 2008 ο αραιός αστικός ιστός αυξάνει κατά 36,97%, μια σημαντική αύξηση που υποδηλώνει ότι περιοχές που ανήκαν σε διαφορετική κατηγορία ταξινόμησης, λόγω αστικής διάχυσης αστικοποιήθηκαν. Αντίστοιχα υψηλή αύξηση 51,22% έχει ο μέτριος αστικός ιστός, ενώ κατά 11,94% αυξάνει ο πυκνός αστικός ιστός. Παρατηρείται λοιπόν, μικρή πύκνωση κατά τη διάρκεια αυτών των δώδεκα ετών. Σημαντική αύξηση παρουσιάζουν οι υποδομές αθλητισμού και οι κτιριακές υποδομές κατά 101,13% και 18,07%, οι οποίες ακολουθούν την αύξηση των αστικών επιφανειών. Υψηλά αυξητικό και το ποσοστό της χρήσης Εμπόριο/ Χονδρεμπόριο/ΒΙΟΠΑ 35,94%, το οποίο επίσης συντελεί υπέρ της αστικοποίησης της περιοχής μελέτης αλλά και της αύξησης των εμπορικών δραστηριοτήτων τόσο νοτίως του Γλαύκου όσο και κατά μήκος της ΝΕΟ Αθηνών Πατρών. Σημαντική μείωση παρατηρείται στην αγροτική γη τόσο στις μόνιμες καλλιέργειες 34,06% όσο και στις ελαιοκαλλιέργειες 26,12%. Μείωση επίσης σημειώνεται και στην κατηγορία Πλατείες/ Αστικό Πράσινο/ Ελεύθεροι-αδόμητοι Χώροι της τάξης του -54,08%, όλα οφειλόμενα στην αστική διάχυση. Στη συγκεκριμένη χρονική περίοδο λαμβάνει χώρα και η μεγαλύτερη μείωση εδαφών και στις τρεις κατηγορίες και η αντίστοιχη μεγαλύτερη αύξηση σε όλες τις αστικές κατηγορίες. Μικρές αυξήσεις παρατηρήθηκαν στις άγονες εκτάσεις 9,50% και στις περιοχές χωρίς χρήση 1,49%. Οι προστατευόμενες περιοχές/υγροβιότοποι και το λιμάνι παραμένουν αναλλοίωτες, ενώ οι δασικές εκτάσεις εμφανίζουν μικρή μείωση εξαιτίας διάνοξης της Μικρής Περιμετρικής Πατρών στην περίμετρό τους. Οι παρατηρούμενες αλλαγές υποδεικνύουν δυναμικές τάσεις αστικοποίησης, με αξιοσημείωτη αύξηση στις αστικές και κατοικημένες περιοχές, τη μετατροπή της γεωργικής γης σε αστική λόγω αστικής διάχυσης και τη μείωση σε ανοιχτούς/ελεύθερους-αδόμητους χώρους. Οι μεταβολές παρουσιάζονται επίσης στους χάρτες που ακολουθούν:

Κατά την περίοδο 2008 – 2015 υπάρχει μικρότερη αύξηση σε όλες τις αστικές επιφάνειες. Ο αραιός αστικός ιστός αυξήθηκε κατά 4,48%, ο μέτριος αστικός ιστός κατά 6,36% και ο πυκνός αστικός ιστός κατά 0,22%. Τα παραπάνω υποδηλώνουν συνεχή αλλά βραδύτερη επέκταση του αστικού ιστού, ενώ το ποσοστό του αραιού αστικού ιστού υποδηλώνει τη συνέχιση της αστικής διάχυσης, αν και με πιο αργό ρυθμό. Αύξηση παρόμοια με αυτή του μεσαίου αστικού ιστού παρατηρείται στις αθλητικές εγκαταστάσεις και στη δημόσια κτιριακή υποδομή, υποδηλώνοντας την υλοποίηση του πολεοδομικού σχεδιασμού στις περιοχές κυρίως των επεκτάσεων του σχεδίου πόλης. Σημαντική αύξηση 15,00% παρουσίασε η κατηγορία Εμπόριο/Χονδρεμπόριο/ΒΙΟΠΑ δείχνοντας ότι υπάρχει περαιτέρω επέκταση των εμπορικών και βιομηχανικών ζωνών. Στη χρονική αυτή περίοδο σημειώνεται αύξηση 12,07% και στην κατηγορία Πλατείες/Αστικό Πράσινο/Ελεύθεροι-αδόμητοι χώροι καθώς υλοποιείται ο σχεδιασμός κυρίως των επεκτάσεων του σχεδίου πόλης, στον οποίο προβλέπονται αρκετοί ελεύθεροι χώροι και πλατείες. Η μικρή μείωση 3,74% στις δασικές εκτάσεις οφείλεται στην ολοκλήρωση της Μικρής Περιμετρικής Πατρών στην περίμετρο της κύριας δασικής έκτασης ενώ επίσης μικρή μείωση -3,55% παρουσιάζει η κατηγορία χωρίς χρήση, το οποίο δηλώνει επαναχρησιμοποίηση ή ανάπτυξη σε αυτές τις εκτάσεις. Μικρές μειώσεις 6,65% και 7,89% παρουσιάζονται στις μόνιμες καλλιέργειες και στις ελαιοκαλλιέργειες αντίστοιχα, υποδηλώνοντας τη συνεχιζόμενη τάση μετατροπής της γεωργικής γης σε άλλες χρήσεις. Οι προστατευόμενες περιοχές/υγροβιότοποι και το λιμάνι παραμένουν αναλλοίωτες ενώ η αμελητέα αύξηση κατά 0,37 εκτάρια στην κατηγορία των άγονων εκτάσεων δείχνει περιορισμένες αλλαγές σε αυτές τις εκτάσεις. Την συγκεκριμένη περίοδο οι αστικές πιέσεις συνεχίζουν να υφίστανται παρότι εξελίσσονται με πιο βραδύ ρυθμό.

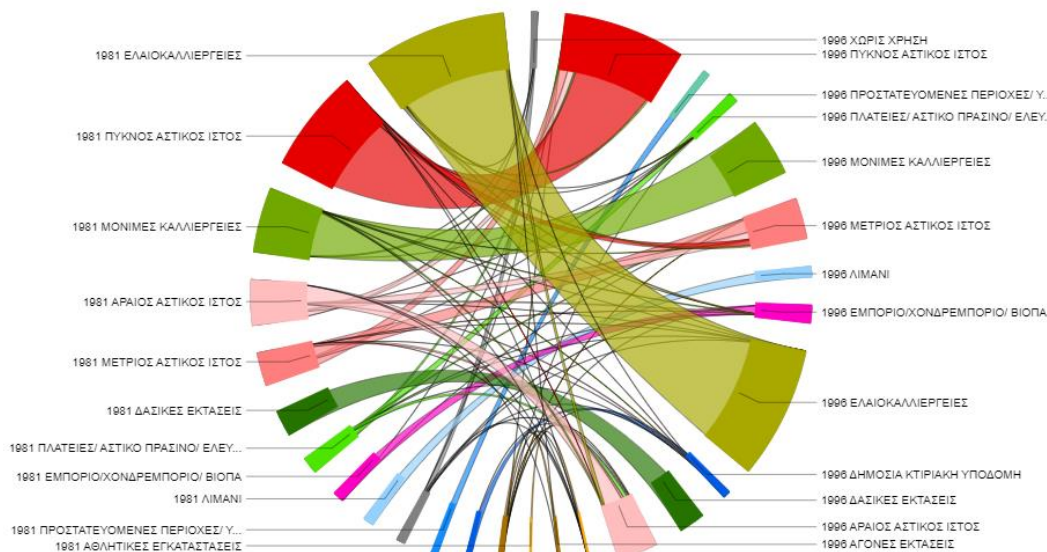
Στην περίοδο των τριαντατεσσάρων ετών από το 1981 έως το 2015 παρατηρούνται τα εξής: στην περίοδο 1981 – 1996 πραγματοποιούνται κυρίαρχες αλλαγές με πολύ μεγάλη αύξηση στις εμπορικές και βιομηχανικές εγκαταστάσεις, ως απόρροια εφαρμογής του ΓΠΣ'86 και της χωροθέτησης του βιοτεχνικού πάρκου (ΒΙΟΠΑ) και του χονδρεμπορίου νοτίως του Γλαύκου. Ο πυκνός αστικός ιστός εμφανίζει υψηλά ποσοστά καθώς αστικοποιούνται περιοχές που εντάχθηκαν στο σχέδιο πόλης, όπως οι βόρειες συνοικίες: Κοτρώνι (1979), Καστελλόκαμπος (1987), Επέκταση Κάτω Συχαινά (1988), Επέκταση Ανθούπολη (1988), Εξω Αγυιά και Βορείως Εξω Αγυιά (1989), Ανω Μποζαίτικα (1992), Άγιος Παντελεήμων (1993), οι ανατολικές συνοικίες: Επέκταση Γούβα (1988), Επέκταση Περιβόλα (1989), Επέκταση Ασύρματος (1989), Επέκταση Αρόη – Σαμακιά (1992), Επέκταση Γηροκομείο (1992), Επέκταση Ζαβλάνι (1999) και τις νότιες συνοικίες: Επέκταση Μεταμόρφωση Σωτήρος (1993), Επέκταση Ιτιές-Λεύκα (1995). Ταυτόχρονα, εξαιτίας της αστικής διάχυσης και της αστικοποίησης των νέων περιοχών ένταξης η αγροτική γη ξεκινά να μειώνεται. Η περίοδος 1996 – 2008 είναι περίοδος ολοκλήρωσης μεγάλων κατασκευαστικών έργων όπως το νέο λιμάνι στις εκβολές του Γλαύκου, η Ευρεία Παράκαμψη Πατρών, οι Ολυμπιακοί Αγώνες του 2004 (ολυμπιακό τουρνουά ποδοσφαίρου στην Πάτρα). Παράλληλα, σημειώνονται υψηλοί ρυθμοί αστικοποίησης ενώ στην περίοδο αυτή σημειώνονται οι μεγαλύτερες απώλειες της αγροτικής γης, κυρίως της ελαιοκαλλιέργειας. Η επέκταση ΒΙΠΑ-ΒΙΟΠΑ (1999) είναι η τελευταία της μεγάλης σειράς επεκτάσεων που σημειώθηκαν και συνοδεύτηκε και από αντίστοιχη υψηλή

αύξηση που φτάνει σχεδόν στο 36%. Η αύξηση κατά σχεδόν 37% του αραιού αστικού ιστού, δείχνει ότι η αστική διάχυση βρίσκεται στην κορύφωση των τριαντατεσσάρων ετών. Τέλος, η περίοδος 2008 - 2015 βρίσκεται εντός της περιόδου της ελληνικής κρίσης με αποτέλεσμα να παρατηρείται σταθεροποίηση σε όλη την περιοχή μελέτης.

Από το 1981 έως το 2015 παρατηρούνται αδιάλειπτα αυξήσεις τόσο στον αραιό όσο και στον μέτριο αστικό ιστό που υποδηλώνει αστική διάχυση, καθώς αυτή επεκτείνεται όλο και μακρύτερα από την πυκνή αστική περιοχή. Οι ζώνες εμπορίου/χονδρεμπορίου/ΒΙΟΠΑ αυξάνουν μακριά από την περιοχή του κέντρου, επίσης ένδειξη αστικής διάχυσης, ενώ οι αυξήσεις στις αστικές υποδομές αθλητισμού και κτιριακής υποδομής δείχνουν την δημιουργία νέων υποδομών στις περιοχές των νέων εντάξεων. Τέλος, η διαρκής και μεγάλη μείωση της αγροτικής γης 45% στις μόνιμες και 36% στις ελαιοκαλλιέργειες αποτελεί άλλη μια ισχυρή ένδειξη της αστικής διάχυσης.

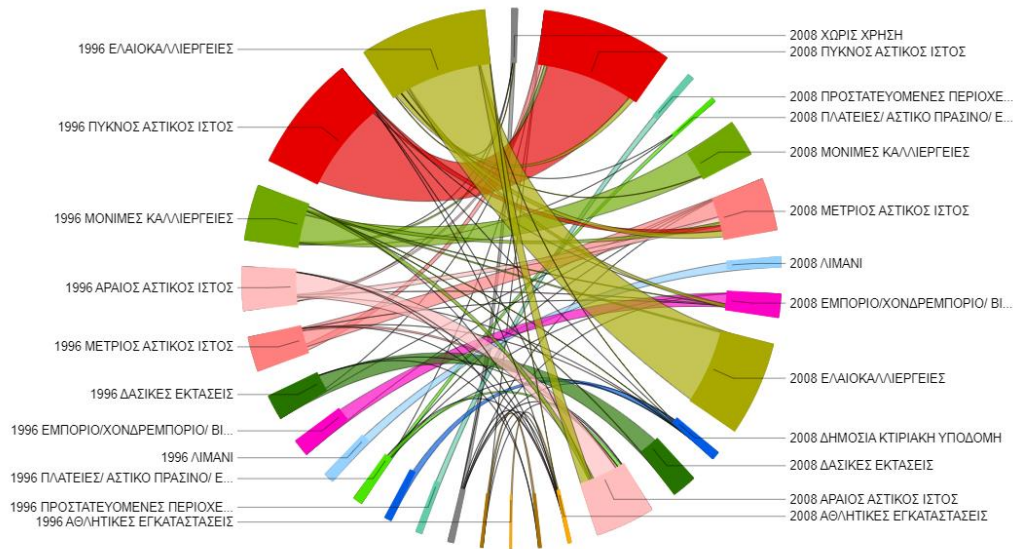
Στα διαγράμματα που ακολουθούν παρουσιάζονται οι σχέσεις και οι συνδέσεις μεταξύ των χρήσεων/κάλυψη γης και των μεταβολών τους εντός της κάθε περιόδου αλλαγών. Τα διαγράμματα απεικονίζουν τη ροή μεταξύ των διαφορετικών κατηγοριών με ποσοτικά ακριβή στοιχεία (εμβαδόν σε εκτάρια) επιτρέποντας τη σύγκριση.

**Σειρά Διαγραμμάτων 12.6: Μεταβολή στις χρήσεις/κάλυψη γης 1981 - 2015 εντός των χρήσεων/καλύψεων**

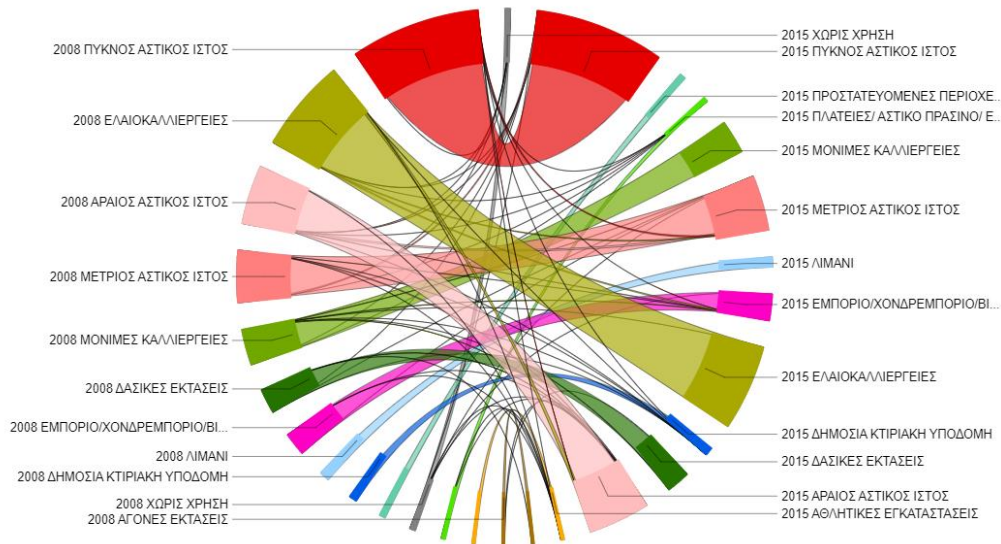


Αλλαγές χρήσεων/κάλυψη γης 1981-1996

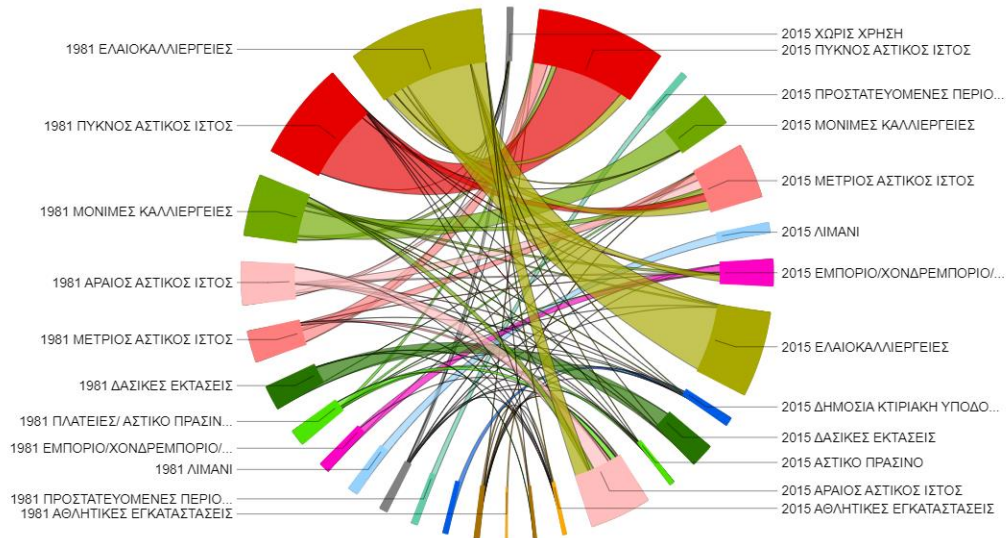
Κεφάλαιο 12- Μελέτη περίπτωσης: Οι χρήσεις/κάλυψη γης



Αλλαγές χρήσεων/κάλυψη γης 1996-2008



Αλλαγές χρήσεων/κάλυψη γης 2008-2015

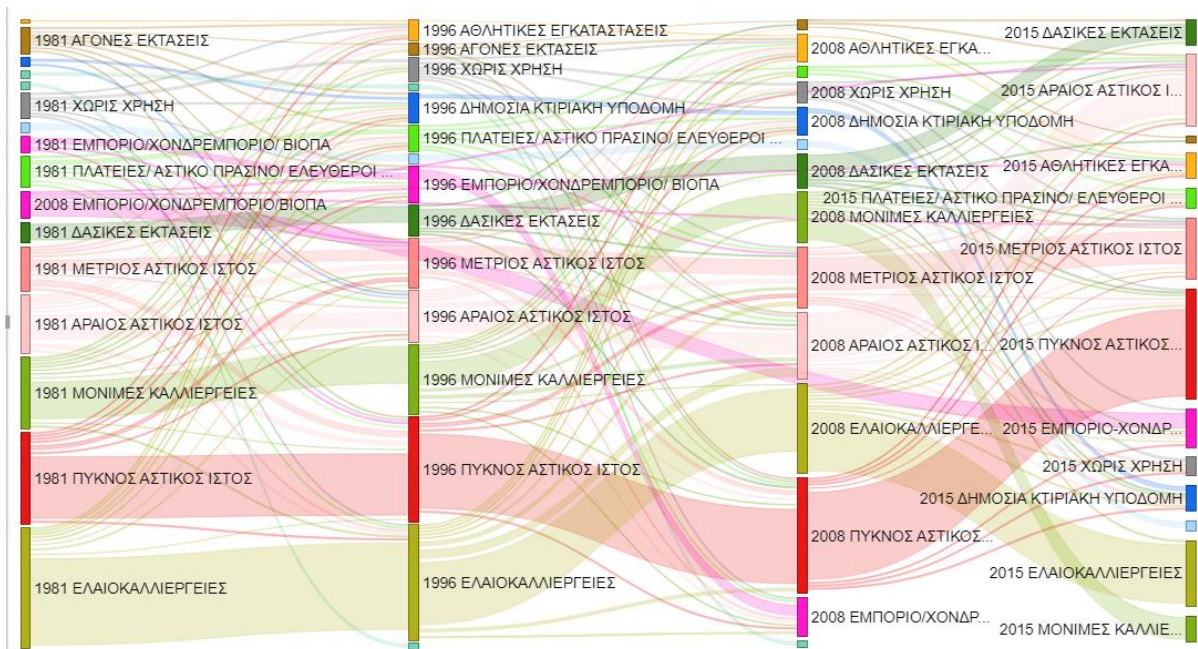


Αλλαγές χρήσεων/κάλυψη γης 1981-2015

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζεται η ροή των μεταβολών των χρήσεων/κάλυψη γης από την μια περίοδο αναφοράς στην επόμενη - από το 1981 έως το 1996, από το 1996 έως το 2008 και από το 2008 έως το 2015 - δίδοντας τη συνολική εικόνα των μεταβάσεων. Με την αναπαράσταση αυτού του τύπου δίδεται έμφαση στη δυναμική των αλλαγών καθώς απεικονίζεται επίσης ποιες κατηγορίες χρήσεων συμβάλουν στη μεγέθυνση ή στη μείωση άλλων κατηγοριών. Το πάχος των βελών είναι ανάλογο του εμβαδού της αλλαγής της κάθε κατηγορίας των χρήσεων/κάλυψης γης, επιτρέποντας την σύγκριση.

**Διάγραμμα 12.7: Ροή μεταβολών στις χρήσεις/κάλυψη γης 1981 - 2015**



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

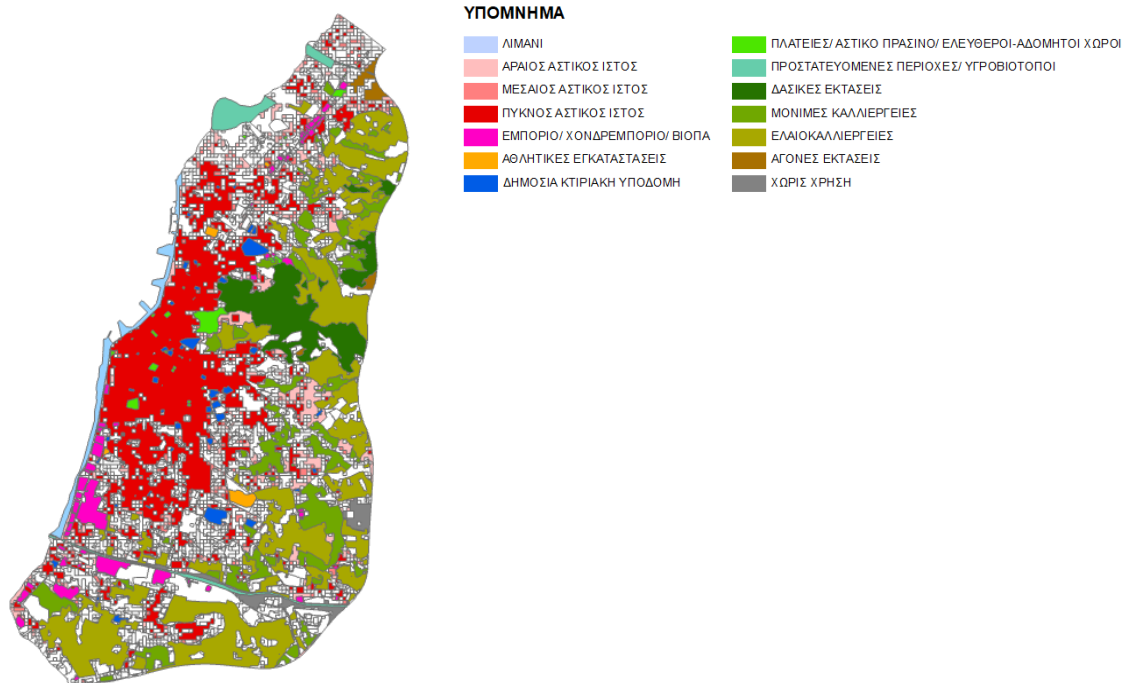
Στους χάρτες που ακολουθούν, απεικονίζονται μόνο οι αλλαγές στις χρήσεις/κάλυψη γης για τις περιόδους αναφοράς, χωρίς να απεικονίζονται οι κατηγορίες εκείνες που δεν υπέστησαν αλλαγές στην μελετώμενη περίοδο. Με τον τρόπο αυτό γίνεται καλύτερα αντιληπτό ποιες ζώνες της περιοχής μελέτης είναι περισσότερο ευαίσθητες στις αλλαγές αλλά και σε ποια περίοδο πραγματοποιήθηκαν οι περισσότερες αλλαγές, επιτρέποντας την ερμηνεία των σύνθετων μοτίβων του χώρου. Επιπροσθέτως, βοηθά στην στοχευμένη ανάλυση των αλλαγών που θα ακολουθήσουν μέσω της ανάλυσης διαβάθμισης.





Ενδιαφέρον παρουσιάζει ο χάρτης των χρήσεων/κάλυψη γης που παραμένουν σταθερές στη διάρκεια των τριαντατεσσάρων ετών. Ο χάρτης αυτός μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως χάρτης/βάση αναφοράς, υποδεικνύοντας περιοχές στις οποίες τα μοτίβα στις χρήσεις/κάλυψη γης παραμένουν αδιάλειπτα και ανθεκτικά. Επίσης, περιλαμβάνει σταθερά χαρακτηριστικά του χώρου που στην περίπτωση της περιοχής μελέτης αφορούν στις δασικές εκτάσεις, στις προστατευόμενες περιοχές/υγροβιότοπους, στον πυκνό αστικό ιστό και στην περιαστική αγροτική γη. Στα παραπάνω μπορεί να προστεθεί και η περιοχή ΒΙΠΑ/ΒΙΟΠΑ στα νότια της περιοχής μελέτης, η οποία μπορεί να χρησιμεύσει ως χώρος ανάπτυξης περαιτέρω υποδομών ίδιων ποιοτήτων χωρίς σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Επίσης, ο χάρτης αυτός μπορεί να αποτελέσει τη βάση για μακροχρόνια παρακολούθηση των αλλαγών στις χρήσεις/κάλυψη γης της περιοχής μελέτης με στόχο την ανάπτυξη καλύτερης πολιτικής για το χώρο, την βελτιστοποίηση του πολεοδομικού και του χωροταξικού σχεδιασμού και τη στοχευμένη πληροφόρηση για τη λήψη αποφάσεων και την περιβαλλοντική διαχείριση.

**Χάρτης 12.3: Σταθερές χρήσεις/κάλυψη γης 1981-2015**



1981 - 2015 Σταθερές χρήσεις

Πηγή: *Ιδία επεξεργασία*

Συνοψίζοντας, οι πίνακες 12.11, 12.12, 12.13, 12.14, 12.15, τα διαγράμματα και οι χάρτες των αλλαγών απεικονίζουν ένα πολύπλευρο μετασχηματισμό της περιοχής μελέτης που χαρακτηρίζεται από αστική διάχυση και αλλαγές χρήσεων της αγροτικής γης. Το μοτίβο του χώρου υποδεικνύει την αλληλεπίδραση διαφόρων παραγόντων, όπως του πληθυσμού, της αύξησης της κτισμένης επιφάνειας, της αστικής διάχυσης και της δυναμικής μεταξύ μείωσης και διατήρησης της αγροτικής γης.

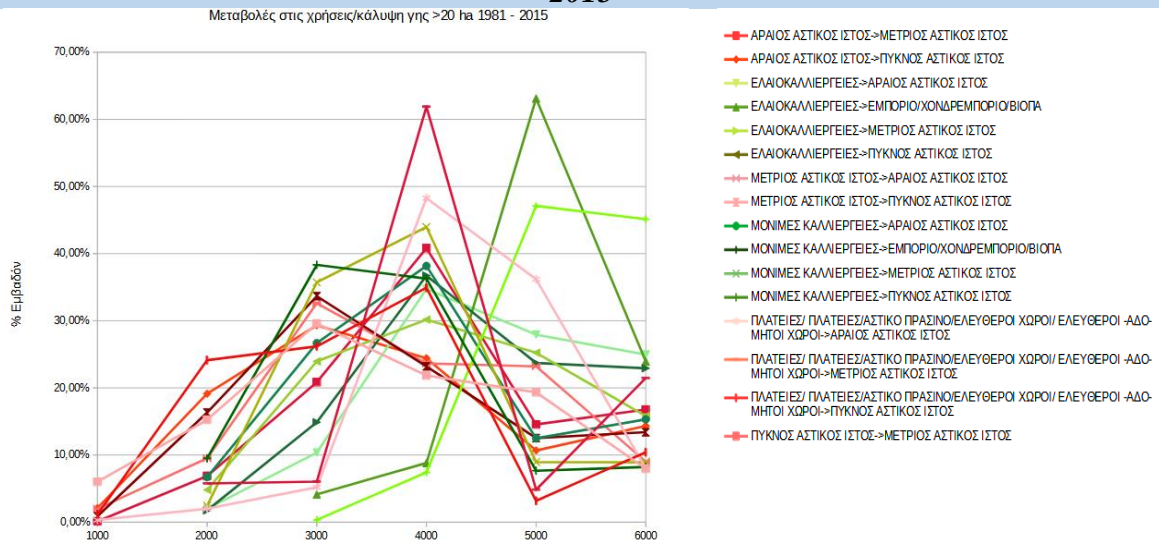
## 12.8 Ανάλυση διαβάθμισης στις χρήσεις/κάλυψη γης

Όπως διαφάνηκε και στους χάρτες των αλλαγών στις χρήσεις/κάλυψη γης ανά περίοδο αναφοράς, οι αλλαγές συμβαίνουν περιφερειακά του κεντρικού πυρήνα της πόλης, ο οποίος παραμένει στο διάστημα των τριαντατεσσάρων ετών αμετάβλητος. Οι αλλαγές στις χρήσεις/καλύψεις συμβαίνουν σε διάφορες αποστάσεις και διευθύνσεις από τον κεντρικό πυρήνα, άλλες από τις οποίες οδηγούν σε μεγέθυνση του βασικού πυκνού ιστού από αραιό ή μέτριο σε πυκνό και άλλες δημιουργούν νέο αραιό ή μέτριο ιστό εξαιτίας της αστικής διάχυσης κυρίως στην αγροτική γη αλλά και στους ελεύθερους πράσινους και αδόμητους χώρους.

Προκειμένου να μελετηθεί αυτό το φαινόμενο εφαρμόζεται η ανάλυση διαβάθμισης. Η ανάλυση διεξάγεται τόσο σε επίπεδο απόστασης από το κέντρο της περιοχής μελέτης (ζώνη), όσο και σε επίπεδο κατεύθυνσης (διεύθυνσης), με στόχο να προσδιοριστεί ο τρόπος των αλλαγών στις χρήσεις/κάλυψη γης από το κέντρο προς την περιφέρεια καθώς και προς διάφορες κατευθύνσεις. Η ανάλυση εστιάζει επίσης μόνο στις επιφάνειες που έχουν υποστεί αλλαγή χρήσης και όχι στο σύνολο μέσα στο οποίο υπάρχουν και οι αμετάβλητες επιφάνειες.

Για την ανάλυση διαβάθμισης χρησιμοποιείται το μοντέλο ζωνών και κατευθύνσεων που εφαρμόζεται και στην μελέτη της αστικής διάχυσης. Επίσης, χρησιμοποιείται ο χάρτης των αλλαγών στις χρήσεις/κάλυψη γης για το διάστημα των τριαντατεσσάρων ετών από το 1981 έως το 2015. Στην ανάλυση παρουσιάζεται η ανάλυση διαβάθμισης των αλλαγών στις χρήσεις/καλύψεις με εμβαδόν συνολικά ανά κατηγορία αλλαγής μεγαλύτερο από 20 εκτάρια, προκειμένου να διευκολυνθεί η ανάλυση.

**Διάγραμμα 12.8: Μεταβολές στις χρήσεις/κάλυψη γης >20 ha ανά απόσταση 1981 - 2015**



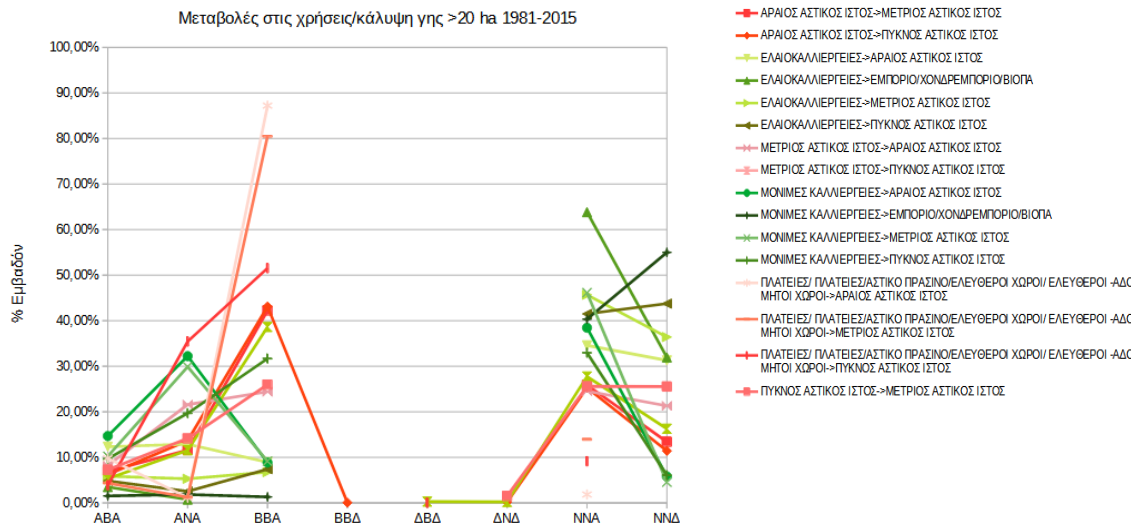
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Χωρική διαφοροποίηση ανά ζώνη: στη ζώνη μέχρι 1000μ. την υψηλότερη τιμή κατέχει η μεταβολή της κατηγορίας πλατείες/αστικό πράσινο/ελεύθεροι-αδόμητοι χώροι σε πυκνό αστικό ιστό και ακολουθείται από τον μέτριο αστικό ιστό σε πυκνό, καθώς οι

αλλαγές στις χρήσεις/κάλυψη γης λαμβάνουν χώρα εντός της κεντρικής περιοχής. Άλλη σημαντική αλλαγή αφορά την μεταβολή από αραιό αστικό ιστό σε μέτριο και από αραιό αστικό ιστό σε πυκνό. Στη ζώνη των 1000μ. δεν υπάρχουν μεταβολές στην αγροτική γη. Στη ζώνη μέχρι 2000μ. συνεχίζει να κυριαρχεί το μοτίβο μεταβολής από πλατείες/αστικό πράσινο/ελεύθεροι-αδόμητοι χώροι σε πυκνό αστικό ιστό ακολουθούμενο από τη μεταβολή αραιός αστικός ιστός σε πυκνό. Επίσης ξεκινούν μεταβολές στην αγροτική γη, κυρίως στις μόνιμες καλλιέργειες, οι οποίες μεταβάλλονται σε πυκνό αστικό ιστό και σε αραιό αστικό ιστό αλλά και στις ελαιοκαλλιέργειες που μεταβάλλονται σε αραιό και μέτριο αστικό ιστό. Στη ζώνη των 3000μ. κυριαρχεί η μεταβολή των μονίμων καλλιεργειών σε πυκνό αστικό ιστό. Συγκεκριμένα, στη ζώνη αυτή η μεταβολή γίνεται μέγιστη. Υψηλή τιμή έχει επίσης και η μεταβολή μονίμων καλλιεργειών σε μέτριο αστικό ιστό, με ποσοστό 35,72% καθώς επίσης και μονίμων καλλιεργειών σε αραιό αστικό ιστό, σημάδι αστικής διάχυσης. Στη ζώνη αυτή υψηλά κινείται και η μεταβολή μέτριου αστικού ιστού σε πυκνό. Οι ελαιοκαλλιέργειες επίσης έχουν μεταβολές προς αραιό και μέτριο αστικό ιστό. Από τη ζώνη των 3000μ. ξεκινά επίσης και η μεταβολή ελαιοκαλλιεργειών και μονίμων καλλιεργειών σε εμπόριο/χονδρεμπόριο/ΒΙΟΠΑ. Από τα 4000μ. και πάνω, το μέγιστο ποσοστό μεταβολής έχει η κατηγορία μεταβολής ανοικτών/ελεύθερων-αδόμητων χώρων σε μέτριο αστικό ιστό και αραιό αστικό ιστό ως απόρροια της αστικής διάχυσης. Ακολουθεί η μετατροπή μονίμων καλλιεργειών σε μέτριο αστικό ιστό με απώλεια 31,51 εκταρίων και ελαιοκαλλιεργειών προς μέτριο αστικό ιστό με απώλεια 36,72%. Η μετατροπή ελαιοκαλλιεργειών προς αραιό αστικό ιστό εμφανίζει απώλεια 34,72% . Στα 5000μ. παρατηρείται ραγδαία απώλεια ελαιοκαλλιεργείας και μονίμων καλλιεργειών προς όφελος των χρήσεων/κάλυψη γης εμπόριο / χονδρεμπόριο / ΒΙΟΠΑ, που πραγματοποιείται στα νότια της περιοχής μελέτης. Υψηλή τιμή επίσης 36,18% για τη μετατροπή πράσινων/ελεύθερων-αδόμητων χώρων σε αραιό αστικό ιστό λόγω αστικής διάχυσης. Απώλεια επίσης των ελαιοκαλλιεργειών προς αραιό 27,94% και μέτριο αστικό ιστό 23,71% αντίστοιχα. Από τα 5000μ. μέχρι τα 6000μ. η μεταβολή της ελαιοκαλλιεργείας προς αραιό αστικό ιστό παραμένει υψηλή, ενώ την υψηλότερη μεταβολή 45,13% σε αυτή τη ζώνη έχει η χρήση μόνιμες καλλιέργειες προς εμπόριο/χονδρεμπόριο / ΒΙΟΠΑ. Υψηλή επίσης παραμένει η μεταβολή πράσινων/ελεύθερων-αδόμητων χώρων σε μέτριο αστικό ιστό και αραιού αστικού ιστού προς μέτριο αστικό ιστό, καθώς οι απομακρυσμένες περιοχές από το κέντρο γίνονται στο πέρασμα των χρόνων όλο και πιο δελεαστικές.

Χωρική διαφοροποίηση ανά κατεύθυνση: οι μελετώμενες αλλαγές στις χρήσεις/κάλυψη γης έχουν τις εξής κατευθύνσεις: Βόρεια βορειοανατολική (BBA), Ανατολική βορειοανατολική (ABA), Ανατολική νοτιοανατολική (ANA), Νότια νοτιοανατολική (NNA), Νότια νοτιοδυτική (NND), Δυτική νοτιοδυτική (DNΔ), Δυτική βορειοδυτική (ΔΒΔ) και Βόρεια βορειοδυτική (BBΔ). Οι κατευθύνσεις Δυτική βορειοδυτική (ΔΒΔ) και Βόρεια βορειοδυτική (BBΔ) περιλαμβάνουν ελάχιστη επιφάνεια επεξεργασίας καθώς είναι αμιγώς κατευθύνσεις του κέντρου της περιοχής μελέτης.

**Διάγραμμα 12.9: Μεταβολές στις χρήσεις/κάλυψη γης >20 ha ανά κατεύθυνση 1981 - 2015**



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Χωρική διαφοροποίηση ανά κατεύθυνση: Η μόνη αλλαγή χρήσης που βρίσκεται στην BBA κατεύθυνση –κατεύθυνση του κέντρο - είναι αυτή του αραιού αστικού ιστού προς πυκνό αστικό ιστό με ποσοστό 0,06%. Η άλλη πολύ μικρή περιοχή του κέντρου είναι αυτή της ΔΒΔ κατεύθυνσης με μεταβολή 0,28% μέτριου αστικού ιστού σε πυκνό. Ουσιαστικά, οι περιοχές αυτές του κέντρου παρουσιάζουν σχεδόν μηδενική μεταβολή. Στην BBA κατεύθυνση βρίσκονται περιοχές παραθαλάσσιες που εντάχθηκαν στο σχέδιο πόλης μετά το ΓΠΣ '86 και αναπτύχθηκαν οικιστικά. Η κυρίαρχη μεταβολή στις χρήσεις/κάλυψη γης είναι η μετατροπή αστικού πρασίνου/ελεύθερων-αδόμητων χώρων σε αραιό ιστό, με τη μέγιστη τιμή της συγκεκριμένης κατηγορίας αλλαγής να είναι η μέγιστη σε αυτήν την κατεύθυνση με απώλεια 80,4%. Άλλες υψηλές τιμές αλλαγών αφορούν στην μετατροπή αστικού πρασίνου/ελεύθερων-αδόμητων χώρων σε μέτριο αστικό ιστό και στις μετατροπές αραιού αστικού ιστού σε πυκνό αστικό ιστό και μέτριο αστικού ιστού σε πυκνό αστικό ιστό, σημάδι έντονης αστικοποίησης της συγκεκριμένης κατεύθυνσης. Επίσης, ποσοστό 25,97% αφορά τη μετατροπή πυκνού αστικού ιστού σε μέτριο, σημάδι αστικής διάχυσης. Η αγροτική γη είναι μικρή, με αλλαγές στις χρήσεις/κάλυψη γης που αφορούν στη μετατροπή μονίμων καλλιεργειών σε πυκνό αστικό ιστό με ποσοστό 31,6% και ελαιοκαλλιεργειών σε αραιό αστικό ιστό, Στην ABA κατεύθυνση η υψηλότερη μεταβολή είναι αυτή της μετατροπής μονίμων καλλιεργειών σε αραιό αστικό ιστό και μέτριο αστικό ιστό με ποσοστό 14,6% και 10,2% αντίστοιχα. Άλλη σημαντική τάση σε αυτή την κατεύθυνση είναι η αλλαγή αραιού αστικού ιστού σε πυκνό αστικό ιστό και πρασίνων/ελεύθερων-αδόμητων χώρων σε αραιό αστικό ιστό λόγω αστικής διάχυσης. Στην ANA κατεύθυνση μέγιστη απώλεια 35,42% έχει η μεταβολή πράσινων/ελεύθερων-αδόμητων χώρων σε πυκνό αστικό ιστό και ακολουθείται από την αλλαγή μονίμων καλλιεργειών προς αραιό αστικό ιστό και μονίμων καλλιεργειών προς μέτριο αστικό ιστό. Σημαντική είναι επίσης η μεταβολή ελαιοκαλλιεργειών προς αραιό αστικό ιστό. Οι αλλαγές αραιού προς πυκνό αστικό ιστό και αραιού προς μέτριο αστικό ιστό είναι και εδώ παρούσες.

Η ΝΝΑ κατεύθυνση είναι αυτή με τις μεγαλύτερες απώλειες αγροτικής γης. Σημαντικά υψηλή 63,84%, είναι η μετατροπή των ελαιοκαλλιεργειών σε εμπόριο /χονδρεμπόριο/ΒΙΟΠΑ, μια κατηγορία που ενισχύθηκε ιδιαίτερα λόγω του ΓΠΣ'86 αλλά και αργότερα λόγω επέκτασης του Βιομηχανικού/ Βιοτεχνικού πάρκου (ΒΙΠΑ-ΒΙΟΠΑ) το 1999. Οι ελαιοκαλλιέργειες είναι αυτές που πλήττονται περισσότερο σε αυτήν την κατεύθυνση καθώς οι μεγαλύτερες αλλαγές οφείλονται στην μετατροπή ελαιοκαλλιεργειών σε μέτριο, πυκνό και αραιό αστικό ιστό. Αλλαγές αγροτικού χαρακτήρα σημειώνονται επίσης από αλλαγές των μόνιμων καλλιεργειών προς μέτριο αστικό ιστό με απώλειες 46,15% αλλά και μόνιμων καλλιεργειών προς εμπόριο /χονδρεμπόριο/ΒΙΟΠΑ. Στις αλλαγές αστικού χαρακτήρα παρατηρούνται αλλαγές αραιού αστικού ιστού προς πυκνό αστικό ιστό και αραιού αστικού ιστού προς μέτριο αστικό ιστό. Η ΔΝΔ κατεύθυνση αποτελείται από πολύ μικρή περιοχή του κέντρου με τις αλλαγές να αφορούν αποκλειστικά αστικές χρήσεις μετατροπών αραιού αστικού ιστού σε μέτριο και πυκνό αστικό ιστό. Τέλος, στην ΝΝΔ κατεύθυνση οι αλλαγές στις χρήσεις/κάλυψη γης παρουσιάζουν παρόμοια εικόνα με εκείνη της ΝΝΑ κατεύθυνσης.

### 12.8.1 Δείκτης μεταβολών στις χρήσεις/κάλυψη γης

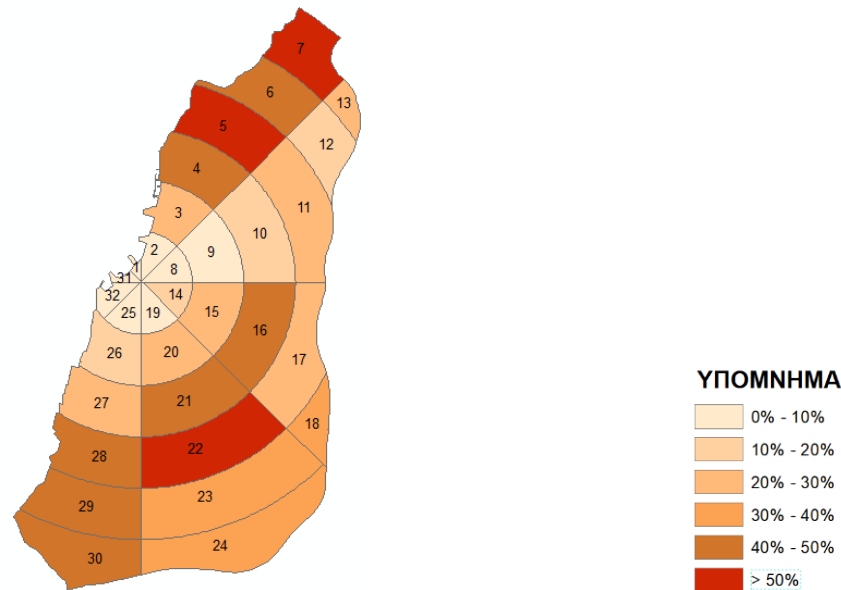
Για τις ανάγκες αξιολόγησης των αλλαγών στις χρήσεις/κάλυψη γης ανά ζώνη και κατεύθυνση, η διατριβή προτείνει τον Δείκτη Μεταβολών (ΔΜ). Ο ΔΜ δείχνει το ποσοστό μεταβολής στις χρήσεις/κάλυψη γης σε κάθε επιφάνεια ζώνης και κατεύθυνσης και εφαρμόζεται σε κάθε μια από τις τριάντα δύο (32) επιφάνειες ανάλυσης που προκύπτουν από τη διαίρεση των κατευθύνσεων και των ζωνών. Ο δείκτης εκφράζεται ως εξής:

$$\Delta M = \sum_{i=1}^n \frac{A_i}{L_i} \times 100$$

Οπου:  $A_i$  το εμβαδόν των χρήσεων/κάλυψη γης στην επιφάνεια  $i$   
 $L_i$  το εμβαδόν της επιφάνειας  $i$

Με τη βοήθεια του δείκτη ΔΜ αναδεικνύεται η διαφοροποίηση της κάθε ζώνης και κατεύθυνσης από τις διπλανές της ως αναφορά το πόσο επιρρεπείς είναι στις αλλαγές των χρήσεων/κάλυψη γης. Επίσης ο δείκτης παρέχει ένα ποσοτικό μέτρο της αστικής πίεσης σε διαφορετικές κατηγορίες γης. Παράλληλα, είναι δυνατόν να γίνει χρήση του δείκτη σε άλλες περιοχές με στόχο να συγκριθούν οι αλλαγές στις χρήσεις/κάλυψη γης, ενώ είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί συνδυαστικά με άλλες μετρήσεις για καλύτερη κατανόηση της περιοχής μελέτης.

Χάρτης 12.4: Δείκτης μεταβολών χρήσεις/κάλυψη γης ανά επιφάνεια 1981 - 2015



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Οι τιμές του ΔΜ δείχνουν ότι οι επιφάνειες στην ΒΒΑ κατεύθυνση και στη ζώνη των 4000μ. και των 6000μ. καθώς και στην ΝΝΑ κατεύθυνση και στη ζώνη των 4000μ. ήταν αυτές με αλλαγές στις χρήσεις/κάλυψη γης πάνω από 50%. Πρόκειται στην πρώτη περίπτωση για περιοχές που εντάχθηκαν στο σχέδιο πόλης από το 1980 και εξής: Άγιος Παντελεήμων (1979), Βορείως Εξω Αγιά (1989) και Καστελλόκαμπος (1987). Στις περιοχές αυτές διαπιστώθηκε αλλαγή στις χρήσεις/κάλυψη γης κυρίως λόγω μετατροπής του αραιού αστικού ιστού σε μέτριο και πυκνό αστικό ιστό και λόγω μετατροπής αστικού πρασίνου/ελεύθερων-αδόμητων χώρων σε αραιό ιστό, ενώ οι αλλαγές στην αγροτική γη είναι σχετικά μικρές. Στην δεύτερη περίπτωση, στην ΝΝΑ κατεύθυνση και στη ζώνη των 4000μ. κυριαρχεί η επέκταση Μπεγουλάκι (1995). Η περιοχή, παλιός οικισμός με αγροτικό χαρακτήρα λόγω της γειννίας με τον ποταμό Γλαύκο, γνώρισε έντονες πιέσεις με τις μεταβολές στις χρήσεις να είναι έντονες. Συγκεκριμένα, η κατηγορία ελαιοκαλλιέργειες προς αραιό αστικό ιστό, αραιός αστικός ιστός προς μέτριο και προς πυκνό αστικό ιστό έχουν τις υψηλότερες τιμές στην περιοχή ενώ η κατηγορία μόνιμες καλλιέργειες προς αραιό αστικό ιστό ακολουθεί μετά την κατηγορία ελαιοκαλλιέργειες προς εμπόριο/χονδρεμπόριο/ ΒΙΟΠΑ.

Αντίθετα, ο κεντρικός πυρήνας της περιοχής μελέτης έχει μηδαμινές αλλαγές στις χρήσεις/κάλυψη γης αστικού αμιγώς χαρακτήρα. Στις επιφάνειες 9,10,11 κυριαρχεί ο ορεινός δασώδης όγκος του Εσαχατοβουνίου, συνεπώς οι αλλαγές είναι μικρές. Οι περιοχές της ΝΝΔ κατεύθυνσης έχουν σημαντικές αλλαγές όπως συζητήθηκε, ενώ οι ΝΝΑ περιοχές πέραν των 4000μ. είναι οι περιοχές των νέων πιέσεων.

Συμπερασματικά από όλη την ανάλυση των αλλαγών στις χρήσεις/κάλυψη γης, είναι εμφανές ότι κατά τη διάρκεια των τριαντατεσσάρων ετών η αγροτική γη έχει υποστεί σημαντικές απώλειες καθώς μετατρέπεται σε αστικό ιστό, κυρίως αραιό. Οι

ελαιοκαλλιέργειας απώλεσαν 184.40 εκτάρια από τη μετατροπή τους σε αραιό ιστό ενώ οι μόνιμες καλλιέργειες απώλεσαν 74.13 εκτάρια από τη μετατροπή τους σε αραιό ιστό. Υψηλές απώλειες εμφανίζει επίσης η κατηγορία πλατείες/αστικό πράσινο/ελεύθεροι-αδόμητοι χώροι προς αραιό ιστό, με όλα τα παραπάνω να υποδεικνύουν αστική διάχυση.

## 12.9 Χωρική Ανάλυση και Ανάλυση Τάσεων στην Αγροτική γη

Για την βαθύτερη κατανόηση των αλλαγών στην περιοχή μελέτης και την αντίληψη του τρόπου με τον οποίο εξελίσσεται η αγροτική γη στην περιοχή μελέτης κρίθηκε απαραίτητη περαιτέρω διερεύνηση. Τεχνικές όπως η χωρική ανάλυση και η ανάλυση τάσεων μπορούν να δώσουν περισσότερες πληροφορίες για τον αντίκτυπο της αστικής διάχυσης και τον κατακερματισμό της γης. Αυτή η πολύπλευρη προσέγγιση μαζί με την ανάλυση των αλλαγών στις χρήσεις/κάλυψη γης που προηγήθηκε, βοηθά στην αξιολόγηση της τρωτότητας της αγροτικής γης αλλά και στις μελλοντικές αποφάσεις για τις στρατηγικές της ανάπτυξης και τη βιώσιμη διαχείριση της γης.

### 12.9.1 Δείκτες χωρικής κατανομής

Η επιλογή των μετρήσεων της μέσης κεντρικής τάσης (Mean Center) και της διακατευθυντικής κατανομής (Directional Distribution- Standard Deviational Ellipse (SDE)) βελτιώνει περαιτέρω την κατανόηση των χωρικών προτύπων και τάσεων της αγροτικής γης.

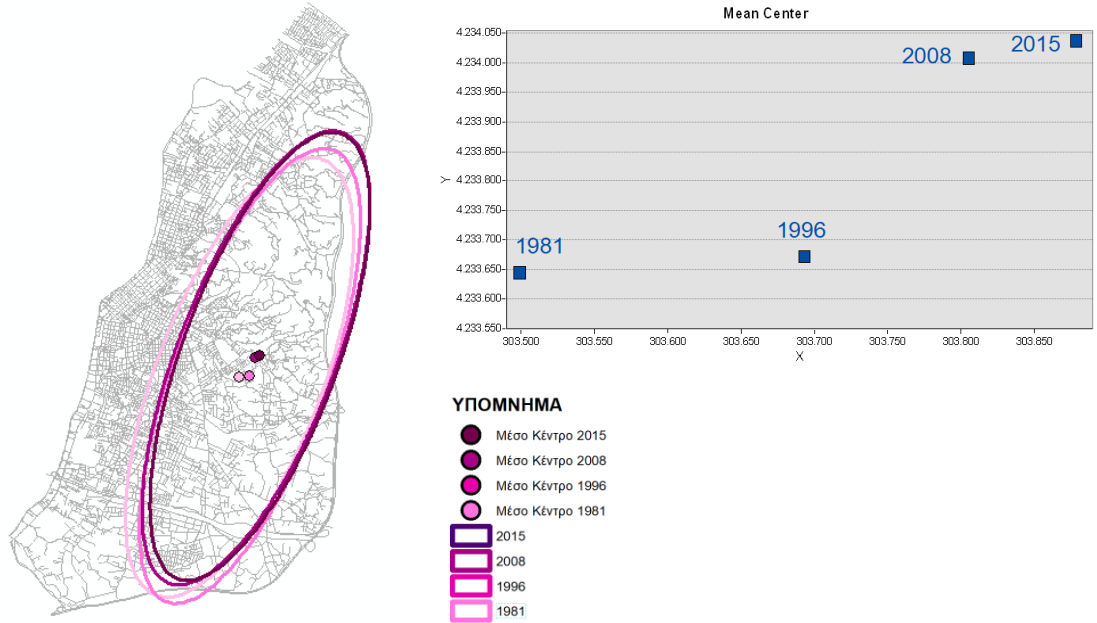
Η χωρική ανάλυση της μέσης κεντρικής τάσης βοηθά στον εντοπισμό του μέσου κέντρου της περιοχής της αγροτικής γης και υποδεικνύει τη μέση θέση των αγροτικών δραστηριοτήτων για μια καθορισμένη χρονική περίοδο. Η παρακολούθηση της κίνησής του παρέχει πληροφορίες για τη συνολική χωρική μετατόπιση της αγροτικής γης.

Η μέθοδος της διακατευθυντικής κατανομής (Standard Deviational Ellipse (SDE)) αποτυπώνει τον χωρικό προσανατολισμό και τη διασπορά των χαρακτηριστικών. Στη μελέτη της αγροτικής γης, η μέθοδος βοηθά στην αποκάλυψη των κατευθυντικών τάσεων και προτύπων παρέχοντας πληροφορίες για τον κυρίαρχο προσανατολισμό αυτών των γαιών, την επέκταση ή την συρρίκνωσή τους. Η τεχνική αναδεικνύει τους άξονες στους οποίους συγκεντρώνεται η αγροτική γη αποκαλύπτοντας τις κυρίαρχες τάσεις. Η παρακολούθηση της κίνησης αυτών των χωρικών ελλείψεων (Deviational Ellipse), των αλλαγών στο σχήμα, στο μέγεθος και στον προσανατολισμό τους αποκαλύπτει τις αλλαγές στη χωρική διάταξη της γεωργικής γης.

Η ενσωμάτωση αυτών των χωρικών στατιστικών επιτρέπει μια συνολική αξιολόγηση, συμβάλλοντας στην κατανόηση της δυναμικής που διαμορφώνει η αγροτική γη με την πάροδο του χρόνου.

Στον χάρτη που ακολουθεί, απεικονίζονται το μέσο κέντρο και οι κατευθυντικές τάσεις από το 1981 έως το 2015. Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε με το πρόγραμμα ArcGIS (ESRI)

**Σειρά Χαρτών 12.5: Μέσο Κέντρο και Διακατευθυντική κατανομή της αγροτικής γης ανά περίοδο αναφοράς 1981,1996,2008 και 2015**



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Σε όλα τα έτη αναφοράς, το μέσο κέντρο και η χωρική έλλειψη κινούνται στον άξονα βορρά – νότου καθώς η αγροτική γη βρίσκεται κατανεμημένη κυρίως στα ανατολικά και στα νότια της περιοχής μελέτης. Το 1981, η χωρική έλλειψη δείχνει μεγαλύτερο εύρος κατανομής της αγροτικής γης καθώς είναι πλατύτερη και βρίσκεται στην πιο νότια θέση από τις επόμενες χρονιές. Το μέσο κέντρο βρίσκεται επίσης στην πιο νότια και δυτική του θέση. Το 1996 η χωρική έλλειψη και το μέσο κέντρο μετατοπίζονται ανατολικότερα και ελαφρά βορειότερα, υποδεικνύοντας αλλαγή στην αγροτική γη. Επίσης, η έλλειψη γίνεται στενότερη, καθώς η αγροτική γη έχει ελαττωθεί από τις δυτικές περιοχές. Το 2008 η χωρική έλλειψη και το μέσο κέντρο μετατοπίζονται βορειότερα. Η τάση που συνεχίζεται και το 2015 υποδηλώνει διατήρηση των παραγωγικών δραστηριοτήτων κατά μήκος του άξονα βορρά-νότου και την μείωση της αγροτικής γης στο νότιο τμήμα, δείχνοντας τις περιοχές που είναι χωρικά δυναμικές για τη διατήρηση της γεωργίας.

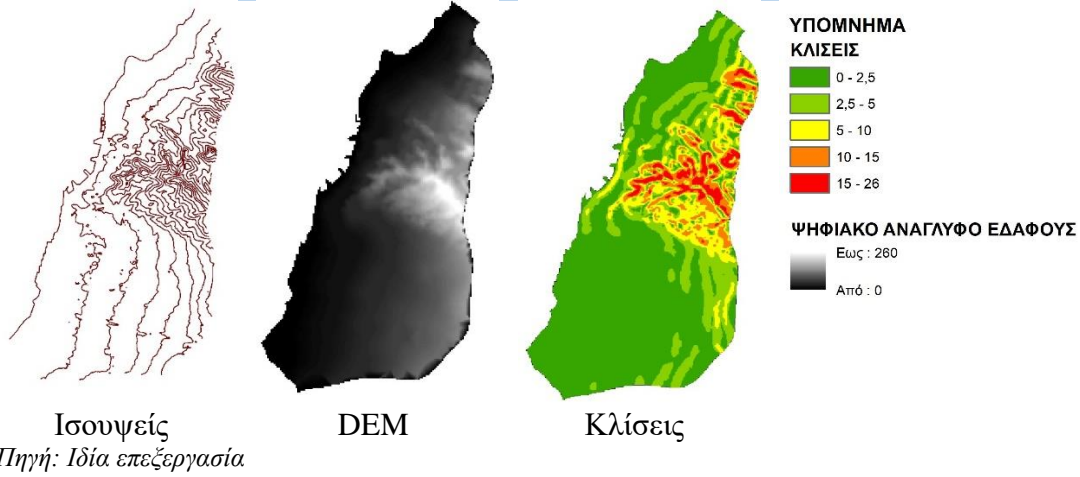
**12.9.2 Ανάλυση Τάσης. Η επίδραση του υψομέτρου**

Για την ανάλυση τάσεων στην αγροτική γη, επιλέχθηκε η διερεύνηση επίδρασης του υψομέτρου στις αλλαγές χρήσεις/κάλυψη γης. Το τοπογραφικό ανάγλυφο και η υψομετρία καθορίζουν σημαντικά την κατανομή και την καταλληλότητα της γης για τις γεωργικές δραστηριότητες. Οι διαφορές στο υψόμετρο επηρεάζουν την απορροή του νερού, τη διάβρωση του εδάφους αλλά και την τρωτότητα της αγροτικής γης στις αστικές πιέσεις.



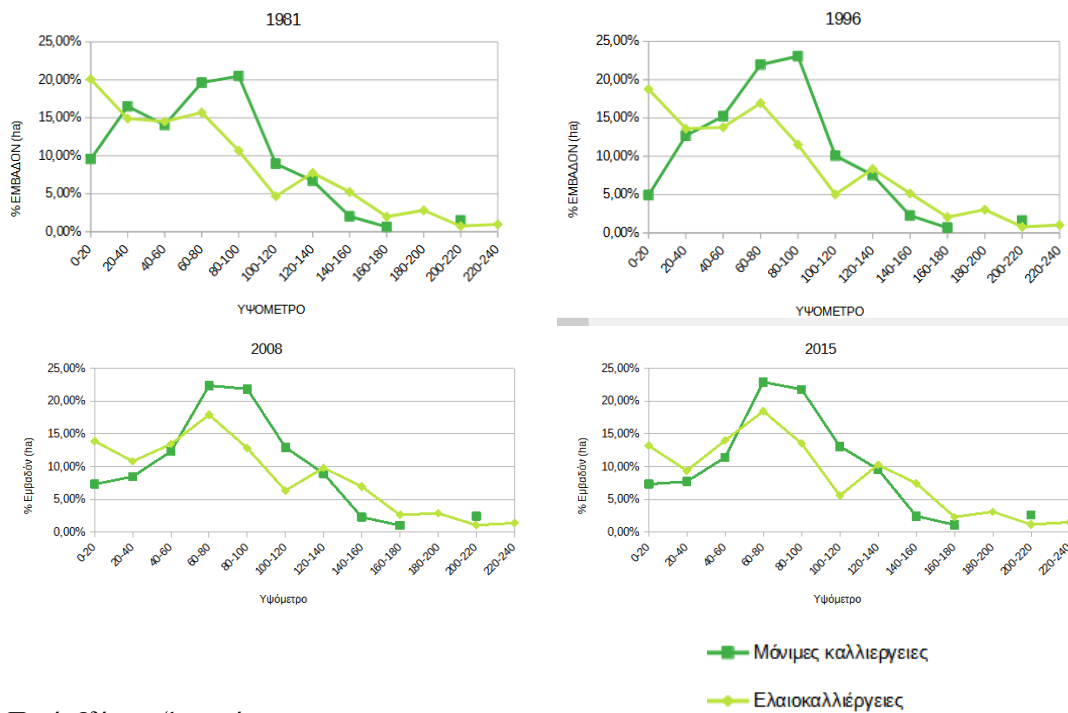
Για την διερεύνηση χρησιμοποιήθηκαν το ψηφιακό μοντέλο εδάφους (DEM) και το υπόβαθρο των κλίσεων που δημιουργήθηκαν για τις ανάγκες της διατριβής.

**Σειρά χαρτών 12.6: Φυσικό ανάγλυφο**



Στη συνέχεια, ευρέθη το υψόμετρο του κάθε τεμαχίου αγροτικής γης για όλα τα έτη αναφοράς. Κατόπιν δημιουργήθηκαν κλάσεις ανά 20μ. Στα διαγράμματα 12.10 παρουσιάζεται το ποσοστό της επιφάνειας της αγροτικής γης/κατηγορίες καλλιεργειών ανά ζώνη υψομέτρου

**Σειρά Διαγραμμάτων 12.10: Αγροτική γη ανά ζώνη υψομέτρου**



Από τη μελέτη της χωρικής δυναμικής των υψομετρικών αλλαγών προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα για την αγροτική γη και τις κατηγορίες καλλιεργειών:

### Μόνιμες καλλιέργειες

Το 1981 οι μόνιμες καλλιέργειες έχουν το μέγιστο ποσοστό τους 20,50% στη ζώνη 80-100, ενώ το δεύτερο υψηλότερο ποσοστό 19,63% απαντάται στη ζώνη 60-80. Οι μόνιμες καλλιέργειες εμφανίζουν χαμηλό ποσοστό 9,57% στην πεδινή ζώνη 0-20 ενώ στη ζώνη 20-40 εμφανίζεται το τρίτο υψηλότερο ποσοστό 16,49%. Το 1996 το 23,05% των μόνιμων καλλιεργειών βρίσκεται επίσης στη ζώνη 80-100 ενώ το δεύτερο υψηλότερο ποσοστό 21,96% βρίσκεται στη ζώνη 60-80. Το ποσοστό στην πεδινή ζώνη 0-20 φθίνει περαιτέρω και ανέρχεται σε ποσοστό 4,93% ,ενώ είναι η ζώνη 40-60 αυτή που έχει το τρίτο υψηλότερο ποσοστό 15,23%. Την χρονιά αυτή παρατηρείται το φαινόμενο η ζώνη 40-60 να εμφανίζει υψηλότερα ποσοστά από αυτή της ζώνης 20-40 σε σχέση με το 1981. Το 2008 είναι η ζώνη των 60-80 που εμφανίζει το υψηλότερο ποσοστό 22,36% των μόνιμων καλλιεργειών ακολουθούμενο από τη ζώνη 80-100 με ποσοστό 21,85%. Οι ζώνες 0-20 και 20-40 εμφανίζονται με χαμηλά ποσοστά 7,32% και 8,48% αντίστοιχα. Το 2015 η ζώνη 60-80 εμφανίζει το μεγαλύτερο ποσοστό στις μόνιμες καλλιέργειες που ανέρχεται σε 22,90% και ακολουθεί η ζώνη 80-100 με ποσοστό 21,79%. Χαμηλά ποσοστά και για τις ζώνες 0-20 και 20-40 με ποσοστά 7,32% και 7,72% αντίστοιχα. Η ζώνη 40-60 εμφανίζει ποσοστό 11,41% και η ζώνη 100-120 ποσοστό 13,09% . Από την ζώνη των 120 και πάνω οι μόνιμες καλλιέργειες φθίνουν

Συνεπώς, η δυναμική των μόνιμων καλλιεργειών, ιδιαίτερα σε σχέση με τις ποικίλες ζώνες υψομέτρου, αποκαλύπτει ενδιαφέροντα μοτίβα: Το 1981, η ζώνη 80-100 είναι εκείνη με το υψηλότερο ποσοστό στις μόνιμες καλλιέργειες, υποδηλώνοντας την προτίμηση για μεγαλύτερα υψόμετρα. Ωστόσο, λόγω της αστικής διάχυσης το μοτίβο αλλάζει με την πάροδο του χρόνου. Μέχρι το 1996, η ζώνη 80-100 διατηρεί τη σημασία της, ενώ η ζώνη 60-80 γίνεται ο δεύτερος μεγαλύτερος συνεισφέρων. Συγκεκριμένα, η μείωση στη ζώνη 0-20 ευθυγραμμίζεται με τις επιπτώσεις της αστικής διάχυσης μετατρέποντας την αγροτική γη σε αστικές περιοχές. Η μετατόπιση που παρατηρείται στη ζώνη 40-60 υποδηλώνει επίσης αυτήν την αλλαγή. Το 2008 και το 2015 συνεχίζεται η κυριαρχία των μόνιμων καλλιεργειών στη ζώνη 60-80, τονίζοντας την ανθεκτικότητα της συγκεκριμένης χρήσης στην αστικοποίηση. Η ζώνη 80-100 παραμένει κρίσιμη, δείχνοντας ότι παρά την αστική διάχυση, ορισμένες υψομετρικές ζώνες συγκρατούν τις μόνιμες καλλιέργειες αλλά παράλληλα και λόγω υψομέτρου, είναι λιγότερο πρόσφορες και επιθυμητές για αστικοποίηση.

### Ελαιοκαλλιέργειες

Το 1981 η μεγαλύτερη έκταση των ελαιοκαλλιεργειών απαντάται στις πεδινές ζώνες της περιοχής μελέτης. Συγκεκριμένα, το μεγαλύτερο ποσοστό 20,09% βρίσκεται στη ζώνη 0-20, ενώ οι ζώνες 20-40 και 40-60 έχουν επίσης υψηλό ποσοστό ελαιοκαλλιέργειας με 14,89% και 14,52% αντίστοιχα. Το δεύτερο μεγαλύτερο ποσοστό της ελαιοκαλλιέργειας 15,70%, βρίσκεται στη ζώνη 60-80. Πάνω από αυτό το υψόμετρο τα ποσοστά μειώνονται. Από το 1996 ξεκινά η σταδιακή μείωση της ελαιοκαλλιέργειας στα πεδινά, αν και ακόμα η μέγιστη τιμή, βρίσκεται στην πεδινή ζώνη των 0-20 με ποσοστό 18,75% . Οι ζώνες 20-40 και 40-60 παρουσιάζουν επίσης

μικρή μείωση με ποσοστό 13,61% και 13,78% αντίστοιχα. Στις ζώνες αυτές παρατηρείται η πρώτη μικρή αντιστροφή, καθώς η ζώνη 20-40 εμφανίζει μικρότερα ποσοστά από τη ζώνη 40-60. Η ζώνη 60-80 συνεχίζει να έχει το δεύτερο υψηλότερο ποσοστό 16,94%. Το 2008 η πεδινή έκταση 0-20 έχει χάσει αρκετή από την αγροτική γη της. Συγκεκριμένα, η πεδινή ζώνη 0-20 έχει ποσοστό 13,91%, βιώνει μείωση 4.83% και παρουσιάζει το δεύτερο υψηλότερο ποσοστό του 2008, ενώ χαμηλά κινούνται και οι ζώνες 20-40 και 40-60 με ποσοστά 10,81% και 13,44% αντίστοιχα. Το μέγιστο ποσοστό των ελαιοκαλλιιεργειών βρίσκεται στη ζώνη 60-80 με ποσοστό 17,91%. Το έτος 2015 η ζώνη με το υψηλότερο ποσοστό των ελαιοκαλλιιεργειών παραμένει η 60-80 με ποσοστό 18,47% ενώ το δεύτερο υψηλότερο ποσοστό 14% έχει η ζώνη 40-60. Η πεδινή ζώνη βιώνει περαιτέρω μείωση και έχει ποσοστό 13,20%, βρίσκεται δε πίσω από τη ζώνη 80-100 με ποσοστό 13,53%. Η ζώνη 120-140 έχει σε όλα τα έτη αναφοράς μεσαίες τιμές που κυμαίνονται για τα έτη 1981,1996,2008 και 2015 7,73%, 8,34%, 9,82% και 10,29% αντίστοιχα ενώ από την ζώνη 140 και πάνω φθίνει διαρκώς.

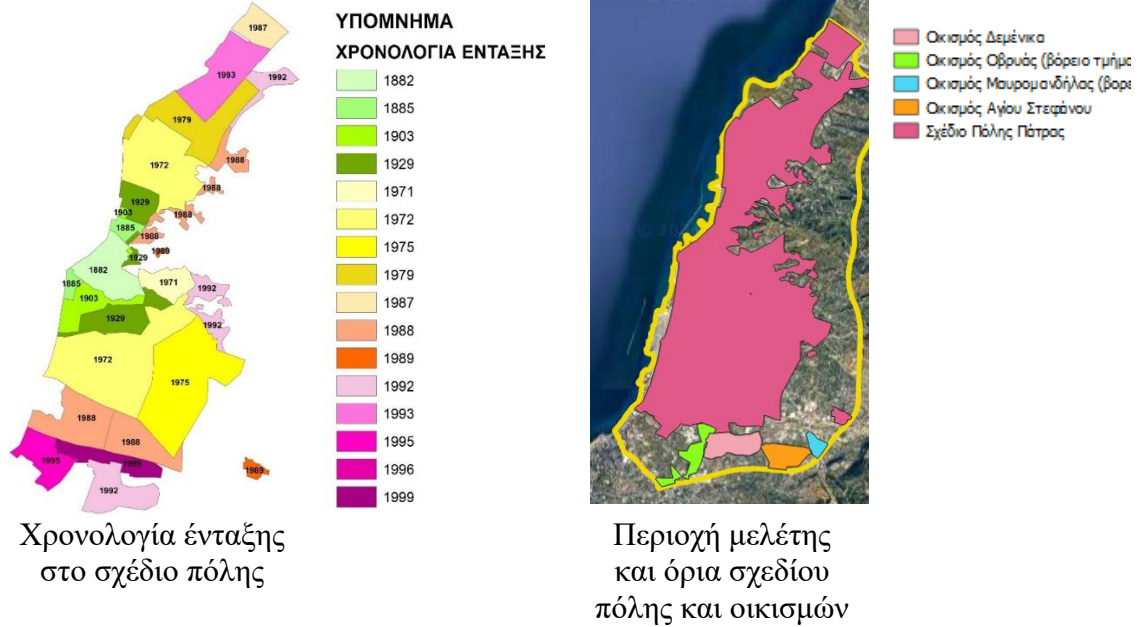
Συνεπώς, το μοτίβο της ελαιοκαλλιιεργειας σε σχέση με τις ποικίλες ζώνες υψομέτρου παρουσιάζει την εξής τάση: Το 1981, η συγκέντρωση της ελαιοκαλλιιεργειας είναι μεγαλύτερη στις πεδινές ζώνες (0-20, 20-40 και 40-60), με τα χαμηλότερα υψόμετρα να έχουν το μέγιστο ποσοστό των εκτάσεων. Λόγω της αστικής διάχυσης, ήδη από το 1996 παρατηρείται σταδιακή μείωση της ελαιοκαλλιιεργειας στα πεδινά, με τη ζώνη 0-20 να εξακολουθεί να προηγείται αλλά να παρουσιάζει μείωση. Η ζώνη 60-80, εν τω μεταξύ, αναδεικνύεται σε σημαντική ζώνη ελαιοκαλλιιεργειας καθώς συγκρατεί τα ποσοστά της. Το 2008, παρατηρείται σημαντική απώλεια αγροτικής γης στην πεδινή ζώνη 0-20, με τη ζώνη 60-80 να έχει πλέον το υψηλότερο ποσοστό ελαιοκαλλιιεργειας. Η τάση αυτή συνεχίζεται και το 2015, με τη ζώνη 60-80 να συνεχίζει να διατηρεί την ελαιοκαλλιιεργεια. Η ζώνη 40-60 γίνεται η δεύτερη υψηλότερη, υποδηλώνοντας τη διατήρηση της ελαιοκαλλιιεργειας σε υψηλότερες ζώνες.

### 12.9.3 Ανάλυση Τάσης. Οι επεκτάσεις του σχεδίου πόλης

Οι επεκτάσεις του σχεδίου πόλης αποτελούν ακόμα έναν παράγοντα διερεύνησης των τάσεων στην αγροτική γη. Στο κεφάλαιο 8 αναπτύχθηκαν αναλυτικά οι επεκτάσεις του σχεδίου πόλης της περιοχής μελέτης και αναλύθηκε το γεγονός της προσθήκης εκτάσεων πολλαπλάσιων των πληθυσμιακών αναγκών, με αποτέλεσμα τη δημιουργία αραιού ιστού καθώς η πόλη επεκτάθηκε προς όλες τις δυνατές κατευθύνσεις. Αν και αρκετή από την αγροτική γη που χάθηκε ήταν εντός οικιστικών περιοχών οπότε και αστικοποιήθηκε, είναι επίσης προφανής η έλλειψη πολιτικών διατήρησής της.

Για την ανάλυση των τάσεων στην αγροτική γη σε σχέση με τις επεκτάσεις επιλέχθηκε η χρήση του υποβάθρου Χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης. Το υπόβαθρο αυτό αφορά περιοχές της Πάτρας που εντάχθηκαν στο σχέδιο πόλης μαζί με τις χρονιές της ένταξής τους και περιλαμβάνει τριάντα τρεις περιοχές ένταξης. Επίσης χρησιμοποιήθηκαν τα όρια των περιαστικών οικισμών που εμπίπτουν στην περιοχή μελέτης όπως του βορείου τμήματος Οβρυάς (Γ.Π.Σ 1989 με επανέγκριση 1992), του βορειοδυτικού τμήματος της Μαυρομανδήλας (καθορισμός ορίων 1991) και Αγίου Στεφάνου (καθορισμός ορίων 1992).

**Σειρά χαρτών 12.7: Επεκτάσεις και όρια οικισμών**



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Οι πίνακες των μονίμων καλλιεργειών και των ελαιοκαλλιεργειών που ακολουθούν περιλαμβάνουν τις εκτάσεις σε εκτάρια που εμπίπτουν σε κάθε χρονιά αναφοράς ανάλογα με τη χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης. Από τις χρονιές των επεκτάσεων λείπουν περιοχές στις οποίες δεν υπήρχε αγροτική γη όπως η επέκταση Τερψιθέα και η επέκταση Καστελλόκαμπος. Οι επεκτάσεις και η χρονολογία ένταξης έχουν ως ακολούθως:

- 1971: Α' Ανατολικομεσημβρινή επέκταση (περιοχή βίλας Λαδόπουλου, Αγ. Ιωάννης Πράτσικας, Ζαρουχλίκια, Ψαροφάι, Αγ. Γεώργιος Λάγγουρα, Εβραιονήματα)
- 1972: Α' Αρκτική επέκταση (Γλυφάδα, Αγυιά, Ανθούπολη, Ζαβλάνι)
- 1975: Β' Ανατολικομεσημβρινή Επέκταση (περιοχή ΤΕΙ, Εθνικό Στάδιο, Κούτσα, Εγλυκάδα, Λάγγουρας)
- 1979: Επέκταση Κοτρώνι
- 1988: Επέκταση Ψάχου, Μέμου, Κρύα Ιτέων, επέκταση Ανθούπολη, Κάτω Συχαινά, επέκταση Γούβα
- 1989: Επέκταση Τριτάκη-Βλατερό, Ασύρματος, Βορείως έξω Αγυιά, και Περιβόλα
- 1991: Όρια οικισμού Μαυρομανδήλας
- 1992: Επέκταση Αρόη, ΚΕΤΕΣ, Σαμακιά, Γηροκομείο, Επέκταση Άνω Μποζαϊτικά, Κοτρώνι. Όρια οικισμού Αγίου Στεφάνου. Επανεγκριση Γ.Π.Σ Οβρούας
- 1993: Επέκταση Αγ. Παντελεήμων, Δυτική Παραλία Προαστείου, Ανατολική Παραλία Προαστείου και επέκταση Δεμένικα
- 1995: Επέκταση Μακρυγιάννη, Μπεγουλάκι
- 1999: Επέκταση ΒΙΠΑ-ΒΙΟΠΑ, Ζαβλάνι

Επίσης περιλαμβάνεται το σύνολο της αγροτικής γης που εμπίπτει στην εκτός σχεδίου περιοχή. Λεπτομέρειες για τις επεκτάσεις αναλύονται στο κεφάλαιο 8.

**Πίνακας 12.16: Μόνιμες καλλιέργειες-Επεκτάσεις**

<b>Χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης</b>	<b>1981 (ha)</b>	<b>1996 (ha)</b>	<b>2008 (ha)</b>	<b>2015 (ha)</b>	<b>Μεταβολή 1981-2015</b>
1971	20,63	7,53	1,72	1,72	-91,67%
1972	21,08	4,20	0,05	0,05	-99,74%
1975	95,73	89,85	49,06	42,25	-55,87%
1979	12,67	12,67	4,34	4,08	-67,79%
1988	13,18	12,89	5,87	4,63	-64,87%
1989	7,14	2,03	0,30	0,20	-97,20%
1992	19,43	19,43	5,64	4,98	-74,39%
1993	10,18	7,43	0,50	0,50	-95,10%
1995	23,11	18,53	14,39	14,07	-39,11%
1999	6,21	5,13	3,69	3,67	-40,96%
Οικισμός Μαυρομανδήλα (ΒΔ τμήμα)	6,89	6,89	4,17	4,17	-39,50%
Οικισμός Άγιος Στέφανος	0,08	0,08	0,08	0,07	-12,34%
Οικισμός Οβρυά (βόρειο τμήμα)	1,15	1,15	0,25	0,08	-93,35%
Εκτός σχεδίου ΣΥΝΟΛΟ	<b>351,51</b>	<b>335,30</b>	<b>254,89</b>	<b>241,55</b>	<b>-31,28%</b>
	<b>589,00</b>	<b>523,13</b>	<b>344,96</b>	<b>322,02</b>	<b>-45,33%</b>

Πηγή: *Ιδία επεξεργασία*

Όπως φαίνεται στον πίνακα, σε όλες τις ζώνες των επεκτάσεων οι μόνιμες καλλιέργειες φθίνουν ως αποτέλεσμα της αστικοποίησης και της αστικής διάχυσης. Πιο συγκεκριμένα, οι περιοχές των παλαιών επεκτάσεων της δεκαετίας του '70 είναι αυτές που παρουσιάζουν τις πλέον δραστικές μειώσεις εξαιτίας της αστικοποίησης που κορυφώνεται μετά το 1996. Η Α' Αρκτική επέκταση (Γλυφάδα, Αγυιά, Ανθούπολη, Ζαβλάνι) το 1972, ήταν αυτή με τις πλέον δραματικές μειώσεις αλλά και η κατεύθυνση (ΒΒΑ) με τις μεγαλύτερες αλλαγές στις χρήσεις/κάλυψη γης σύμφωνα με τον Δείκτη Μεταβολών (ΔΜ) που παρουσιάστηκε στο υποκεφάλαιο 12.8.1, ακολουθούμενη από την Α' Ανατολικομεσημβρινή επέκταση (περιοχή βίλας Λαδόπουλου, Αγ. Ιωάννης Πράτσικας, Ζαρουχλέικα, Ψαροφάι, Αγ.Γεώργιος Λάγγουρα, Εβραιονήματα) του 1971. Από τις μεγαλύτερες εκτάσεις μόνιμων καλλιεργειών που μειώθηκαν παραπάνω από το μισό είχε η Β' Ανατολικομεσημβρινή Επέκταση του 1975 (περιοχή ΤΕΙ, Εθνικό Στάδιο, Κούτσα, Εγλυκάδα, Λάγγουρας). Η περιοχή αυτή αστικοποιήθηκε αργά και μέχρι το 2015 δεν ήταν πλήρως οικοδομημένη. Βραδύτερους ρυθμούς μείωσης παρουσιάζει η περιοχή της επέκτασης Κοτρώνι το 1979 καθώς λόγω της θέσης της (ανατολικά της οδού Πανεπιστημίου) βίωσε πιο αργούς ρυθμούς αστικοποίησης. Μετά το 1986 ξεκινούν οι επεκτάσεις του Γ.Π.Σ του '86. Συνεπώς, όλες οι τιμές μετά το 1979 στον πίνακα για το έτος 1981 αφορούν σε εκτός σχεδίου περιοχές (που εντάχθηκαν στο σχέδιο πόλης μετά το '86). Οι περιοχές αυτές είχαν χαμηλή αστικοποίηση που συνίστατο είτε από εκτός σχεδίου δόμηση είτε από δόμηση εντός ορίων οικισμών προ '23, είτε από δόμηση με πρόσωπο σε οδικό άξονα. Η περιοχή

Μακρυγιάννη/Μπεγουλάκι (επέκταση 1995) ήταν αυτή με τα περισσότερα εκτάρια μονίμων καλλιεργειών που εντάχθηκαν λόγω του Γ.Π.Σ '86. Οι περιοχές αυτές είχαν έντονο αγροτικό χαρακτήρα λόγω και της γειτνίασής τους με τον ποταμό Γλαύκο. Μεγάλη μείωση παρατηρήθηκε επίσης στις εντάξεις 1989 (Επέκταση Τριτάκη-Βλατερό, Ασύρματος, Βορείως έξω Αγυιά, και Περιβόλα) και 1993 (Αγ. Παντελεήμων, Παραλία Προαστείου και επέκταση Δεμένικα). Οι περιοχές ιδίως της Περιβόλας και των Δεμένικων, είχαν και έχουν δενδρώδεις καλλιέργειες. Οι εκτός σχεδίου περιοχές γνώρισαν μείωση 31,28% των μονίμων καλλιεργειών, ενώ το βορειοδυτικό τμήμα του οικισμού της Μαυρομαδήλας, οικισμός αγροτικού χαρακτήρα, γνώρισε παρόμοια μικρή μείωση της τάξης του 39,5%. Τέλος, ο οικισμός του Αγίου Στεφάνου, ένας κατεξοχήν αγροτικός οικισμός, ήταν η περιοχή με τις μικρότερες απώλειες (-12,34%).

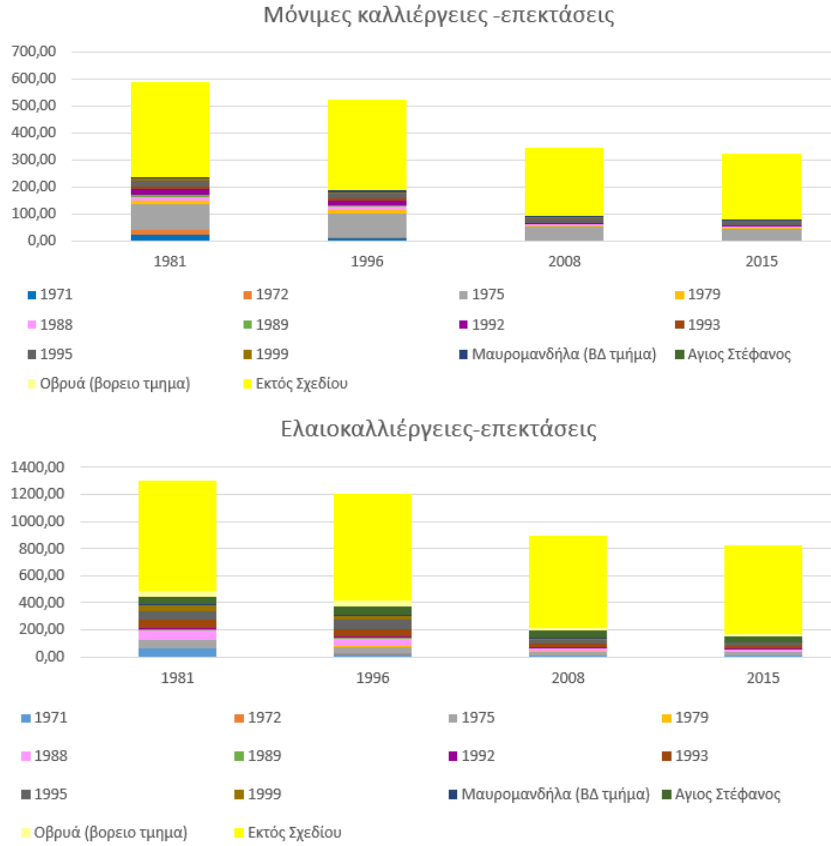
Ο πίνακας για τις ελαιοκαλλιέργειες έχει ως ακολούθως:

<b>Πίνακας 12.17: Ελαιοκαλλιέργειες-Επεκτάσεις</b>					
<b>Χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης</b>	<b>1981 (ha)</b>	<b>1996 (ha)</b>	<b>2008 (ha)</b>	<b>2015 (ha)</b>	<b>Μεταβολή 1981-2015</b>
1971	61,76	22,66	9,21	9,21	-85,09%
1972	4,40	2,12	0,42	0,42	-90,49%
1975	55,02	46,08	28,83	22,90	-58,37%
1979	7,88	7,88	2,73	1,95	-75,26%
1988	68,20	55,91	19,30	17,33	-74,59%
1989	4,11	4,11	1,97	1,95	-52,55%
1992	12,34	12,34	12,06	9,48	-23,20%
1993	57,77	53,38	23,94	20,86	-63,88%
1995	68,91	67,97	23,41	19,67	-71,45%
1999	39,80	31,87	12,36	0,64	-98,39%
Οικισμός Μαυρομανδήλα (ΒΔ τμήμα)	10,39	10,39	4,78	3,69	-64,50%
Οικισμός Άγιος Στέφανος	56,02	55,85	55,56	42,99	-23,26%
Οικισμός Οβρυά (βόρειο τμήμα)	43,90	42,16	22,54	20,42	-53,49%
Εκτός σχεδίου	808,51	792,18	673,09	648,42	-19,80%
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>1299,00</b>	<b>1204,90</b>	<b>890,19</b>	<b>819,93</b>	<b>-36,88%</b>

*Πηγή: Ιδία επεξεργασία*

Ακολουθούν τα διαγράμματα της αγροτικής γης ανά χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης - περιοχή επεκτάσεων.

**Σειρά Διαγραμμάτων 12.11: Αγροτική γη ανά χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης-επεκτάσεις**



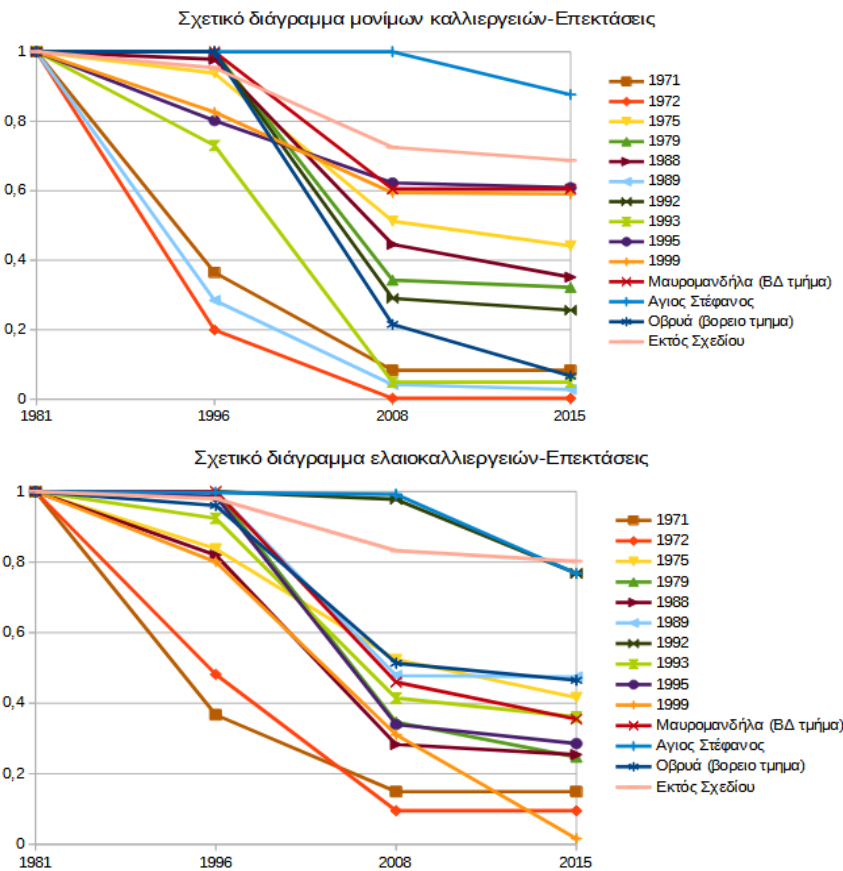
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Οι ελαιοκαλλιέργειες επίσης φθίνουν σε όλες τις ζώνες των επεκτάσεων με συνολική μείωση 36,88% στο διάστημα των τριαντατεσσάρων ετών. Η τάση είναι αντίστοιχη με αυτή των μονίμων καλλιεργειών με τις περιοχές των παλαιών επεκτάσεων της δεκαετίας του '70 να παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες μειώσεις λόγω αστικοποίησης. Η Α' Αρκτική επέκταση (Γλυφάδα, Αγιά, Ανθούπολη, Ζαβλάνι) το 1972 παραμένει η περιοχή του παλαιότερου αστικού ιστού με τη μεγαλύτερη μείωση της αγροτικής γης, εξαιτίας της γρήγορης αστικοποίησής της, των λίγων εκταρίων ελαιοκαλλιέργειας και του παραθαλάσσιου χαρακτήρα της. Η Α' Ανατολικομεσημβρινή επέκταση του 1971 (περιοχή βίλας Λαδόπουλου, Αγ. Ιωάννης Πράτσικας, Ζαρουχλέικα, Ψαροφάι, Αγ.Γεώργιος Λάγγουρα, Εβραιονήματα) είχε το 1981 61,76 ha ελαιοκαλλιέργειας, καθώς η ελιά απαντάται κυρίως στο νότιο και ανατολικό τμήμα της περιοχής μελέτης. Η περιοχή έχασε 39,10 ha μεταξύ 1981 και 1996 λόγω αστικοποίησης και συνολικά 85,09% των εκτάσεων ελιάς μεταξύ 1981 και 2015. Η Β' Ανατολικομεσημβρινή επέκταση του 1975 (περιοχή ΤΕΙ, Εθνικό Στάδιο, Κούτσα, Εγλυκάδα, Λάγγουρας) έχασε το 58,37% της ελαιοκαλλιέργειας καθώς η αστικοποίησή της πραγματοποιήθηκε με αργότερους ρυθμούς και μέχρι το 2015 δεν είχε οικοδομηθεί πλήρως. Οι περιοχές των επεκτάσεων μετά το Γ.Π.Σ '86 παρουσιάζουν επίσης υψηλές απώλειες στις ελαιοκαλλιέργειες. Οι επεκτάσεις του 1988 Ψάχου, Μέμου, Κρύα Ιτέων, επέκταση Ανθούπολη, Κάτω Συχαινά, επέκταση Γούβα καλύπτουν βόρειες και νότιες περιοχές

επεκτάσεων, με τις νότιες περιοχές Ψάχου, Μέμου, Κρύα Ιτέων να περιλαμβάνουν σημαντικές εκτάσεις ελαιόδεντρων (68,20 ha το 1981 και 17,33 ha το 2015). Από τις περιοχές που βίωσαν από τις μεγαλύτερες μειώσεις ελαιοκαλλιέργειες είναι η επέκταση ΒΗΠΑ-ΒΙΟΠΑ, Ζαβλάνι το 1999. Ιδιαίτερα η επέκταση ΒΗΠΑ-ΒΙΟΠΑ πραγματοποιήθηκε σε περιοχή εκτεταμένης ελαιοκαλλιέργειας. Ακόμα και σήμερα, η περιοχή του βιοτεχνικού πάρκου περιτριγυρίζεται από ελαιόδεντρα. Υψηλές απώλειες της τάξης του 71,45% παρατηρήθηκε και στην περιοχή της επέκτασης Μακρυγιάννη/Μπεγουλάκι (1995). Οι περιοχές αυτές είχαν έντονο αγροτικό χαρακτήρα λόγω και της γειτνίασής τους με τον ποταμό Γλαύκο. Το βορειοδυτικό τμήμα του αγροτικού οικισμού της Μαυρομανδήλας έχασε το 64,5% των ελαιόδεντρων του ενώ στο μισό μειώθηκαν και οι ελαιοκαλλιέργειες του βορείου τμήματος του οικισμού της Οβρυάς. Ο αγροτικός οικισμός του Αγίου Στεφάνου παρουσιάζει και εδώ μικρές απώλειες ελαιόδεντρων (23,26%) ενώ οι εκτός σχεδίου περιοχές εμφανίζουν σχετική αντίσταση στην μετατροπή ελαιοκαλλιέργειας σε άλλες χρήσεις καθώς εμφανίζουν μείωση μόνο 19,80% , την μικρότερη απώλεια από όλες τις άλλες περιοχές.

Τα σχετικά διαγράμματα μονίμων καλλιεργειών και ελαιοκαλλιέργειας παρουσιάζονται παρακάτω.

**Σειρά Διαγραμμάτων 12.12: Σχετικά διαγράμματα μόνιμης καλλιέργειας και ελαιοκαλλιέργειας ανά χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης - επεκτάσεις**



Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Τα σχετικά διαγράμματα αποτελούν οπτικά εργαλεία για τον αντίκτυπο των μεταβολών της αγροτικής γης εξαιτίας των επεκτάσεων του σχεδίου πόλης και της αστικής διάχυσης.

Τα σχετικά διαγράμματα για τις μόνιμες καλλιέργειες και τις ελαιοκαλλιέργειες δείχνουν απότομη μείωση των γαιών μέχρι το 2008 και σχετική σταθεροποίηση την περίοδο 2008-2015. Οι περιοχές των επεκτάσεων της δεκαετίας του '70 που βρίσκονται κοντά στο παλιό κέντρο βιώνουν τις πιο έντονες αλλαγές τους μέχρι το 1996 ενώ μετά οι κλίσεις γίνονται ηπιότερες. Αντίθετα, οι περιοχές των επεκτάσεων μετά το Γ.Π.Σ '86 βιώνουν τις πιο έντονες αλλαγές τους από το 1996 μέχρι το 2008. Την περίοδο 2008-2015 ο ρυθμός των αλλαγών επιβραδύνεται και ορισμένες γραμμές γίνονται επίπεδες. Η περίοδος συμπίπτει με την έναρξη και την κορύφωση της ελληνικής κρίσης με την οικοδομική δραστηριότητα να είναι ιδιαίτερα περιορισμένη. Επίσης, η εναπομένουσα αγροτική γη σε αρκετές από τις περιοχές των επεκτάσεων είναι πλέον πολύ μικρή, με την μικρότερη να εμφανίζεται στην περιοχή της επέκτασης 1999 ΒΙΠΑ-ΒΙΟΠΑ, Ζαβλάνι.

Είναι λοιπόν σαφές, ότι οι περιοχές των εντάξεων της δεκαετίας του '70 αστικοποιήθηκαν με γρήγορους ρυθμούς από το 1981 έως το 1996, ενώ η τύκνωσή τους συνεχίστηκε μέχρι και το 2008, ενώ για τις περιοχές των επεκτάσεων του Γ.Π.Σ '86 η περίοδος αστικοποίησης αφορά στην περίοδο 1996-2008. Παρατηρείται επίσης ότι απομακρυσμένες περιοχές από το κέντρο, εντάξεων μετά το 86, όπως Επέκταση Βορείως έξω Αγυιά (1989), Επέκταση Αρόη-Σαμακιά, Γηροκομείο (1992) με απόσταση από το κέντρο 3500μ.- 4000μ., Επέκταση Μακρυγιάννη, Μπεγουλάκι (1995) με απόσταση από το κέντρο 4500μ. - 5000μ. και Επέκταση Άνω Μποζαΐτικα (1992), Επέκταση Περιβόλα (1989) με απόσταση από το κέντρο 6000μ. είχαν αργότερους ρυθμούς μείωσης της αγροτικής γης.

Από τη μελέτη της αστικής διάχυσης που προηγήθηκε καθώς και από τον τρόπο μείωσης της αγροτικής γης στις επεκτάσεις, προκύπτει ότι η αστική διάχυση προηγήθηκε της διοικητικής ενσωμάτωσης των επεκτάσεων στο σχέδιο πόλης, οδηγώντας σε απώλεια της αγροτικής γης. Οι περιοχές ένταξης στο σχέδιο πόλης μετά το 1986, ήταν κυρίως περιοχές που βρίσκονταν στα όρια του εγκεκριμένου σχεδίου πόλης και ήταν, όπως αναφέρθηκε, εξαιρετικά αραιά δομημένες είτε με το καθεστώς ορίων οικισμού προ '23, είτε με το καθεστώς της εκτός σχεδίου δόμησης με πρόσωπο σε οδικό άξονα. Η απώλεια αγροτικής γης λόγω ένταξης στο σχέδιο πόλης είναι συχνό επακόλουθο και παρατηρείται σε πολλά αστικά περιβάλλοντα τα οποία βρίσκονται σε διαδικασία ανάπτυξης ή μεταβολής (Delgado-Viñas & Gómez-Moreno, 2022). Η αγροτική γη χρησιμοποιείται συχνά όχι μόνο για ανέγερση κατοικίας αλλά και για αστική υποδομή. Η διαδικασία είναι η εξής: οι περιοχές δομούνται με τους όρους που αναφέρθηκαν παράγοντας αραιό αστικό ιστό, στην συνέχεια γίνονται περισσότερο πυκνοκατοικημένες και αναγνωρίζονται ως περιοχές επεκτάσεων ενώ στη συνέχεια ενσωματώνονται στον αστικό ιστό νομιμοποιώντας την υπάρχουσα διάχυση. Ως αποτέλεσμα, η αγροτική γη μειώνεται και τα τοπικά οικοσυστήματα φθίνουν. Το χρονικό χάσμα ανάμεσα στην αρχική διάχυση και στο θεσμοθετημένο σχέδιο πόλης

επιδεινώνει την αστική διάχυση και οδηγεί σε κατακερματισμένα τοπία. Οι παρακάτω πίνακες και τα διαγράμματα είναι χαρακτηριστικά:

**Πίνακας 12.18: Σχετικές τιμές κτισμένης επιφάνειας, μόνιμης καλλιέργειας και ελαιοκαλλιέργειας ανά δεκαετία επεκτάσεων**

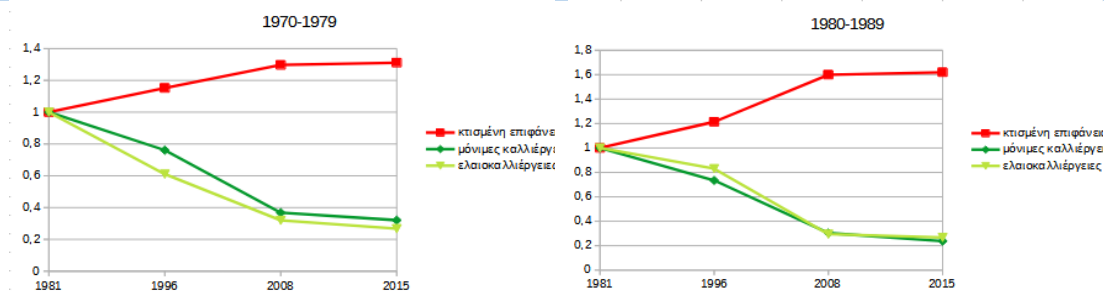
	1981	1996	2008	2015
<b>1970-1979</b>				
Κτισμένη Επιφάνεια	1	1,15	1,30	1,31
Μόνιμη καλλιέργεια	1	0,76	0,36	0,32
Ελαιοκαλλιέργεια	1	0,61	0,32	0,26
<b>1980-1989</b>				
Κτισμένη Επιφάνεια	1	1,21	1,60	1,62
Μόνιμη καλλιέργεια	1	0,73	0,30	0,24
Ελαιοκαλλιέργεια	1	0,83	0,29	0,26
<b>1990-1999</b>				
Κτισμένη Επιφάνεια	1	1,11	1,69	1,81
Μόνιμη καλλιέργεια	1	0,87	0,43	0,41
Ελαιοκαλλιέργεια	1	0,94	0,53	0,40
<b>Εκτός Σχεδίου</b>				
Κτισμένη Επιφάνεια	1	1,30	2,32	2,56
Μόνιμη καλλιέργεια	1	0,95	0,72	0,68
Ελαιοκαλλιέργεια	1	0,98	0,83	0,80

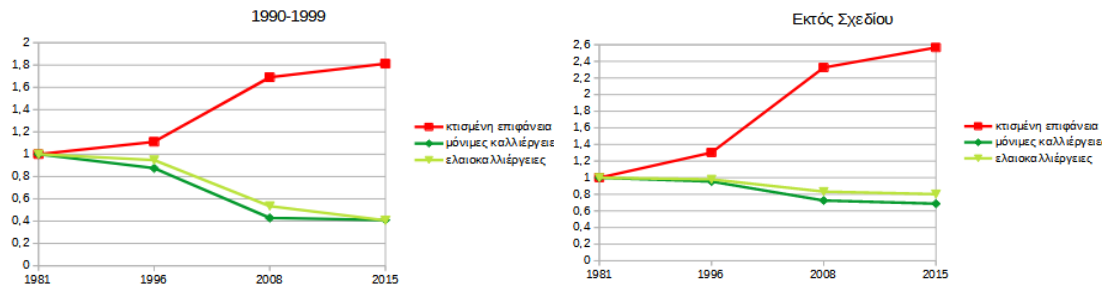
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Ο πίνακας 12.18 παρουσιάζει τις σχετικές τιμές της κτισμένης επιφάνειας, της μόνιμης καλλιέργειας και της ελαιοκαλλιέργειας για διαφορετικές δεκαετίες επέκτασης του σχεδίου πόλης συγκρίνοντας τις τιμές κάθε χρονιάς (1981, 1996, 2008, 2015) με βάση το έτος 1981 για τις δεκαετίες 1970-1979, 1980-1989, 1990-1999 καθώς και για τις περιοχές εκτός σχεδίου.

Κατά την περίοδο 1970-1979, 1434.24 ha προστέθηκαν στο σχέδιο πόλης. Το 2015 υπήρξε αύξηση της κτισμένης επιφάνειας κατά 31,15% σε σχέση με το 1981 και μείωση για τη μόνιμη καλλιέργεια 67,95% και 73,28% για την ελαιοκαλλιέργεια. Στην περίπτωση των εντάξεων της περιόδου 1970-1979 υπήρξε ραγδαία μείωση της αγροτικής γης, λόγω αστικοποίησης καθώς η αγροτική γη υποδιπλασιάστηκε.

**Σειρά Διαγραμμάτων 12.13: Σχετικά διαγράμματα κτισμένης επιφάνειας, μόνιμης καλλιέργειας και ελαιοκαλλιέργειας σε περιοχές επεκτάσεων του σχεδίου πόλης ανά δεκαετία**





Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Στην μελετώμενη περίοδο των τριανταπέντε χρόνων παρατηρείται ότι οι επεκτάσεις του σχεδίου πόλεως ξεκινούν τμηματικά να αυξάνουν την κτισμένη τους επιφάνεια ενώ οι μόνιμες καλλιέργειες και η ελαιοκαλλιέργεια μειώνονται. Στις εντάξεις της περιόδου 1980-1989 από το 1981 και μέχρι και το 2015, υπήρξε αύξηση της κτισμένης επιφάνειας κατά 61,97% σε σχέση με το 1981 και μείωση για τη μόνιμη καλλιέργεια 76,23% και 73,34% για την ελαιοκαλλιέργεια. Αντίστοιχα, στις εντάξεις της περιόδου 1990-1999 η κτισμένη επιφάνεια αυξήθηκε κατά 81,17% ενώ οι μειώσεις ήταν 58,94% για τη μόνιμη καλλιέργεια και 59,27% για την ελαιοκαλλιέργεια. Από τα παραπάνω διαγράμματα προκύπτει ότι στις νεότερες εντάξεις (1990-1999), αν και η αγροτική γη υποδιπλασιάστηκε η κτισμένη επιφάνεια δεν έχει φτάσει ακόμα το επίπεδο κορεσμού της.

Το γεγονός της προ υπάρχουσας αστικής διάχυσης στις περιοχές των επεκτάσεων αποτυπώνεται καλύτερα στο διάγραμμα των εντάξεων της περιόδου 1990-1999. Από το 1981 έως το 1996 η κτισμένη επιφάνεια αυξήθηκε κατά 11,12% ενώ η αγροτική γη την ίδια περίοδο μειώθηκε κατά 12,54% και 5,25% στις μόνιμες καλλιέργειες και την ελαιοκαλλιέργεια, αντίστοιχα. Δεδομένου ότι οι εκτάσεις αυτές εντάχθηκαν στο σχέδιο πόλης από το 1992 και εξής, η αύξηση της κτισμένης επιφάνειας υποδηλώνει ότι η κτισμένη επιφάνεια αυξανόταν πριν την ένταξη στο σχέδιο πόλης. Η αλματώδης αύξηση της κτισμένης επιφάνειας από το 1996 μέχρι και το 2015 σε όλες τις περιοχές των επεκτάσεων από το 1987 και εξής με ταυτόχρονη μείωση της αγροτικής γης, δείχνει ότι οι περιοχές αυτές λειτούργησαν ως νόμιμοι υποδοχείς της αστικής διάχυσης, με τον αστικό ιστό να παραμένει αραιός. Στους περιστασιακούς οικισμούς του Αγίου Στεφάνου, ΒΔ τμήματος οικισμού Μαυρομανδήλας και βορείου τμήματος οικισμού Οβρυάς (καθορισμός ορίων αρχές δεκαετίας του '90), ο καθορισμός των ορίων τους ο οποίος ειδικά στην περίπτωση του Αγίου Στεφάνου ήταν ιδιαίτερα γενναϊόδωρος, ώθησε σε αύξηση την κτισμένη επιφάνεια και σε σημαντική μείωση την αγροτική γη (39,5% για τις μόνιμες και 64,5% για τις ελαιοκαλλιέργειες της Μαυρομανδήλας).

Το φαινόμενο της αδιάλειπτης αστικής διάχυσης με μείωση της αγροτικής γης είναι επίσης διακριτό και στην εκτός σχεδίου περιοχή. Η κτισμένη επιφάνεια υπερδιπλασιάστηκε στο διάστημα των τριαντατεσσάρων ετών, με την μεγαλύτερη αύξηση (102,35%) να σημειώνεται στο διάστημα 1996-2008. Αντίστοιχα, η αγροτική γη μειώνεται σταδιακά καθώς στη συγκεκριμένη περιοχή η αγροτική γη παρουσιάζει μέτρια αντίσταση στην μετατροπή της σε αστική με απώλειες 31,28% μόνιμων καλλιεργειών και 19,80% ελαιοκαλλιεργειών.

Συνολικά, οι αλλαγές στις περιοχές των επεκτάσεων του σχεδίου πόλης μετά την θεσμοθέτηση του Γ.Π.Σ '86 αποτελούν παράδειγμα του τρόπου με τον οποίο περιαστικές περιοχές ενσωματώνονται στα σχέδια πόλεων μετατρέποντας την αγροτική γη σε αστική. Οι αστικές πιέσεις στις αγροτικές γαίες που παραμένουν, οδηγούν σε περαιτέρω αύξηση της αστικής διάχυσης στις ζώνες αυτές λόγω της τρωτότητας της αγροτικής γης και της απουσίας θεσμικού πλαισίου προστασίας της.

## Βιβλιογραφία κεφαλαίου 12

Anderson, J.R., 1976, A Land Use and Land Cover Classification System for Use with Remote Sensor Data, vol, 964, US Government Printing Office

Delgado-Viñas, C., & Gómez-Moreno, M. L. (2022). The interaction between urban and rural areas: An updated paradigmatic, methodological and bibliographic review. *Land*, 11(8), 1298.

EEA, (2006), Urban Sprawl in Europe. The Ignored Challenge. EEA Report No. 10/2006

Foley, J. A., DeFries, R., Asner, G. P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S. R., ... & Snyder, P. K. (2005). Global consequences of land use. *science*, 309(5734), 570-574.

Green, K., Kempka, D., & Lackey, L. (1994). Using remote sensing to detect and monitor land-cover and land-use change. *Photogrammetric engineering and remote sensing*, 60(3), 331-337.

Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *biometrics*, 159-174.

McGarigal, K., & Marks, B. J. (1995). Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. *Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-351. US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station*, 1-122.

McGarigal, K., & Cushman, S. A. (2002). Comparative evaluation of experimental approaches to the study of habitat fragmentation effects. *Ecological applications*, 12(2), 335-345.

Moriasi, D. N., Arnold, J. G., Van Liew, M. W., Bingner, R. L., Harmel, R. D., & Veith, T. L. (2007). Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations. *Transactions of the ASABE*, 50(3), 885-900.

Stow, D. A., & Chen, D. M. (2002). Sensitivity of multitemporal NOAA AVHRR data of an urbanizing region to land-use/land-cover changes and misregistration. *Remote sensing of Environment*, 80(2), 297-307.

Ul Din, S., & Mak, H. W. L. (2021). Retrieval of land-use/land cover change (LUCC) maps and urban expansion dynamics of Hyderabad, Pakistan via Landsat datasets and support vector machine framework. *Remote Sensing*, 13(16), 3337.

Verburg, P. H., Veldkamp, A., & Fresco, L. O. (1999). Simulation of changes in the spatial pattern of land use in China. *Applied geography*, 19(3), 211-233.

Weng, Y. C. (2007). Spatiotemporal changes of landscape pattern in response to urbanization. *Landscape and urban planning*, 81(4), 341-353.

## **Κεφάλαιο 13**

### **Μελέτη περίπτωσης: Οι συνεντεύξεις των προνομιακών συνομιλητών. Η ανάδειξη των κινητηρίων δυνάμεων της περιοχής μελέτης**

#### **13.1 Εισαγωγή**

Για την ανάδειξη των κινητηρίων δυνάμεων στην περιοχή μελέτης χρησιμοποιήθηκε η τεχνική της συνέντευξης με προνομιακούς συνομιλητές. Οι συνεντεύξεις αυτές βοηθούν σημαντικά στην έρευνα, καθώς λόγω της εξειδικευμένης γνώσης και της εμπειρίας των συνομιλητών λαμβάνονται πληροφορίες που μπορεί να μην είναι διαθέσιμες από άλλες πηγές (McDowell, 1998). Πλεονέκτημα αυτού του είδους των συνεντεύξεων είναι ότι περιλαμβάνουν πραγματικές συναντήσεις με άτομα που γενικά θεωρούνται δύσκολα προσβάσιμα, τα οποία παρέχουν πληροφορίες που είναι πρωτότυπες και διορατικές (Natow, 2020). Επιπλέον, οι συνεντεύξεις αυτές αποκαλύπτουν όχι μόνο τις στάσεις, τις αξίες και τα κίνητρα (Adams, 2015) αλλά και τις προκλήσεις και τις δυναμικές πίσω από σημαντικές τάσεις και αλλαγές σε ένα πεδίο (Brinkmann, 2014).

Ο τύπος συνέντευξης που επιλέχθηκε είναι η ημι-δομημένη συνέντευξη. Η επιλογή αυτή παρέχει ένα ευέλικτο πλαίσιο για τη συλλογή δεδομένων από τους προνομιακούς συνομιλητές διατηρώντας παράλληλα την εστίαση στους ερευνητικούς στόχους. Οι συνεντεύξεις πραγματοποιήθηκαν με τη βοήθεια του ερωτηματολογίου για την ημι-δομημένη συνέντευξη που παρουσιάστηκε στο κεφάλαιο 6. Τα πλούσια ποιοτικά δεδομένα που συλλέχθηκαν, αναλύονται με την μέθοδο της Θεματικής Ανάλυσης.

#### **13.2 Η Θεματική Ανάλυση**

Η μεθοδολογία που επιλέχθηκε για την ποιοτική ανάλυση των δεδομένων είναι η θεματική ανάλυση. Η μέθοδος είναι ιδιαίτερα κατάλληλη καθώς επιτρέπει την κατηγοριοποίηση και την ανάλυση της εξειδικευμένης γνώσης που συλλέγεται από τη συνέντευξη με τους προνομιακούς συνομιλητές, εξασφαλίζοντας την ακρίβεια στα λεγόμενά τους.

Σύμφωνα με τις Braun & Clarke (2006), η θεματική ανάλυση είναι μια μέθοδος για τον εντοπισμό, την ανάλυση και την αναφορά θεμάτων (μοτίβων) μέσα στα δεδομένα. Περιλαμβάνει την εξέταση των δεδομένων που συλλέγονται (όπως απομαγνητοφωνήσεις - μετεγγραφές συνεντεύξεων, έρευνες κ.α.) και την κωδικοποίησή τους για να επισημανθούν σημαντικά ζητήματα ή θέματα. Αυτά τα θέματα στη συνέχεια αναλύονται και συνδέονται ξανά με το ερευνητικό ερώτημα.

Οι Nowell et al., (2017) επισημαίνουν ότι η θεματική ανάλυση είναι γνωστή για την ευελιξία και τη ευρεία χρήση της σε διάφορους κλάδους ενώ ο Boyatzis (1998) σημειώνει ότι επεξηγεί τα δεδομένα με μεγάλη ακρίβεια μέσω της ερμηνείας πολύπλοκων και διαφορετικών θεμάτων.

Σύμφωνα με τη μεθοδολογία της θεματικής ανάλυσης, μετά την επαναλαμβανόμενη ανάγνωση του μεταγραμμένου κειμένου της συνέντευξης, δημιουργείται η ανοικτή κωδικοποίηση η οποία στοχεύει στη δημιουργία μιας συνοπτικής περιγραφής για κάθε στοιχείο που περιγράφεται στο κείμενο. Στη συνέχεια, οι αρχικοί κώδικες ομαδοποιούνται σε πιθανά θέματα τα οποία εξετάζονται και βελτιώνονται. Τέλος, αναλύονται τα καθορισμένα θέματα προσφέροντας την λεπτομερή εικόνα των δεδομένων. Αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει μια ερμηνευτική και επαναληπτική προσέγγιση, επιτρέποντας μια βαθιά εξερεύνηση των υποκείμενων σημασιών και προτύπων εντός των ποιοτικών δεδομένων (Boyatzis, 1998, Joffe & Yardley, 2003)

### **13.2.1 Η θεματική ανάλυση στην ανάδειξη των κινητηρίων δυνάμεων στην περιοχή μελέτης**

Για την ανάδειξη των κινητηρίων δυνάμεων στην περιοχή μελέτης επιλέχθηκε, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, η θεματική ανάλυση. Η προσέγγιση αυτή είναι ιδιαίτερα κατάλληλη καθώς επιτρέπει την οργάνωση και ερμηνεία των δεδομένων που συλλέγονται μέσω της ημι-δομημένης συνέντευξης. Με τον τρόπο αυτό αποκαλύπτονται θέματα και μοτίβα που αντιπροσωπεύουν τις κινητήριες δυνάμεις όπως διατυπώνονται από τους προνομιακούς συνομιλητές

Ακολουθήθηκαν τα εξής βήματα:

Οι συνεντεύξεις, οι οποίες βασίζονται στο ερευνητικό πλαίσιο της διατριβής, μεταγράφηκαν με ακρίβεια. Στη συνέχεια, αφού διαβάστηκαν πολλές φορές, επισημάνθηκαν φράσεις-κλειδιά, ιδέες και έννοιες που σχετίζονται με τις κινητήριες δυνάμεις. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε μια αρχική κωδικοποίηση και ακολούθησε η αναγνώριση θεμάτων. Ακολούθως, ομαδοποιήθηκαν οι σχετικοί κωδικοί μαζί. Τέλος, μετά την επανεξέταση των κωδικών και των θεμάτων η ανάλυση καταλήγει στον προσδιορισμό των κινητηρίων δυνάμεων στην περιοχή μελέτης.

### **13.3 Ποιοτική Ανάλυση των ημι-δομημένων συνεντεύξεων των προνομιακών συνομιλητών**

Για τις ημι-δομημένες συνεντεύξεις επιλέχθηκαν εννέα (9) προνομιακοί συνομιλητές. Προκειμένου να προστατευτεί η ανωνυμία των προνομιακών συνομιλητών, όλα τα γένη εμφανίζονται ως αρσενικά. Στη συνέχεια αναλύονται οι απαντήσεις των προνομιακών συνομιλητών ανά ομάδα ερωτήσεων και θέμα. Νέα θέματα που αναδύθηκαν αναφέρονται και αναλύονται οι απαντήσεις των συνομιλητών.

#### **13.3.1 Το προφίλ των προνομιακών συνομιλητών**



Στον πίνακα 13.1 αναφέρεται η ιδιότητα και η απασχόληση των προνομιακών συνομιλητών.

**Πίνακας 13.1: Τα χαρακτηριστικά των προνομιακών συνομιλητών**

Συνομιλητής	Ιδιότητα/Απασχόληση/
Σ1	Μεσίτης. Μεσιτικό Γραφείο
Σ2	Μηχανικός στον Δ. Πατρέων. Δ/ση Πολεοδομικού - Κυκλοφοριακού Σχεδιασμού και Δόμησης
Σ3	Μηχανικός. Επιβλέπων Γενικών Πολεοδομικών Σχεδίων και Μελετών του Δ. Πατρέων και της ευρύτερης περιοχής
Σ4	Μηχανικός στον Δ. Πατρέων. Δ/ση Πολεοδομικού - Κυκλοφοριακού Σχεδιασμού και Δόμησης
Σ5	Αρχιτέκτων Μηχανικός- Πολεοδόμος. Ιδιώτης Μελετητής Πολεοδομίας-Χωροταξίας
Σ6	Μηχανικός Συγκοινωνιολόγος, Γεωπληροφορικός. Ιδιώτης Μελετητής κυκλοφοριακών και πολεοδομικών μελετών
Σ7	Γεωπόνος στο Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. Διεύθυνση Περιβάλλοντος Χωροταξίας & Κλιματικής Αλλαγής
Σ8	Καθηγητής Πανεπιστημίου Πατρών Α' βαθμίδας
Σ9	Καθηγητής Πανεπιστημίου Πατρών Α' βαθμίδας

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Οι προνομιακοί συνομιλητές προέρχονται από το δημόσιο τομέα, τον ιδιωτικό τομέα και τον πανεπιστημιακό χώρο. Η σύνθεση αυτή επιτρέπει μια πολύπλευρη εισροή γνώσεων στην ανάδειξη των κινητηρίων δυνάμεων, καθώς κάθε ομάδα συμβάλλει με την τεχνογνωσία και την εμπειρία της. Όλοι οι προνομιακοί συνομιλητές έχουν εργαστεί στο επαγγελματικό τους πεδίο για περισσότερο από τριάντα χρόνια και έχουν, πλην ενός, την έδρα τους στην Πάτρα. Οι προνομιακοί συνομιλητές του δημοσίου τομέα κατείχαν ή κατέχουν θέσεις ευθύνης σε επίπεδο Προϊσταμένου Τμήματος, Διευθυντή ή Γενικού Διευθυντή έχοντας άμεση σχέση με θέματα πολεοδομικού και κυκλοφοριακού σχεδιασμού καθώς και με θέματα μεγάλων έργων στην περιοχή μελέτης. Οι συνομιλητές δημόσιοι υπάλληλοι με έδρα την Πάτρα έχουν επίσης συμμετάσχει σε επιτροπές επίβλεψης μελετών Γενικών Πολεοδομικών Σχεδίων (Γ.Π.Σ) του Δήμου Πατρέων και της ευρύτερης περιοχής (τόσο του Γ.Π.Σ '86 όσο και του Γ.Π.Σ 2010) καθώς και πολεοδομικών μελετών, ενώ μετείχαν και μετέχουν ενεργά στην υλοποίηση του ΓΠΣ στην περιοχή μελέτης. Ένας από τους συνομιλητές δημόσιος υπάλληλος έχει ως αντικείμενο την γεωργική γη υψηλής παραγωγικότητας και διαθέτει μεγάλη εμπειρία στο νομικό πλαίσιο προστασίας και διαχείρισής της. Δύο προνομιακοί συνομιλητές του ιδιωτικού τομέα είναι μελετητές πολεοδομικών, χωροταξικών και κυκλοφοριακών μελετών έχοντας εκπονήσει πλήθος αντίστοιχων μελετών τόσο με αντικείμενο το Δήμο Πατρέων όσο και την ευρύτερη περιοχή, ένας δε από αυτούς έχει διατελέσει σύμβουλος του δημάρχου Πατρέων την περίοδο 2011-2014. Ένας ιδιώτης προνομιακός συνομιλητής είναι μεσίτης, ο οποίος δραστηριοποιείται στο χώρο του real estate στην περιοχή μελέτης επί σειρά ετών.

Τέλος, οι προνομιακοί συνομιλητές από τον πανεπιστημιακό χώρο είναι Καθηγητές Α' βαθμίδας στο Πανεπιστήμιο Πατρών έχοντας ως αντικείμενο τον σχεδιασμό του χώρου, τις εφαρμογές πολεοδομικού και χωροταξικού σχεδιασμού και την εξέλιξη του αστικού χώρου και του τοπίου.

### **13.3.2 Ομάδα ερωτήσεων Αστική Διάχυση:**

Η πρώτη ομάδα ερωτήσεων αφορά στην ανάδειξη της προβληματικής της αστικής διάχυσης και στις συνέπειές της, στα χαρακτηριστικά της και στην εστίαση της αστικής διάχυσης στην περιοχή μελέτης. Επίσης, συζητούνται η αστική διάχυση και οι αλλαγές στις χρήσεις γης στην αγροτική γη της περιοχής μελέτης.

Το σύνολο των προνομιακών συνομιλητών θεωρεί ότι η αστική διάχυση αποτελεί μείζον πρόβλημα της ελληνικής πόλης. Στο ερώτημα πως αντιλαμβάνονται την αστική διάχυση (ορισμός και χαρακτηριστικά) οι συνομιλητές έδωσαν απαντήσεις όπως «εξάπλωση της πόλης πέραν των ορίων της», «αστικοποίηση χωρίς κανόνες ή με χαλαρούς κανόνες οι οποίοι επιδέχονται ερμηνείας», «επέκταση στην περιφέρεια της πόλης», «επέκταση χωρίς κανόνες, πρόγραμμα και όραμα» ενώ ένας από τους ακαδημαϊκούς συνομιλητές κατονόμασε την αστική διάχυση ως ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα του ελληνικού αστικού χώρου ορίζοντας την αστική διάχυση ως «το φαινόμενο όπου οι πόλεις επεκτείνονται ανεξέλεγκτα, υπάρχει χαμηλή δόμηση και χαμηλές πληθυσμιακές πυκνότητες καθώς και χαμηλή ποιότητα αστικού περιβάλλοντος» αναγνωρίζοντας επίσης ότι η αστική διάχυση έχει συγκεκριμένο χωρικό πρότυπο. Ιδιώτης μελετητής προσέθεσε στα χαρακτηριστικά την οικιστική ανάπτυξη κατά μήκος των οδικών αξόνων και στη ακολούθως γύρω από τους οικιστικούς πυρήνες.

Στις συνέπειες της αστικής διάχυσης οι περισσότερες απαντήσεις αφορούν στο πρόβλημα σχεδιασμού και υλοποίησης του σχεδίου πόλης. Συγκεκριμένα, οι ιδιώτες μελετητές απάντησαν ότι προσπαθούν «να επέμβουν διορθωτικά σε περιοχές που διαμορφώθηκαν τυχαία», ιδιαίτερα στο οδικό δίκτυο αλλά και στην αστική υποδομή, στις κοινόχρηστες και κοινωφελείς χρήσεις. Την ίδια ακριβώς άποψη εξέφρασαν και οι τρεις από τους τέσσερεις συνομιλητές δημόσιοι υπάλληλοι σημειώνοντας «όταν αυξάνει πάρα πολύ η πόλη η διαχείριση είναι δυσκολότερη, δεν υπάρχουν κονδύλια για απαλλοτριώσεις και υλοποίηση του σχεδιασμού», «δημιουργούνται σημαντικές ελλείψεις σε τεχνικές υποδομές (οδικό δίκτυο, αποχέτευση, κοινόχρηστοι/κοινωφελείς χώροι», «Έχει δημιουργηθεί δαιδαλώδες οδικό δίκτυο, δεν τερματίζει πουθενά και υπάρχει μεγάλη έλλειψη κοινωνικού εξοπλισμού», «δεν μπορούμε να διαχειριστούμε την πόλη σε όλα τα επίπεδα: δρόμοι, κοινόχρηστοι χώροι. Υπάρχει άναρχη δόμηση. Δεν μπορούμε να υλοποιήσουμε δίκτυο όμβριων, ούτε πεζοδρόμια με σύγχρονες προδιαγραφές». Ένας από τους συνομιλητές δημόσιος υπάλληλος ανέφερε ως συνέπεια της αστικής διάχυσης την μείωση της αγροτικής γης και την κατάληψή της από κτισμένες επιφάνειες. Γενικότερη άποψη εξέφρασε ένας ακαδημαϊκός συνομιλητής αναφέροντας: «το αστικό τοπίο με το φυσικό τοπίο έχει μια σχέση που έχει αγνοηθεί. Δεν έχουμε αναγνωρίσει ότι η πόλη έχει μια ευρύτερη περιοχή γύρω από

το κέντρο. Δεν υπάρχει περιβαλλοντική συνείδηση, ούτε πολιτισμική συνείδηση. Γίνεται καταπάτηση των γεωργικών περιοχών. Υπάρχει άναρχη δόμηση και έλλειψη περιβαλλοντικού οράματος. Έχει χαθεί η διαλεκτική με το φυσικό τοπίο, υπάρχει έλλειψη πολεοδομικών κανόνων και ανεπάρκεια έργων υποδομής».

Στη συνέχεια, η συζήτηση εστιάστηκε στην ύπαρξη ή όχι αστικής διάχυσης στην περιοχή μελέτης. Ομόφωνα οι προνομιακοί συνομιλητές θεωρούν ότι η περιοχή μελέτης βρίσκεται σε αστική διάχυση. Συγκεκριμένα ελήφθησαν απαντήσεις όπως: «Σαφέστατα υπάρχει αστική διάχυση, τεράστια σε σχέση με τα μεγέθη της πόλης», «Υπάρχει αστική διάχυση, νομίζω περισσότερο στο βόρειο τμήμα», «Υπάρχει αστική διάχυση και είναι μεγάλο πρόβλημα για την πόλη», «Η Πάτρα υπόκειται σε διάχυση και υπάρχει μεγάλη αδιαφορία για το άμεσο περιβάλλον», «Η περιοχή μελέτης έχει πάρα πολύ μεγάλη διάχυση. Στο βόρειο κομμάτι η περιοχή του Καστελλόκαμπου που άλλαξε από Β' κατοικία σε Α'. Το ίδιο συνέβη και στο νότιο τμήμα γύρω από τις Ιτιές», «Η περιοχή μελέτης έχει αστική διάχυση. Αυτό φαίνεται από διαχρονικούς χάρτες, από προσωπική εμπειρία και από την ίδια τη μορφή του εγκεκριμένου σχεδίου πόλεως», «Και βέβαια υπάρχει αστική διάχυση», «Η αστική διάχυση είναι αυτή τη στιγμή το βασικότερο πρόβλημα της Πάτρας», «Υπάρχει αστική διάχυση και έχει προηγηθεί του πολεοδομικού σχεδιασμού»

Τέλος, στα ερωτήματα που αφορούν την ύπαρξη αστικής διάχυσης στις αγροτικές εκτάσεις της περιοχής μελέτης και στην μετατροπή γεωργικών εκτάσεων σε άλλες χρήσεις στην περιοχή μελέτης οι δύο από τους εννέα συνομιλητές δήλωσαν ότι δεν έχουν προσωπική αντίληψη. Οι υπόλοιποι επτά θεωρούν ότι υπάρχει αστική διάχυση στις αγροτικές εκτάσεις της περιοχής μελέτης. Για την σημερινή εικόνα της αστικής διάχυσης στην αγροτική γη ένας από τους ακαδημαϊκούς συνομιλητές δήλωσε: «Υπάρχει [αστική] διάχυση στις αγροτικές ζώνες. Η πόλη έχει εκτεταμένο αστικό ιστό και μεγάλο εγκεκριμένο σχέδιο πόλης. Οι γεωργικές περιοχές μετατράπηκαν σε αστικές. Στις νοτιοανατολικές πεδινές περιοχές έχουμε αστική διάχυση στις γεωργικές εκτάσεις», ενώ ένας ιδιώτης μελετητής εξηγεί: «Αυτές οι κατοικίες [στην αγροτική γη] δεν είναι ενταγμένες στο σχέδιο πόλης. Είναι διασκορπισμένες κατοικίες. Εξ' άλλου ο κλήρος είναι πολύ μικρός και οι καλλιέργειες έχουν μειωθεί στις περιοχές αυτές. Οι ιδιοκτήτες χτίζουν κατοικίες στη γη τους. Υπάρχουν υφιστάμενες ελιές... και ο άλλος φτιάχνει το σπίτι του». Οι συνομιλητές εστίασαν επίσης στο γεγονός ότι μέρος των αγροτικών εκτάσεων αστικοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια των τριανταεσσάρων ετών, κυρίως μέσω των αλλεπάλληλων εντάξεων περιοχών στο σχέδιο πόλης. Ένας από τους συνομιλητές δημόσιος υπάλληλος είπε: «Σε περιοχές των επεκτάσεων εντάχθηκε και γεωργική γη. Δεν απασχολούσε αν ήταν γεωργική γη ή όχι. Η γη αυτή οικοπεδοποιήθηκε» ενώ ένας άλλος συνομιλητής δημόσιος υπάλληλος συμπληρώνει για τη γεωργική γη που εντάχθηκε στο σχέδιο πόλης: «Τα κτήματα στην Εγλυκάδα εντάχθηκαν στο σχέδιο πόλης όταν τα προγραμματικά μεγέθη δεν δικαιολογούσαν τέτοιες εντάξεις». Για τις επεκτάσεις και την διάχυση στην αγροτική γη ένας από τους ακαδημαϊκούς συνομιλητές παρατήρησε: «Ναι, υπάρχουν αλλαγές στις χρήσεις γης στις αγροτικές εκτάσεις. Δεν αναγνωρίζουμε τα όρια, επεκτάσεις, οι επεκτάσεις θα πρέπει να γίνονται κατανοώντας τις ιδιαιτερότητες του χώρου. Το φυσικό περιβάλλον

δεν λήφθηκε υπόψη. Η αγροτική γη λειτουργεί σαν γλάστρα μέσα στην πόλη, δεν είναι οργανωμένη, έχει δομηθεί», ενώ ένας ιδιώτης μελετητής ερμηνεύει την απαξίωση της αγροτικής γης: «Η αγροτική γη εγκαταλείφθηκε και οικοπεδοποιήθηκε. Κάποια [αγροτεμάχια] εντάχθηκαν στο σχέδιο πόλης και οικοπεδοποιήθηκαν. Εγκαταλείφθηκαν γιατί οι κάτοικοι δεν ήταν αγρότες, ήταν για αυτούς παράλληλη απασχόληση». Ένας συνομιλητής δημόσιος υπάλληλος συμπληρώνει την εικόνα για περιοχές αγροτικού χαρακτήρα που εντάχθηκαν στο σχέδιο πόλης: «Ήταν αγροτικές ζώνες, έγιναν αλλαγές στις χρήσεις. Η Εγλυκάδα ήταν καθαρά αγροτική περιοχή, υπήρχε ένας μικρός πυρήνας οικισμού και τα σπίτια αγροτικά. Και η Περιβόλα. Καλλιεργούνται εκτάσεις ακόμα και μέσα στο σχέδιο πόλης. Έχουμε χαμηλό βαθμό υλοποίησης του σχεδίου πόλης, πολλά τυφλά τμήματα. Δεν παρουσιάζει εικόνα πόλης. Είναι ένα μεγάλο χωριό» ενώ άλλος δημόσιος υπάλληλος συνομιλητής σημειώνει: «Ήταν παραγωγικές περιοχές, πορτοκάλια, λεμόνια. Η Εγλυκάδα, η Περιβόλα, η Οβρυά. Στην Εγλυκάδα για παράδειγμα υπάρχουν ακόμα καλλιέργειες, δεν έχει υλοποιηθεί το σχέδιο πόλης, είναι εύφορη η Εγλυκάδα. Δεν είχαμε δυνατότητα υλοποίησης του σχεδίου πόλης εκεί. Ακυρώθηκαν οι κοινόχρηστοι χώροι γιατί δεν είχε χρήματα ο δήμος για απαλλοτριώσεις»

### **13.3.3 Ομάδα ερωτήσεων κινητήριες δυνάμεις**

Η δεύτερη ομάδα ερωτήσεων αφορά στην ανάδειξη των κινητηρίων δυνάμεων στην περιοχή μελέτης. Οι ενδεικτικές ερωτήσεις που παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο 6 σχεδιάστηκαν με τρόπο ώστε να εξυπηρετείται το ολοκληρωμένο πλαίσιο των κινητηρίων δυνάμεων κατά Bürgi et al.,(2004) και Hersperger & Bürgi, (2007) το οποίο αποτελεί και το πλαίσιο που χρησιμοποιεί η παρούσα διδακτορική διατριβή.

Πολιτικές κινητήριες δυνάμεις: Αρχικά διερευνώνται οι πολιτικές κινητήριες δυνάμεις της αστικής διάχυσης συμπεριλαμβανομένων των εργαλείων πολεοδομικού και χωροταξικού σχεδιασμού καθώς και η επιρροή των χωρικών περιφερειακών αναπτυξιακών πολιτικών οι οποίες συνέβαλαν ή εμπόδισαν την αστική διάχυση και την μετατροπή της αγροτικής γης σε αστική.

Στο ερώτημα για την ύπαρξη πολιτικών (πολεοδομικές, χωροταξικές, περιφερειακές, αγροτικές, μεταφορών, περιβαλλοντικές, οικονομικές ή άλλες) οι οποίες συντέλεσαν στην αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης, το σύνολο των προνομιακών συνομιλητών υπέδειξε την πολιτική του πολεοδομικού σχεδιασμού ως την κύρια κινητήρια δύναμη της αστικής διάχυσης. Επίσης, αρκετοί συνομιλητές ανέφεραν την πολιτική βούληση και τις πολιτικές παρεμβάσεις ως παράγοντα πρόσθετης πίεσης επί του σχεδιασμού και εν τέλει, διαστρέβλωση του. Οι απαντήσεις που ακολουθούν συμπεριλαμβάνουν και το ερώτημα για το εάν υπάρχουν συγκεκριμένα εργαλεία εφαρμογής πολεοδομικού ή/και χωροταξικού σχεδιασμού τα οποία συνέβαλαν στην αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης, καθώς οι προνομιακοί συνομιλητές απάντησαν στα δύο αυτά ερωτήματα συνδυαστικά.

Ένας συνομιλητής δημόσιος υπάλληλος ανέφερε: «Το εργαλείο ήταν το Γ.Π.Σ και ο Ν.1337/83, η εφαρμογή του νόμου. Ξεκινήσαμε μετά τις πολεοδομικές μελέτες, να γίνουν εντάξεις, να οργανωθούν οι οικισμοί. Υπήρχαν βέβαια και οι πολιτικές παρεμβάσεις, τοπικοί παράγοντες που πίεζαν. Προηγήθηκε η οικοδόμηση και μετά ήρθε ο σχεδιασμός. Δεν υπήρχαν τα εργαλεία, όλα εκ των υστέρων. Ακόμα και σε περιοχές που δεν υπήρχε Γ.Π.Σ έβγαιναν διατάξεις που έδιναν τη δυνατότητα να γίνει η πολεοδομική μελέτη, να εγκριθεί, να χτίσει κάποιος χωρίς Γ.Π.Σ. Βέβαια έχουμε και την εκτός σχεδίου δόμηση. Και την παρόδια δόμηση. Το ισχύον θεσμικό πλαίσιο επιτρέπει την αστική διάχυση». Άλλος συνομιλητής δημόσιος υπάλληλος συναινεί: «Η επέκταση του σχεδίου πόλης συνετέλεσε στη διάχυση. Οι επεκτάσεις έβαλαν χαμηλό συντελεστή, χαμηλά ύψη. Μπήκαν πολλές εκτάσεις στο σχέδιο πόλης με το παλιό Γ.Π.Σ. Υπήρχαν πιέσεις να μπου πολλές περιοχές στο σχέδιο πόλης. Όταν το νέο Γ.Π.Σ [2010] δεν πρότεινε νέες επεκτάσεις υπήρχαν αντιδράσεις. Βέβαια, εκτός από την επέκταση του σχεδίου πόλης στην αστική διάχυση συνετέλεσε πάρα πολύ και το εργαλείο της εκτός σχεδίου δόμησης και της παρόδιας δόμησης». Ιδιώτης μελετητής αναφέρει επίσης: «Υπήρξαν οι πολιτικές αποφάσεις το 1985-1986 να επεκταθεί το σχέδιο πόλης. Έγινε τεράστια επέκταση χωρίς να υπάρχει [αστική] πίεση. Πύκνωση υπήρχε μόνο γύρω από τους παλιούς οικισμούς. Φταίει η πολεοδομική πολιτική. Δεν υπήρξε ένας σχεδιασμός για τις πραγματικές ανάγκες», ενώ άλλος ιδιώτης μελετητής συμπληρώνει: «Χαλαρότητα στους όρους δόμησης, χαλαρότητα γενικά του θεσμικού πλαισίου. Η εκτός σχεδίου δόμηση δημιούργησε τεράστια διάχυση». Όμοια άποψη εκφέρει συνομιλητής δημόσιος υπάλληλος: «Το εργαλείο ήταν το σχέδιο πόλης και η εφαρμογή του. Επίσης η νομοθεσία για την εκτός σχεδίου δόμηση. Οι παρεκκλίσεις που έδινε είτε με τις ζώνες οικισμών 500μ. είτε με την παρόδια δόμηση. Η δημιουργία των κυρίων δημοτικών οδών, ουσιαστικά «δείχνει» τα σημεία που μπορείς να οικοδομήσεις. Χωρίς σχέδιο πόλης χτίζεις γύρω-γύρω από το δίκτυο δημιουργώντας αστικοποίηση. Μετά έμενε το εσωτερικό που δεν μπορείς να το διαχειριστείς. Οι πολιτικοί ενδίδουν στις πιέσεις των ιδιοκτητών. Όλοι θέλουν να οικοδομούν». Ακαδημαϊκός συνομιλητής συμπληρώνει: «Είναι θέμα πολιτικής. Δεν υπάρχει αυστηρή στρατηγική. Παντού υπάρχουν ανοικτά παράθυρα. Το θέμα της κατοικίας είναι ευαίσθητο, έχουμε και την εκτός σχεδίου δόμηση. Όλα ξεκινάνε από τις κεντρικές πολιτικές» ενώ άλλος ακαδημαϊκός συνομιλητής ολοκληρώνει: «Υπάρχει το θεσμικό πλαίσιο που αντανακλά τις κοινωνικές πιέσεις. Το ένα θέμα είναι η ίδια η νομοθεσία για την εκτός σχεδίου και την παρόδια δόμηση και το άλλο είναι τα κοινωνικά πρότυπα. Πάμε στα προάστεια».

Στο ερώτημα για πολιτικές που επίσης συνετέλεσαν ή συντελούν στην αστική διάχυση μεταξύ των οποίων και η πολιτική για τα μεγάλα αναπτυξιακά έργα, δύο προνομιακοί συνομιλητές ανέφεραν την πολιτική των μεταφορών με πολύ μικρότερη συμβολή. Συνομιλητής δημόσιος υπάλληλος ανέφερε: «Οι πολιτικές των μεταφορών έχουν επίσης συμβολή στην αστική διάχυση, αν και πολύ μικρότερη. Ο σχεδιασμός γίνεται μόνο για τα αυτοκίνητα. Τα μεγάλα οδικά έργα όπως η παράκαμψη τεμαχίζουν το περιβάλλον» ενώ ακαδημαϊκός συνομιλητής συμπλήρωσε: «Η περιμετρική είναι φράχτης. Ο φράχτης δίνει το κίνητρο να τον φτάσεις και μετά, να τον περάσεις».

Στο ερώτημα εάν υπάρχουν συγκεκριμένα εργαλεία εφαρμογής πολεοδομικού ή/και χωροταξικού σχεδιασμού τα οποία συνέβαλαν στον περιορισμό/συγκράτηση της αστικής διάχυσης ή στον περιορισμό/συγκράτηση της αλλαγής χρήσεων γης, κυρίως στον περιορισμό μετατροπής γεωργικής γης σε αστική, πέντε προνομιακοί συνομιλητές απάντησαν αρνητικά, τρεις θετικά ενώ ένας συνομιλητής δεν εξέφρασε γνώμη. Οι απαντήσεις των συνομιλητών που απάντησαν αρνητικά συνοψίζονται ως: «Δεν υπάρχει πολιτική που να αποθαρρύνει τη διάχυση». Ένας συνομιλητής δημόσιος υπάλληλος είπε: «Δεν υπάρχει πολιτική για τον περιορισμό της μετατροπής της γεωργικής γης σε αστική. Από τη μια υπάρχει το σχέδιο πόλης που μπορεί να υποδεχτεί πολλαπλάσιο πληθυσμό του υπάρχοντος ενώ από την άλλη έχουμε σημαντική εκτός σχεδίου δόμηση», ενώ άλλος συνομιλητής δημόσιος υπάλληλος ανέφερε: «Υπάρχει απουσία πολιτικής για τη διάχυση. Η ιδιοκτησία προστατεύεται πάνω από το περιβάλλον και πάνω από τις γεωργικές εκτάσεις». Οι συνομιλητές που απάντησαν θετικά, βλέπουν στα Γ.Π.Σ τον μελλοντικό ρόλο της προστασίας της αγροτικής γης. Σημαντική σε αυτήν την κατεύθυνση είναι η απάντηση συνομιλητή δημοσίου υπαλλήλου ειδικού σε θέματα προστασίας της γεωργικής γης υψηλής παραγωγικότητας: «Μόνο μέσα από τα Γ.Π.Σ μπορεί να προστατευτεί η αγροτική γη όλων των κατηγοριών. Πρέπει να γίνει επέκταση του σχεδιασμού σε αυτή την κατεύθυνση», ενώ ιδιώτης μελετητής ανέφερε: «Θα πρέπει να αναθεωρηθούν τα Γ.Π.Σ για να χειριστούν τέτοια θέματα. Να θέτει [το Γ.Π.Σ.] τις χρήσεις, τους όρους για την προστασία της γεωργικής γης. Με τι προϋποθέσεις; να υπάρξει πολιτική βούληση».

Στο ερώτημα εάν υπάρχουν πολιτικές που συμβάλλουν στην μετατροπή των γεωργικών εκτάσεων σε αστικές, οι συνομιλητές ανέφεραν τον πολεοδομικό σχεδιασμό, την εκτός σχεδίου δόμηση και την παρόδια δόμηση. Για τη γεωργική γη, συνομιλητής δημόσιος υπάλληλος ανέφερε: «Στις εντάξεις του Γ.Π.Σ '86 στόχος ήταν επίσης η τακτοποίηση των οικισμών. Μπήκαν μαζί εκτάσεις και αυτό συμπάρεσυρε και τον ενδιάμεσο αγροτικό χώρο», ενώ την ίδια άποψη εκφράζει και ιδιώτης μελετητής: «Οι μεγάλες οριοθετήσεις οικισμών του Γ.Π.Σ '86 ενέταξαν και γεωργικές εκτάσεις. Σε αυτό οφείλεται η απώλεια αρκετής γεωργικής γης. Στη συνέχεια, η φθηνότερη γη στην περιφέρεια οδήγησε στην οικοπεδοποίησή τους». Για τις εξωτερικές πιέσεις να ενταχθούν γεωργικές γαίες στο σχέδιο πόλης αναφέρθηκε συνομιλητής δημόσιος υπάλληλος: «Θέλαμε κάποιες περιοχές να μείνουν γεωργικές, αλλά με πιέσεις μπήκαν στο σχέδιο». Ακαδημαϊκός συνομιλητής εξηγεί τη διαδικασία έκπτωσης της αγροτικής γης: «Η μετατροπή δεν γίνεται από τη μια στιγμή στην άλλη. Έχουμε βέβαια και τέτοια φαινόμενα, αλλά δεν είναι ο κανόνας. Υπάρχει μια μετάβαση, μια σταδιακή μετατροπή. Πρώτα η γη αυτή γίνεται αστικό απόθεμα, δηλαδή υποβαθμισμένα οικόπεδα ως αποθήκες ή ως μικτές χρήσεις. Η κατάτμηση επιτρέπεται στα γεωργικά τεμάχια, όπως και η εκτός σχεδίου δόμηση οπότε συντελείται η αλλαγή».

Οικονομικές κινητήριες δυνάμεις: Διερευνώνται οι δραστηριότητες που δυνητικά τροφοδότησαν την αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης συμπεριλαμβανομένης της επίδρασης των μεταφορικών υποδομών μεγάλης κλίμακας στην αστική διάχυση. Επίσης, αξιολογούνται οι επιπτώσεις αυτών των δραστηριοτήτων στην αγροτική γη.

Στο ερώτημα εάν κάποιες δραστηριότητες όπως το εμπόριο, οι υπηρεσίες ή η βιομηχανία/βιοτεχνία βοήθησαν την αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης πέντε προνομιακοί συνομιλητές απάντησαν θετικά ενώ τέσσερις συνομιλητές δεν εξέφρασαν γνώμη. Οι συνομιλητές υπέδειξαν πρωτίστως τον υφιστάμενο χώρο ΒΙΟΠΑ και την βιομηχανική ζώνη στο νότιο τμήμα της περιοχής μελέτης. Ένας συνομιλητής ιδιώτης μελετητής δήλωσε: «Η διάχυση σε εκείνες τις περιοχές είχε ξεκινήσει από παλιά. Γύρω από τα εργοστάσια χτίζονταν κατοικίες για τους εργάτες. Μέχρι το '90 γινόταν αυτό. Επίσης και σήμερα γύρω από το ΒΙΟΠΑ πηγαίνουν χρήσεις συνοδές του ΒΙΟΠΑ» ενώ ένας συνομιλητής δημόσιος υπάλληλος προσέθεσε για τη διάχυση: «Παρόλο που οι σύγχρονες ανάγκες καλύπτονται από το ΒΙΟΠΑ υπάρχουν επιχειρήσεις που οικοδομούν στην εκτός σχεδίου -παρεκκλίσεις για παραγωγικές δραστηριότητες ή τοπικά ρυμοτομικά». Ένας ακαδημαϊκός συνομιλητής συμπλήρωσε την εικόνα: «Επειδή υπάρχει σχετικά ανεπαρκής χώρος για αποθήκευση ή logistics, οι ανάγκες αυτές πηγαίνουν στις παρυφές της πόλης». Στη συνέχεια, οι συνομιλητές αναφέρθηκαν στο θέμα των εμπορικών δραστηριοτήτων και ιδιαίτερα στη μόδα των υπεραγορών. Ένας συνομιλητής ιδιώτης μελετητής δήλωσε: «Αγαθά πηγαίνουν σε νέα κέντρα ή όπου υπάρχει οικιστικός πυρήνας», ενώ συνομιλητής δημόσιος υπάλληλος ανέφερε: «Οι υπεραγορές που τοποθετήθηκαν περιμετρικά στην πόλη δημιουργούν έλξη». Άλλος συνομιλητής ιδιώτης μελετητής είπε: «Οι υπεραγορές είναι πόλοι έλξης για μικροεπιχειρηματικές δραστηριότητες». Στο ερώτημα αν αυτές οι δραστηριότητες έχουν κάποιες ιδιαίτερες επιπτώσεις στην αγροτική γη την απάντηση δίνει ακαδημαϊκός συνομιλητής: «Βέβαια έχουν επιπτώσεις στην αγροτική γη. Δραστηριότητες και εκτός της κατοικίας διαλέγουν την αγροτική γη επειδή η αξία γης είναι χαμηλή και επειδή υπάρχει έλλειψη προστασίας της γεωργικής γης».

Στο ερώτημα εάν η παρουσία μεγάλων έργων μεταφορικών υποδομών (δρόμοι, αυτοκινητόδρομοι, λιμάνι, κόμβοι) έχει επηρεάσει την αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης, όλοι οι προνομιακοί συνομιλητές απάντησαν θετικά. Για τον τρόπο με τον οποίο οι εξελίξεις στις αναπτυξιακές υποδομές επηρεάζουν την αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης συνομιλητής δημόσιος υπάλληλος δήλωσε: «τα καινούργια δίκτυα ελέγχουν ουσιαστικά την περιφερειακή γη και έλκουν τη διάχυση», ενώ ένας άλλος συνομιλητής δημόσιος υπάλληλος ανέφερε: «Οι κάτοικοι έχουν τώρα την περιμετρική, τους κόμβους και τα νέα δίκτυα να μετακινηθούν, να ζουν στην περιφέρεια και να δουλεύουν οπουδήποτε, να κάνουν commuting. Τα δίκτυα βοήθησαν στην προαστικοποίηση». Ιδιώτης συνομιλητής του real estate σχολίασε: «Η περιμετρική έχει βοηθήσει πολύ τη μετακίνηση, αλλά και τα άλλα νέα δίκτυα που πάνε ανατολικά. Υπάρχουν νέες οικοδομές εκεί» ενώ συνομιλητής ιδιώτης μελετητής ήταν κατηγορηματικός: «Τα οδικά δίκτυα είναι μεγάλα έργα. Οι άξονες που οδηγούν στην περιμετρική είναι άξονες διάχυσης». Αναλυτικός είναι ακαδημαϊκός συνομιλητής: «Οι δρόμοι συντελούν στην αύξηση της δόμησης και στην αστική διάχυση. Η περιμετρική δεν επιτρέπει την παρόδια δόμηση, όμως οι βοηθητικοί δρόμοι συμβάλλουν στη διάχυση. Θα έλεγα ότι το χαρακτηριστικό της περιμετρικής είναι ότι έφερε το νότο στο βορρά. Σύμφωνα με τη θεωρία ότι το πολεοδομικό κέντρο βάρους μετακινείται προς την περιοχή εκείνη που υπάρχει μια ισχυρότερη πόλη με οικονομική σχέση, η Αθήνα δηλαδή, το βόρειο κομμάτι της περιοχής μελέτης είναι πιο αναπτυγμένο. Όμως η

περιμετρική έκανε άμεσα προσβάσιμη και τη νότια περιοχή. Έτσι αναπτύσσονται και οι πεδινές περιοχές, γίνονται ελκυστικότερες και πιο ευάλωτες στην αστική διάχυση». Στο ρόλο της περιμετρικής ως το νέο όριο της πόλης αναφέρθηκε άλλος ακαδημαϊκός συνομιλητής: «Η περιμετρική βοηθά την αστική διάχυση. Είναι το νέο όριο της πόλης. Θεωρητικά κατασκευάστηκε για να αποφύγει κάποιος την Πάτρα. Τα όρια όμως [του σχεδίου πόλης] δεν υπάρχουν πιά. Δεν είναι ξεκάθαρο ποιος είναι ο περιαστικός χώρος. Έχουμε επιτρέψει να μεταλλάσσονται οι περιοχές. Συνεπώς, λόγω διάχυσης, όλη η πόλη τείνει στην περιμετρική. Επίσης διχάζει. Είναι σκληρό όριο».

Τέλος στο ερώτημα για το εάν υπάρχουν άλλα μεγάλα έργα υποδομής -εκτός των προαναφερθέντων- που διευκόλυναν την αστική διάχυση και την αλλαγή των χρήσεων γης στην περιοχή μελέτης οι προνομιακοί συνομιλητές απάντησαν αρνητικά.

Πολιτιστικές κινητήριες δυνάμεις: Διερευνάται η σχέση μεταξύ δημογραφικών παραγόντων/παραγόντων του τρόπου ζωής (τάσεις και επιθυμίες) και της αστικής διάχυσης στην περιοχή μελέτης. Επίσης αποσαφηνίζεται η αλληλεπίδραση μεταξύ της δυναμικής του πληθυσμού, των προσωπικών τάσεων και της χωρικής εξέλιξης της περιοχής μελέτης.

Στο ερώτημα εάν η πληθυσμιακή αύξηση επηρεάζει την αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης έξι προνομιακοί συνομιλητές απάντησαν θετικά, ένας συνομιλητής απάντησε αρνητικά και δύο συνομιλητές δεν εξέφρασαν γνώμη. Από τους έξι συνομιλητές που απάντησαν θετικά, οι πέντε θεωρούν ότι η πληθυσμιακή αύξηση έπαιξε σημαντικό ρόλο και ένας θεωρεί ότι έπαιξε μεσαίο ρόλο. Συνομιλητής ιδιώτης μελετητής διευκρινίζει: «Ναι, η πληθυσμιακή αύξηση έπαιξε σημαντικό ρόλο στη διάχυση και η αναζήτηση στέγης είναι σημαντική», ενώ ο συνομιλητής δημόσιος υπάλληλος που θεωρεί ότι η πληθυσμιακή αύξηση έπαιξε μεσαίο ρόλο δήλωσε: «Η αύξηση του πληθυσμού έπαιξε μεσαίο ρόλο. Περισσότερο ήταν οικονομικοί λόγοι. Οι κάτοικοι ήθελαν φτηνή γη ή να πάνε μακριά και πήγαν στην εκτός σχεδίου περιοχή». Ο συνομιλητής δημόσιος υπάλληλος που εκφράστηκε αρνητικά για το ρόλο της πληθυσμιακής αύξησης στην αστική διάχυση υποστήριξε: «Η πληθυσμιακή αύξηση δεν έπαιξε ρόλο στη διάχυση. Δεν είναι ότι γέμισε το σχέδιο πόλης της Πάτρας». Τη σχέση μεταξύ πληθυσμιακής αύξησης και χωρικής εξέλιξης της περιοχής μελέτης έθιξε άλλος συνομιλητής δημόσιος υπάλληλος: «Η πληθυσμιακή αύξηση έπαιξε ρόλο στη διάχυση. Ο καλλικρατικός δήμος είναι σαν να νομιμοποίησε τη διάχυση. Μεγάλωσαν τα όρια της πόλης»

Το επόμενο ερώτημα αναφορικά με το εάν η ζήτηση για κατοικία και ο τρόπος ζωής, οι τάσεις και οι επιθυμίες (πχ αναζήτηση πρασίνου, μονοκατοικία) και η βελτίωση των όρων ζωής (π.χ. αυτοκίνητο) επηρεάζουν την αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης απαντήθηκε ομόφωνα και θετικά από όλους τους προνομιακούς συνομιλητές. Συνομιλητής δημόσιος υπάλληλος δήλωσε: «Είναι θέμα νοοτροπίας. Ζητάνε να πάνε μακριά από το κέντρο, είναι κοινωνικοί και προσωπικοί λόγοι. Η εργασία παίζει ρόλο στην επιλογή», ενώ ιδιώτης συνομιλητής με γνώση στο real estate είπε: «Κτίζονται πολλές μονοκατοικίες όλο και μακρύτερα από το κέντρο. Είναι ωραίο το περιβάλλον,



έχει καλές προσβάσεις. Αρέσει το βόρειο τμήμα πιο πολύ. Ζητάνε πράσινο, έχουν όμως σχέση με το κέντρο. Μετακινούνται στο κέντρο, φυσικά όλοι με το αυτοκίνητο». Στο ίδιο ύφος συνομιλητής ιδιώτης μελετητής συμπληρώνει: «Θέλουν να φύγουν από την περιοχή του σκληρού κέντρου και να πάνε προς τα έξω. Δεν θέλουν την πολυκατοικία, θέλουν περισσότερο χώρο». Άλλος συνομιλητής ιδιώτης μελετητής προσθέτει: «Είναι και ιστορικοί λόγοι. Το βόρειο κομμάτι είχε περιοχές Β' κατοικίας που έχουν γίνει Α' κατοικίας. Οι πλούσιοι ήθελαν να κατοικούν μακριά από το κέντρο, να χτίζουν εκτός». Για πλασματικές επιθυμίες μίλησαν τρεις συνομιλητές. Ακαδημαϊκός συνομιλητής ανέφερε: «Η επιθυμία είναι κατευθυνόμενη, έχουν πειστεί ότι το να ζήσουν κοντά στο πράσινο μακριά από την πόλη είναι ωραίο. Μετά διαπιστώνουν ότι το σχολείο είναι μακριά ή η δουλειά είναι μακριά». Συνομιλητής δημόσιος υπάλληλος συμπληρώνει: «Όλο αυτό αποτελεί απόρροια μεγαλύτερης οικονομικής ευχέρειας. Είναι μόδα να πηγαίνουν έξω, Παίρνουν ένα δάνειο - η εύκολη χρηματοδότηση στα δάνεια δημιούργησε ευνοϊκό πλαίσιο για μετεγκατάσταση - φεύγουν, έχουν αυτονομία και ανεξαρτησία. Μετά βέβαια δημιουργείται πρόβλημα γιατί πρέπει να μπουκ στην πόλη για δουλειά, δραστηριότητες ή φροντιστήρια. Οι περιοχές αυτές έχουν έλλειμα άλλων υποδομών πλην της κατοικίας. Κάποιες περιοχές δεν έχουν ακόμα κοινωνική υποδομή ή σχολεία». Τέλος, ακαδημαϊκός συνομιλητής ολοκληρώνει την εικόνα: «Βέβαια, η ζήτηση για κατοικία και ο τρόπος ζωής, οι τάσεις και οι επιθυμίες παίζουν σημαντικό ρόλο στην αστική διάχυση. Θέλουν τα προάστεια. Όμως μεταφέρουν τους ίδιους όρους και στα προάστεια. Δηλαδή δημιουργείται μια μικρή πόλη και εκεί. Εννοώ ότι οι όροι δόμησης είναι υψηλότεροι από αυτούς που θα έπρεπε, ακόμα και αν μοιάζουν χαμηλοί».

Ομοφωνία υπήρξε και στην ερώτηση για το ποιες ηλικίες επιλέγουν να κατοικήσουν σε περιαστικές περιοχές. Όλοι οι συνομιλητές ανέφεραν ηλικίες από τριανταπέντε και πάνω πιθανόν με μικρά παιδιά, ενώ ορισμένοι επεσήμαναν ότι μεγαλύτερες ηλικίες που ζουν εκεί ίσως να επιθυμούν την επιστροφή τους σε περισσότερο πολεοδομικά οργανωμένες περιοχές.

Τέλος το ερώτημα εάν η ζήτηση για κατοικία και ο τρόπος ζωής επηρεάζουν την αστική διάχυση στην αγροτική γη της περιοχής μελέτης απαντήθηκε από τέσσερις συνομιλητές θετικά ενώ πέντε συνομιλητές δεν εξέφρασαν γνώμη. Από όσους απάντησαν θετικά, ένας συνομιλητής δημόσιος υπάλληλος δήλωσε: «Η αγροτική γη που είναι εντός σχεδίου αστικοποιήθηκε μέσω του σχεδίου πόλης. Είναι ελκυστικά εκεί, γιατί έχει υλοποιηθεί το οδικό δίκτυο, έχουμε σχολεία, αστικό και κοινωνικό εξοπλισμό. Στις αγροτικές περιοχές εκτός σχεδίου το σημαντικό είναι η ιδιοκτησία. Η προσωπική περιουσία. Και φυσικά η δυνατότητα να χτίσω και μπορώ να χτίσω, αφού ουσιαστικά επιτρέπεται παντού». Άλλος συνομιλητής ιδιώτης μελετητής ανέφερε ότι η χαμηλή αξία γης των αγροτικών γαιών τις καθιστά ελκυστικές για κατοικία, ενώ συνομιλητής δημόσιος υπάλληλος αναφέρει για την εκτός σχεδίου αγροτική γη και τη ζήτηση για κατοικία: «Χτίζουν, αλλά όχι βιλάρες. Κυρίως είναι γηγενείς. Γονείς, παιδιά, τα παιδιά των παιδιών. Η ιδιοκτησία εκεί είναι μικρή». Τέλος, συνομιλητής δημόσιος υπάλληλος δήλωσε: «Οι αγροτική γη όταν δεν είναι εντατική εγκαταλείπεται, οι πατρικές γαίες κτίζονται. Ορισμένοι [κάτοικοι] είναι ερασιτέχνες αγρότες».

Τεχνολογικές κινητήριες δυνάμεις: Η ομάδα των ερωτήσεων διερευνά την επίδραση της προσβασιμότητας στην αστική διάχυση της περιοχής μελέτης. Συγκεκριμένα, διερευνάται η σχέση μεταξύ της προσβασιμότητας, της μεταφορικής υποδομής και της επικρατούσας εξάρτησης από το αυτοκίνητο, με στόχο την ανάδειξη της δυναμικής αστικής διάχυσης - προσβασιμότητας.

Στο ερώτημα εάν η απόσταση από υπηρεσίες ή/και αγαθά συμβάλλει στην αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης, οι προνομιακοί συνομιλητές πλην ενός απάντησαν θετικά: «Εμπορική δραστηριότητα περιμετρικά ευνοεί τη διάχυση», δήλωσαν. Επίσης, τέσσερεις από τους εννέα συνομιλητές τόνισαν ότι η Πάτρα είναι μονοκεντρική πόλη και ότι παρόλο που το Γ.Π.Σ 2010 δημιουργεί περιφερειακά κέντρα, αυτά δεν έχουν ακόμα αναλάβει πλήρως το ρόλο τους. Χαρακτηριστική απάντηση σε αυτό έδωσε συνομιλητής δημόσιος υπάλληλος: «Οι κάτοικοι πηγαίνουν προς το κέντρο για τη δουλειά τους, η πόλη είναι μονοκεντρική. Το Γ.Π.Σ είδε ότι δεν μπορεί να υπάρξει αυτή η συσσώρευση και πρότεινε άλλα κέντρα. Δεν έχουν υλοποιηθεί. Οι οικονομικές συγκυρίες το μπλοκάραν αυτό». Ενώ για το ρόλο των υπεραγορών που βρίσκονται περιμετρικά της περιοχής μελέτης αναφέρθηκαν δύο συνομιλητές δημόσιοι υπάλληλοι: «Αρκετοί κάτοικοι πηγαίνουν στις υπεραγορές που έχουν τοποθετηθεί κεντροβαρικά. Για τις υπηρεσίες βέβαια, πηγαίνουν στο κέντρο». Αναλυτικότερη απάντηση έδωσε συνομιλητής δημόσιος υπάλληλος: «Η απόσταση από υπηρεσίες ή/και αγαθά έπαιξε ρόλο στη διάχυση. Οι περισσότερες δραστηριότητες παραμένουν στο κέντρο λόγω του λιμανιού. Το κέντρο αποτελεί πόλο έλξης. Η μεταφορική υποδομή φέρνει κοντά τους κατοίκους με το χώρο εργασίας, ταξιδεύουν όμως στο κέντρο για αγορές, η Πάτρα είναι μονοκεντρική πόλη. Και όλο αυτό γίνεται μέσω του αυτοκινήτου». Για τη στενή σχέση μεταξύ υπηρεσιών και μετακινήσεων μέσω αυτοκινήτου αναφέρθηκαν άλλοι δύο συνομιλητές. Ιδιώτης μελετητής συνομιλητής είπε: «Υπάρχει κινητικότητα [για υπηρεσίες και αγαθά], αλλά όλοι μετακινούνται με το αυτοκίνητο», ενώ ακαδημαϊκός συνομιλητής συμπλήρωσε: «Όλοι είναι αυτοκινούμενοι. Το να είναι κοντά σε υπηρεσίες και αγαθά δεν είναι προϋπόθεση. Μόνο τα σχολεία αποτελούν εξαίρεση». Ένας προνομιακός συνομιλητής δεν εξέφρασε γνώμη.

Η σχέση μεταφορικής υποδομής και αστικής διάχυσης εξειδικεύεται περαιτέρω σε αυτήν την ενότητα που αφορά στο σύνολο του οδικού δικτύου και όχι μόνο στα μεγάλα έργα μεταφορικής υποδομής. Οι προνομιακοί συνομιλητές ομόφωνα θεωρούν ότι το οδικό δίκτυο επηρεάζει την αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης δημιουργώντας έναν φαύλο κύκλο. Πιο συγκεκριμένα, οι συνομιλητές αναφέρθηκαν στα προβλήματα του οδικού δικτύου και στην οικοδόμηση, η οποία προηγήθηκε του οδικού δικτύου. Στη συνέχεια, η υλοποίηση του δικτύου επιφέρει νέα αύξηση στην κτισμένη επιφάνεια. Ένας συνομιλητής δημόσιος υπάλληλος αναφέρει: «Ιδιαίτερα στις περιαστικές περιοχές το οδικό δίκτυο είναι ατελές, έχει πολλές αυθαιρεσίες και τυφλούς κλάδους. Ποτέ δεν ελέγχθηκαν με τη δέουσα προσοχή οι οικοδομικές άδειες στον περιαστικό χώρο με αποτέλεσμα οι δρόμοι να μην είναι διαμορφωμένοι σωστά. Οι δρόμοι έγιναν μετά. Όσοι επέλεξαν να πάνε εκεί έχουν θέματα προσβασιμότητας αλλά και θέματα κοινωνικής υποδομής» ενώ συνομιλητής ιδιώτης μελετητής συμπληρώνει: «Οι

κυκλοφοριακές συνθήκες είναι δύσκολες. Η δημιουργία νέων αξόνων βέβαια έπαιξε ρόλο [στη διάχυση]. Οι δρόμοι οδηγούν και προς τα έξω. Η πόλη όμως είχε ήδη αναπτυχθεί. Τα οδικά δίκτυα ολοκληρωθήκαν μετά. Και η πόλη συνεχίζει να αυξάνει προς τα έξω». Στο ίδιο πνεύμα, με έμφαση στα νέα δίκτυα ένας συνομιλητής δημόσιος υπάλληλος σημειώνει: «Πρώτα χτίστηκαν οικοδομές και μετά κατασκευάστηκαν τα δίκτυα. Κάποιοι άξονες έλυσαν προβλήματα όπως η οδός Ελ. Βενιζέλου που συνδέει την δύση με την ανατολή. Βοήθησαν να αναπτυχθεί ανατολικά η πόλη έξω από το όριο της». Στη σχέση οδικού δικτύου, αστικής διάχυσης και πολιτικής αναφέρεται ένας ακαδημαϊκός συνομιλητής και ένας συνομιλητής δημόσιος υπάλληλος. Ο ακαδημαϊκός συνομιλητής αναφέρει: «Το κύριο πολεοδομικό εργαλείο που διαθέτουμε είναι ο σχεδιασμός των δρόμων πρωτίστως και δευτερευόντως των πλατειών. Με δεδομένο ότι η δημόσια ή η δημοτική γη είναι περιορισμένη, το δεύτερο είναι δύσκολο ιδιαίτερα στην Πάτρα, όπως τις προβλέπει το σχέδιο πόλης. Χάνονται χώροι επειδή ο δήμος δεν κατάφερε οικονομικά να τους εξασφαλίσει. Υπάρχει επίσης το εργαλείο του χαρακτηρισμού των δρόμων. Όμως πρώτα γίνεται η δόμηση, σιγά σιγά δημιουργείται ο αστικός ιστός και μετά έρχεται το σχέδιο πόλης να εντάξει αυτές τις περιοχές» ενώ ο συνομιλητής δημόσιος υπάλληλος προσθέτει: «Στα κενά, εκεί που δεν υπήρχε σχέδιο πόλης, υπήρχε παρόδια δόμηση ως εκτός σχεδίου δόμηση. Πολλοί δρόμοι χαρακτηρίστηκαν ως κύριοι δημοτικοί δρόμοι χωρίς να έχουν αυτά τα χαρακτηριστικά και χτίστηκαν παρόδια».

Τέλος, στα ερωτήματα που αφορούν στον βαθμό εξάρτησης από το αυτοκίνητο στην περιοχή μελέτης και στην ενδεχόμενη πρόσθετη χρήση του αυτοκινήτου λόγω της υφιστάμενης κατάστασης των συγκοινωνιών οι προνομιακοί συνομιλητές στο σύνολό τους θεωρούν ότι η εξάρτηση της περιοχής μελέτης από το αυτοκίνητο είναι εξαιρετικά ισχυρή ενώ η υφιστάμενη κατάσταση των συγκοινωνιών ενθαρρύνει την περαιτέρω χρήση του αυτοκινήτου. Από τις απαντήσεις που δόθηκαν χαρακτηριστικά σημειώνονται: «Η πόλη στηρίζεται στο ιδιωτικό αυτοκίνητο για μετακίνηση», «οι μετακινήσεις γίνονται με ιδιωτικό αυτοκίνητο, κάθε οικογένεια έχει περισσότερο από ένα», «υπάρχει μεγάλη εξάρτηση από το αυτοκίνητο, η συγκοινωνία δεν ενδιαφέρει τους κατοίκους, έχει μειωθεί η χρήση της αλλά και η πυκνότητα των δρομολογίων». Ένας συνομιλητής δημόσιος υπάλληλος έδωσε περισσότερες πληροφορίες: «Η εξάρτηση από το αυτοκίνητο είναι πολύ μεγάλη. Υπάρχουν και λόγοι νοοτροπίας γι αυτό αλλά και θέματα χρόνου εξυπηρέτησης. Η ουσία είναι ότι δεν έχουμε δίκτυο. Έχουμε ένα δέντρο με κλαδιά από το οποίο λείπουν πολλά κλαδιά. Το μοντέλο των συγκοινωνιών είναι γραμμικό. Οι γραμμές δεν διασταυρώνονται, δεν υπάρχει σχέδιο. Η συγκοινωνία λειτουργεί με ιδιωτικά κριτήρια». Ένας συνομιλητής ιδιώτης μελετητής εκφέρει την εξής γνώμη για την συγκοινωνία: «Είναι ιδιώτες. Τα μέσα είναι απαράδεκτα από πλευράς ποιότητας και καθαριότητας και δεν χρησιμοποιούνται συχνά. Τις περιαστικές περιοχές δεν τις καλύπτει η συγκοινωνία». Ως προς το τελευταίο συμφωνεί ένας ακόμα συνομιλητής δημόσιος υπάλληλος που αναφέρει: «Η συγκοινωνία δεν εξυπηρετεί τις προαστιακές ζώνες, πάντως όχι συχνά. Το αστικό ΚΤΕΛ δεν έχει ευρύτητα».

Φυσικές/χωρικές κινητήριες δυνάμεις: διερευνάται η συμβολή του φυσικού τοπίου στην αύξηση ή τον περιορισμό της αστικής διάχυσης καθώς και πρόσθετοι παράγοντες που συμβάλλουν στη μετατροπή της αγροτικής γης σε άλλες χρήσεις στην περιοχή μελέτης.

Στο ερώτημα για το εάν το υψόμετρο επηρεάζει την αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης, τέσσερεις από τους προνομιακούς συνομιλητές απάντησαν ότι το φυσικό ανάγλυφο, ιδιαίτερα κατά το παρελθόν, συνέβαλε στην αστική διάχυση. «Η γεωγραφία και η μορφολογία της πόλης έπαιξε ρόλο» είπε ένας συνομιλητής ιδιώτης μελετητής ενώ ένας συνομιλητής δημόσιος υπάλληλος δήλωσε: «Οι κλίσεις είχαν επίδραση στην αστική διάχυση, ειδικά κατά το παρελθόν. Αρχικά συγκράτησαν την διάχυση. Τώρα όμως υπάρχουν άλλα τεχνικά δεδομένα, δίκτυα, αυτοκίνητα, καλύτερες συνθήκες να κτίσει κάποιος. Τώρα είναι κίνητρο, ζητάνε καλύτερη θέα». Υπέρ της διάχυσης που προξενεί η αναζήτηση καλύτερης θέας είναι επίσης ακαδημαϊκός συνομιλητής που ανέφερε: «Η δυνατότητα δόμησης σε περιοχές με θέα λειτουργεί θετικά ως προς τη διάχυση», ενώ συνομιλητής ιδιώτης δήλωσε: «ορεινές περιοχές όπως η Αρόη-Σαμακιά παρουσιάζουν αυξημένη δόμηση». Ουδέτεροι ως προς τον ρόλο του υψομέτρου στην αστική διάχυση είναι τρεις συνομιλητές, με έναν εξ αυτών ιδιώτη μελετητή να δηλώνει: «Δεν έπαιξε μεγάλο ρόλο η θέα. Όταν υπήρξε δίκτυο πήγαν και εκεί. Η προσβασιμότητα έπαιξε τον πιο μεγάλο ρόλο. Οι περιοχές Διάκου και Σαμακιά ήταν αρχικά παραθεριστικοί οικισμοί. Αναπτύχθηκε ο οικιστικός χώρος, φτιάχτηκαν οι προσβάσεις, πήγαν μετά και έχτισαν γιατί είχε θέα», ενώ δύο συνομιλητές δεν εξέφρασαν γνώμη.

Στο ερώτημα για το εάν η γειτνίαση με το θαλάσσιο μέτωπο επηρεάζει την αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης, όλοι οι προνομιακοί συνομιλητές απάντησαν θετικά. Ένας ακαδημαϊκός συνομιλητής είπε: «Το θαλάσσιο μέτωπο, η σχέση με τη θάλασσα, και η γειτνίαση με αυτήν παίζει ρόλο στη διάχυση. Στην Πάτρα γενικά η θάλασσα είναι κίνητρο» ενώ διευκρίνισε ότι αρνητικές ως προς τη διάχυση κατά μήκος του παραθαλάσσιου μετώπου ήταν οι παραλιακές βιομηχανικές περιοχές του νότιου τμήματος της πόλης καθώς και η ευρύτερη περιοχή του λιμένα. Το ίδιο σχόλιο ως προς τη διαφορά έλξης βόρειου και νότιου παραλιακού μετώπου έκανε και δημόσιος υπάλληλος συνομιλητής που διευκρίνισε: «Στο νότιο κομμάτι ο πόλος έλξης ήταν η βιομηχανική ζώνη όταν λειτουργούσε. Στο βόρειο κομμάτι πόλος έλξης ήταν η γειτνίαση με τη θάλασσα», ενώ και ο ιδιώτης συνομιλητής του real estate έδωσε ιδιαίτερη βαρύτητα στη ζήτηση για κατοικία πλησίον του παραθαλάσσιου μετώπου.

Για τη σχέση γειτνίασης με φυσικούς χώρους ή περιοχές ιδιαίτερου φυσικού κάλλους ή ενδιαφέροντος και αστικής διάχυσης στην περιοχή μελέτης οι συνομιλητές ήταν ουδέτεροι. Ένας από τους συνομιλητές είπε: «Αρέσει η περιοχή του έλους της Αγυιάς [για κατοικία]. Είναι κοντά στο κέντρο. Ειδικά στην περιοχή της Αγυιάς υπάρχουν μεγάλοι συντελεστές, άρα πολυκατοικίες»

Για λοιπούς παράγοντες που συμβάλλουν στην μετατροπή της αγροτικής γης σε άλλες χρήσεις στην περιοχή μελέτης εκτός των όσων ήδη περιγράφησαν, οι προνομιακοί

συνομιλητές αναφέρθηκαν στην ίδια τη φύση της αγροτικής γης, στο καθεστώς προστασίας της αλλά και στην επιθυμία των ίδιων των ιδιοκτητών αγροτικής γης να μπουν στο σχέδιο πόλης. Ένας συνομιλητής δημόσιος υπάλληλος ανέφερε: «Η αξία γης είναι χαμηλή. Επίσης, η γεωργική γη δεν είναι καταγεγραμμένη. Υπάρχει δυσκολία, αδυναμία προσδιορισμού τέτοιων γαιών ακόμα και των παραγωγικών», ενώ ένας συνομιλητής ιδιώτης μελετητής συμπληρώνει: «Ποιος τελικά χαρακτηρίζει αυτές τις περιοχές; Θα πρέπει να ξεκαθαριστούν οι αρμοδιότητες χαρακτηρισμού». Για τη μορφή της αγροτικής γης στην περιοχή μελέτης και τις επιθυμίες των ιδιοκτητών αναφέρθηκε πολύ αποκαλυπτικά συνομιλητής δημόσιος υπάλληλος: «Δεν έχουμε μεγάλες στρεμματικές καλλιέργειες, έχουμε μικρό κλήρο. Έχασαν το νόημά τους ως αγροτική γη και γεωργική παραγωγή. Η αστικοποίηση έχει πλησιάσει, άλλες [γεωργικές εκτάσεις] αστικοποιήθηκαν ήδη. Οι ιδιοκτήτες δήλωσαν ότι δεν τους ενδιαφέρει η παραγωγή αλλά το κέρδος. Προτιμούν να πουλήσουν τη γη ως οικόπεδα. Οι περιοχές που παραμένουν γεωργικές στον νότο είναι γιατί εκεί εγκαταστάθηκαν χαμηλού εισοδήματος κάτοικοι λόγω της βιομηχανίας. Ήταν άνθρωποι που δούλευαν. Άλλο κοινωνικό καθεστώς. Δεν άλλαξε χρήση αυτή η γη γιατί δεν υπήρξε ζήτηση προς τα εκεί. Χτίζουν τα σπίτια τους στις γεωργικές εκτάσεις. Δεν είναι μεγάλες κατοικίες. Ο πατέρας κάνει σπίτι για τα παιδιά του. Συνεχίζουν να προσέχουν τα ελαιόδεντρα γιατί υπάρχουν, γιατί υπάρχει ένα εισόδημα. Όμως το οικονομικό κίνητρο είναι σημαντικό. Πιστεύω ότι αν υπήρχε ζήτηση θα τα πούλαγαν». Ένας άλλος συνομιλητής δημόσιος υπάλληλος αναφέρεται στην διατήρηση της αγροτικής γης στα ανατολικά της περιοχής μελέτης: «Περιοχές με έφορο έδαφος αντιστάθηκαν στη δόμηση. Η Εγλυκάδα διατηρήθηκε γιατί ήταν μεγαλοπαραγωγή. Έχει αλλάξει και εκεί ο κλήρος αλλά είναι εύφορη γη, έχει νερό. Δεν έχουν δρόμους όμως. Διατηρήθηκαν επίσης γιατί δεν τους βοηθά πολύ η οδική πρόσβαση. Όσες περιοχές είχαν καλή πρόσβαση αστικοποιήθηκαν». Συνομιλητής ιδιώτης μελετητής δηλώνει για τους κατοίκους των αγροτικών περιοχών: «Όσοι ασχολούνται αποκλειστικά με τη γεωργία πρέπει να είναι λίγοι. οι κάτοικοι απασχολούνται σε άλλες εργασίες. Έχει περιοριστεί το ενδιαφέρον για την καλλιέργεια. Οι πιο πολλοί απασχολούνται στον τριτογενή τομέα. Οι χρήσεις που έχουν απομείνει μπορεί να οφείλονται σε κληρονομικά προβλήματα ή από συναισθηματική σχέση. Δεν αποδίδουν οικονομικά», ενώ ένας ακαδημαϊκός συνομιλητής απαντά σε ερώτημα γιατί συρρικνώνεται η αγροτική γη: «Είναι το κοινωνικό περιβάλλον. Η λογική ότι ο αστός έχει καλύτερη ζωή σε σχέση με τον αγρότη».

#### **13.3.4 Ομάδα ερωτήσεων καταληκτικές ερωτήσεις - ιεράρχηση κινητηρίων δυνάμεων**

Στην ομάδα των καταληκτικών ερωτήσεων και της ιεράρχησης των κινητηρίων δυνάμεων πραγματοποιείται ανακεφαλαίωση των κινητηρίων δυνάμεων που επηρεάζουν την αστική διάχυση και προτείνονται μέτρα για τον περιορισμό της αστικής διάχυσης και της προστασίας της αγροτικής γης από τις αστικές πιέσεις. Επίσης ερωτώνται οι προνομιακοί συνομιλητές αν έχουν επιπλέον σχόλια που επιθυμούν να μοιραστούν.

Ιεράρχηση των πιο σημαντικών κινητηρίων δυνάμεων στην περιοχή μελέτης: Από τους εννέα προνομιακούς συνομιλητές οι πέντε ιεράρχησαν ως πρώτη κινητήριο δύναμη που επηρεάζει την αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης το θεσμικό πλαίσιο για την εκτός σχεδίου δόμηση και την παρόδια δόμηση. Συνομιλητής δημόσιος υπάλληλος είπε: «Η εκτός σχεδίου δόμηση είναι η μαύρη τρύπα με την μέγιστη βαρύτητα στην Ελλάδα. Όταν έχω φτηνή γη και μπορώ να χτίζω, πάω στην εκτός σχεδίου και χτίζω. Αν δεν υπήρχε η εκτός σχεδίου δόμηση όλοι θα πήγαιναν εντός του σχεδίου πόλης. Η εκτός σχεδίου δόμηση είναι ο πυρήνας του προβλήματος της αστικής διάχυσης». Ακολουθούν ως κινητήριες δυνάμεις οι στάσεις - η επιθυμία για τα προάστεια, η αύξηση του πληθυσμού, η προσβασιμότητα, τα μεγάλα έργα υποδομής (περιμετρική οδός Ρίο-Μιντολόγλι) και το φυσικό περιβάλλον.

Οι ιεραρχημένες απαντήσεις των προνομιακών συνομιλητών για τις σημαντικότερες κινητήριες δυνάμεις που επηρεάζουν την αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης έχουν ως ακολούθως:

Συνομιλητής δημόσιος υπάλληλος: «Η εκτός σχεδίου δόμηση και το καθεστώς των οικισμών προ '23»

Συνομιλητής δημόσιος υπάλληλος: «Η αύξηση του πληθυσμού, το θεσμικό πλαίσιο και η προσβασιμότητα»

Συνομιλητής δημόσιος υπάλληλος: «Το θεσμικό πλαίσιο και η τάση, η επιθυμία να πάνε στα προάστεια. Η τάση ήταν όχι πολυκατοικία»

Συνομιλητής ιδιώτης μελετητής: «Η αύξηση του πληθυσμού και το θεσμικό πλαίσιο»

Συνομιλητής δημόσιος υπάλληλος: «Η εκτός σχεδίου δόμηση, η τάση για τα προάστεια, η προσβασιμότητα»

Συνομιλητής ιδιώτης: «Η τάση, η επιθυμία να πάνε στην εκτός σχεδίου, η προσβασιμότητα, η περιμετρική και το φυσικό περιβάλλον»

Συνομιλητής ακαδημαϊκός: «Το θεσμικό πλαίσιο και η τάση, η επιθυμία να πάνε στα προάστεια»

Συνομιλητής ιδιώτης μελετητής: «Η τάση, η επιθυμία να πάνε στην εκτός σχεδίου, το θεσμικό πλαίσιο»

Συνομιλητής ακαδημαϊκός: «Το θεσμικό πλαίσιο, οι κοινωνικές συνθήκες - η τάση η επιθυμία να πάνε στα προάστεια»

Μέτρα για τον περιορισμό της αστικής διάχυσης: Στο ερώτημα για την πρόταση μέτρων για τον περιορισμό της αστικής διάχυσης, απαντήσεις έδωσαν οι οκτώ από τους εννέα προνομιακούς συνομιλητές. Στις απαντήσεις τους κυριάρχησε η κατάργηση του πλαισίου της εκτός σχεδίου δόμησης, η κατάργηση της δόμησης σε οικισμούς προ '23, η κατάργηση της παρόδιας δόμησης, ο επανακαθορισμός των δημοτικών δρόμων, ο επαναπροσδιορισμός της κατηγοριοποίησης δικτύου, η σύσταση μητρώου δρόμων, η οριοθέτηση των οικισμών, ο αυστηρός καθορισμός των χρήσεων γης και η θέσπιση κινήτρων στους ιδιοκτήτες για την εφαρμογή του σχεδίου πόλης.

Οι απαντήσεις των συνομιλητών έχουν ως ακολούθως:

Συνομιλητής δημόσιος υπάλληλος: «Να καταργηθεί το καθεστώς των οικισμών προ '23 και η εκτός σχεδίου δόμηση. Σε τεχνικό επίπεδο πρέπει να καταργηθεί η παρόδια δόμηση και να μην γίνεται λαθροχειρία στην αναγνώριση των δρόμων. Να δημιουργηθεί μητρώο δρόμων. Θα πρέπει να γίνει αναμόρφωση της νομοθεσίας»

Συνομιλητής δημόσιος υπάλληλος: «Κατάργηση της εκτός σχεδίου δόμησης ειδικά σε περιοχές γεωργικής γης υψηλής παραγωγικότητας και εξ ορθολογισμός των χρήσεων γης»

Συνομιλητής δημόσιος υπάλληλος: «Να απαγορευτεί η εκτός σχεδίου δόμηση. Προϋπόθεση αποτελεί η οριοθέτηση των οικισμών»

Συνομιλητής ιδιώτης μελετητής: «Απαγόρευση της εκτός σχεδίου δόμησης και απαγόρευση όλων των χρήσεων που επιτρέπονται κατά παρέκκλιση πχ βιοτεχνικές. Να πάνε σε θεσμοθετημένες ζώνες χρήσεων»

Συνομιλητής δημόσιος υπάλληλος: «Να αλλάξει το θεσμικό πλαίσιο για την εκτός σχεδίου δόμηση. Πλήρης κατάργηση. Απαγόρευση δόμησης σε τμήματα οριοθετημένων οικισμών που δεν έχουν ακόμα αστικοποιηθεί. Επίσης να δοθούν κίνητρα για την εφαρμογή του σχεδίου πόλης στους ιδιοκτήτες με χρηματοδότηση του κράτους.»

Συνομιλητής ακαδημαϊκός: «Αλλαγή του θεσμικού πλαισίου, απαγόρευση της εκτός σχεδίου δόμησης»

Συνομιλητής ιδιώτης μελετητής: «Κατάργηση της εκτός σχεδίου δόμησης, να σταματήσουν οι παρεκκλίσεις στη δόμηση. Να γίνει επανακαθορισμός των δημοτικών δρόμων και γενικά να γίνει επαναπροσδιορισμός της κατηγοριοποίησης δικτύου. Υπάρχουν δρόμοι που χαρακτηρίστηκαν διαδημοτικοί και συνδέουν δυο σπίτια, είναι ουσιαστικά σαν να επιτρέπεται η δόμηση σε ένα ή δύο στρέμματα»

Συνομιλητής ακαδημαϊκός: «Αλλαγή του θεσμικού πλαισίου. Απαγόρευση της εκτός σχεδίου δόμησης, όχι παρεκκλίσεις, έλεγχος της παρόδιας δόμησης, οριοθέτηση οικισμών, ολοκλήρωση του κτηματολογίου, αναγνώριση και προστασία της αγροτικής γης, αυστηρός καθορισμός των επιτρεπόμενων χρήσεων γης μέσω του Γ.Π.Σ, εκπαίδευση των κατοίκων για να μην θεωρείται η ιδιοκτησία ταυτόσημη με την δυνατότητα δόμησης»

Ιεράρχηση των μέτρων για τον περιορισμό της αστικής διάχυσης: Η πλειονότητα των προνομιακών συνομιλητών έθεσε ως πρώτο μέτρο για τον περιορισμό της αστικής διάχυσης την κατάργηση της εκτός σχεδίου δόμησης και ακολούθως τον επαναπροσδιορισμό των δημοτικών δρόμων και την οριοθέτηση των οικισμών.

Μέτρα για την προστασία της αγροτικής γης από τις αστικές πιέσεις: Στο ερώτημα για την πρόταση μέτρων για την προστασία της αγροτικής γης, απαντήσεις έδωσαν οι οκτώ από τους εννέα προνομιακούς συνομιλητές. Στις απαντήσεις τους κυριάρχησε η αυστηροποίηση του θεσμικού πλαισίου, η καταγραφή των αγροτικών γαιών, η δημιουργία μητρώου και η χαρτογράφησή τους, η ένταξη της διαχείρισης των αγροτικών γαιών στο Γ.Π.Σ. και η δημιουργία κινήτρων για διατήρηση της χρήσης.

Οι απαντήσεις των συνομιλητών έχουν ως ακολούθως:

Συνομιλητής δημόσιος υπάλληλος: «Η αγροτική γη δεν είναι καταγεγραμμένη, έχουν γίνει ακροβατισμοί. Να δημιουργηθεί ένα μητρώο, χάρτες απεικόνισης από την απλή γεωργική γη έως την γεωργική γη υψηλής παραγωγικότητας. Να μπορούν αυτές οι περιοχές να προσδιορίζονται στην κλίμακα του Γ.Π.Σ. Να αποτελούν μέρος του Γ.Π.Σ και να ρυθμίζονται από αυτό. Να ξέρουμε τι μπορούμε να κάνουμε εκεί. Χρειάζεται θεσμικό πλαίσιο. Όχι σκόρπια οικόπεδα να θεωρούνται γη υψηλής παραγωγικότητας». Συνομιλητής δημόσιος υπάλληλος: «Ισχυρό θεσμικό πλαίσιο προστασίας και κίνητρο για καλλιέργειες. Θέλουμε παντού καλλιέργειες, όχι μόνο στη γεωργική γη υψηλής παραγωγικότητας. Η εκτός σχεδίου δόμηση στη γη υψηλής παραγωγικότητας πρέπει να καταργηθεί».

Συνομιλητής δημόσιος υπάλληλος: «Να ενταχθούν οι περιοχές αυτές στο Γ.Π.Σ. Να προσδιοριστούν αυτές οι περιοχές και να μουν μεγάλες κατατμήσεις. Έτσι προστατεύεται η γη. Επίσης να γίνει αυστηροποίηση των όρων δόμησης και να διατηρηθεί η αγροτική γη ως οικονομικός πόρος (τροφή). Οι παραγωγοί χρειάζονται κίνητρα. Θα πρέπει να δοθεί ένα αντιστάθμισμα για τη διατήρηση της αγροτικής γης. Επιδοτήσεις για νέα μηχανήματα, επιδότηση για να διατηρήσουν αυτή τη χρήση».

Συνομιλητής ιδιώτης μελετητής: «Η αγροτική γη πρέπει να διατηρηθεί. Δεν μπορεί όλη η περιοχή να είναι κατοικίες, οι χρήσεις αυτές μπορούν να βοηθήσουν στην κατανάλωση προϊόντων από τους ίδιους τους κατοίκους. Θα πρέπει να ενισχυθούν τα αγροκτήματα, να δοθούν κίνητρα. Θα μπορούσαν αυτές οι περιοχές να ενταχθούν ως αστικά αγροκτήματα. Και βέβαια κατάργηση των παρεκκλίσεων στην εκτός σχεδίου δόμηση αν θέλουμε να διατηρηθεί η αγροτική γη»

Συνομιλητής δημόσιος υπάλληλος: «Να δημιουργηθούν χάρτες για τη γεωργική γη από την απλή γεωργική γη έως την γεωργική γη υψηλής παραγωγικότητας και να έχουν ισχύ ανάλογη με αυτή των δασικών χαρτών»

Συνομιλητής ακαδημαϊκός: «Θα πρέπει να υπάρχει ξεκάθαρη αντίληψη για τις χρήσεις γης, για το τι επιτρέπεται και που. Θα πρέπει να διατηρηθεί η περιστατική γεωργία και καλό θα είναι να προσελκύσει και άλλες χρήσεις. Φαντάζομαι ένα γεωργικό πάρκο».

Συνομιλητής ιδιώτης μελετητής: «Κατάργηση της εκτός σχεδίου δόμησης και ένταξη των περιοχών αυτών στο Γ.Π.Σ»

Συνομιλητής ακαδημαϊκός: «Ένταξη της αγροτικής γης στο Γ.Π.Σ και διαχείρισή της μέσω του συγκεκριμένου εργαλείου. Αυστηροποίηση των χρήσεων γης αλλά και ξεκαθάρισμα της απλής γεωργικής γης από την γεωργική γη υψηλής παραγωγικότητας. Να είναι ξεκάθαρο τι επιτρέπεται να κτίσεις στην απλή γεωργική γη και πόσο. Να υπάρξει θωράκιση της αγροτικής γης».

Επιπλέον σχόλια: Τέλος στην ερώτηση εάν υπάρχουν επιπλέον σχόλια που οι προνομιακοί συνομιλητές θα επιθυμούσαν να μοιραστούν, οι επτά από τους εννέα συνομιλητές δεν ήθελαν να προβούν σε επιπλέον σχόλια. Ένας συνομιλητής δημόσιος υπάλληλος δήλωσε: «Θα πρέπει να γίνει αναθεώρηση του συντάγματος και προτεραιοποίηση του περιβάλλοντος. Να υπάρχει ένα περιβαλλοντικό αντιστάθμισμα για τα έργα, ιδίως τα μεγάλα». Συνομιλητής ιδιώτης μελετητής συνοψίζει την περιοχή μελέτης με τα τελικά του σχόλια: «Έχουμε την εκτός σχεδίου δόμηση που κατέστρεψε πολλά, έχουμε χαμηλής κατάτμησης οικοδομικά τετράγωνα. Θα πρέπει να αναθεωρηθεί το θεσμικό πλαίσιο, να καταργηθεί η εκτός σχεδίου. Οι περιοχές των



επεκτάσεων του σχεδίου πόλης να εφαρμόζονται άμεσα και εκεί να γίνεται η απορρόφηση της ανάγκης για κατοικία και όχι στη περιφέρεια τους. Όταν έχουμε ένα σχέδιο πόλης από το 1830 και ακόμα δεν είναι εφαρμοσμένοι όλοι οι δρόμοι, τι να πούμε γι αυτό;»

### **13.4 Η ανάδειξη των κινητηρίων δυνάμεων στην περιοχή μελέτης**

Οι προνομιακοί συνομιλητές ανάδειξαν μια σημαντική ομάδα κινητηρίων δυνάμεων οι οποίες ενέτειναν την αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης. Όπως έχει αναφερθεί και στο κεφάλαιο 8 «Μελέτη περίπτωσης: Το πολεοδομικό συγκρότημα Πατρών και η ευρύτερη περιοχή του. Το πολεοδομικό και χωροταξικό καθεστώς», η περιοχή μελέτης στο διάστημα των τριαντατεσσάρων ετών βρέθηκε αντιμέτωπη με σημαντικές προκλήσεις που επηρέασαν τη μορφή και τη λειτουργία της.

Στο χρονολόγιο που ακολουθεί συνοψίζονται οι αλλαγές στον πληθυσμό και στο κτισμένο περιβάλλον ενώ αναφέρονται σημαντικές ημερομηνίες ολοκλήρωσης μεγάλων έργων αλλά και νομοθετικών πλαισίων που είχαν σημαντικό ρόλο στην περιοχή μελέτης.

## Χρονολόγιο 1981 – 2015 της περιοχής μελέτης

### 1980-1990

- 1981: Πληθυσμός περιοχής μελέτης 151.053 κάτοικοι
- 1981: Κτισμένη Επιφάνεια περιοχής μελέτης 449,79 ha
- 1981: Ίδρυση Τεχνολογικού Πάρκου Πατρών
- 1983: Ίδρυση ΤΕΙ Πατρών (πρώην ΚΑΤΕΕ)
- 1986: Έγκριση Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου (Γ.Π.Σ) Πατρών (Δήμου Πατρέων), Αγίου Γεωργίου Ρίου (κοιν. Αγ. Γεωργίου), Παραλίας (κοιν. Παραλίας), Δεμένικων (κοιν. Σαραβαλίου) Ν. Αχαΐας
- Επεκτάσεις ΓΠΣ 1986 συνολικού εμβαδού 282,58 εκτάρια
- Πανεπιστήμιο Πατρών περίπου 20.000 φοιτητές
- ΤΕΙ Πατρών περίπου 5000 φοιτητές
- Αρχή αποβιομηχάνισης Πάτρας. Δραματική μείωση δευτερογενούς τομέα και αύξηση της ανεργίας
- 1989: Ίδρυση Γενικού Πανεπιστημιακού

### 2000 - 2010

- 2000 – 2006: Γ' ΚΠΣ. Ισχυρή αναπτυξιακή πολιτική με έμφαση στις μεταφορές και στα λιμάνια
- 2001: Πληθυσμός περιοχής μελέτης 173.633 κάτοικοι
- 2001: Κτισμένη Επιφάνεια περιοχής μελέτης 712,63 ha
- 2003: ΦΕΚ 1470/Β/2003 Περιφερειακό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας
- 2003: Περιμετρική οδός Πάτρα – Μιντιλόγλι
- 2004: Έναρξη λειτουργίας γέφυρας Ρίου – Αντιρρίου
- 2004: Πάτρα, Ολυμπιακή πόλη
- 2005: ΦΕΚ 1857/Β/2005 Επέκταση ΒΙΟΠΑ Γλαύκου
- Νέα εμπορικά συγκροτήματα-υπεραγορές περιφερειακά της πόλης
- ΕΣΠΑ 2007-2013: Έμφαση στην ολοκλήρωση των μεταφορικών αξόνων
- 2008: Η Περιμετρική οδός γίνεται μέρος της Ιονίας οδού

### 1990-2000

- 1991: Πληθυσμός περιοχής μελέτης 164.369 κάτοικοι
- 1991: Κτισμένη Επιφάνεια περιοχής μελέτης 562,66 ha
- Επεκτάσεις Γ.Π.Σ 1986 συνολικού εμβαδού 445,55 εκτάρια
- 1991 – 1993: Ολοκλήρωση αποβιομηχάνισης Πάτρας
- Αργή μεταστροφή προς τον τριτογενή τομέα
- 1992: Ίδρυση Τεχνολογικού Πάρκου Πατρών
- 1997: Πρόγραμμα Καποδίστριας. Ν.2539/97
- 1997: Ν. 2508/1997 Βιώσιμη οικιστική ανάπτυξη των πόλεων και οικισμών της χώρας και άλλες διατάξεις.
- 1999: Ν. 2742/1999 Χωροταξικός Σχεδιασμός

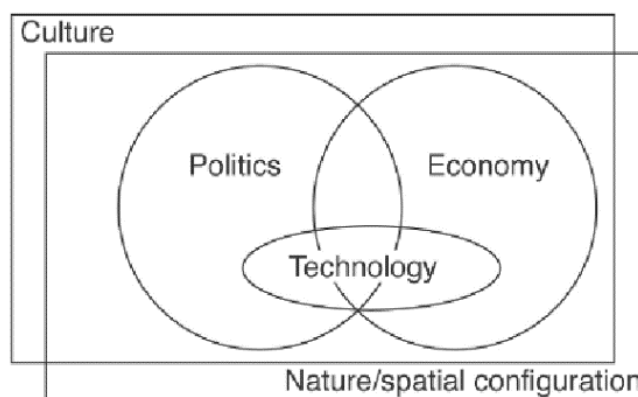
### 2010-2015

- 2010: Αρχή Ελληνικής Κρίσης
- 2010: Πρόγραμμα Καλλικράτης Ν.3852/2010
- 2011: Πληθυσμός περιοχής μελέτης 174.055 κάτοικοι
- 2011: Έγκριση Γ.Π.Σ Δημοτικής Ενότητας Πατρέων του Δήμου Πατρέων
- 2011: Λειτουργία Νέου Λιμένα Πατρών. Διακοπή σιδηροδρομικού δικτύου Πελοποννήσου
- 2013: Παραγλαύκιοι άξονες
- ΕΣΠΑ 2014-2020: Μεταφορικοί άξονες, λιμάνια, ψηφιακές υπηρεσίες
- 2015: Κτισμένη Επιφάνεια περιοχής μελέτης 807,78 ha

Οι κινητήριες δυνάμεις της αστικής διάχυσης στην περιοχή μελέτης εντοπίστηκαν από την ομάδα των προνομιακών συνομιλητών και ιεραρχήθηκαν. Η συμβολή των συνομιλητών ανέδειξε κρίσιμους τομείς που αφορούν κυρίως στον πολεοδομικό σχεδιασμό και την πολιτική γύρω από αυτόν. Η εκτός σχεδίου δόμηση σύμφωνα με τους συνομιλητές, διευκόλυνε την αστική διάχυση στις περιαστικές περιοχές και στην αγροτική γη. Σημαντική κινητήρια δύναμη αναδείχθηκε η στάση των κατοίκων, η επιθυμία τους να κατοικήσουν σε προαστικές περιοχές με όχημα πάντα την προσβασιμότητα σε αυτές τις ζώνες, καθώς η μετακίνηση γίνεται με ιδιωτικό αυτοκίνητο. Η προσβασιμότητα αποτελεί σημαντική κινητήρια δύναμη, καθώς πολλοί συνομιλητές ανέφεραν την συστηματική μετακίνηση προς το κέντρο για αγαθά, υπηρεσίες και εργασία λόγω της μονοκεντρικής δομής της Πάτρας. Ακολούθως σημειώνεται ως κινητήρια δύναμη η αύξηση του πληθυσμού που επισημάνθηκε από αρκετούς συνομιλητές. Ιδιαίτερη μνεία δόθηκε στον ρόλο των μεγάλων έργων ως κινητήρια δύναμη και συγκεκριμένα στην περιμετρική Ριο-Μιντιλόγλι. Από τις φυσικές/χωρικές κινητήριες δυνάμεις αναφέρθηκε το υψόμετρο και η απόσταση από το θαλάσσιο μέτωπο. Ως λιγότερο σημαντικές κινητήριες δυνάμεις ιεραρχήθηκαν η πολιτική των μεταφορών, οι αποστάσεις από τις βιομηχανικές περιοχές και η απόσταση από περιοχές φυσικού κάλους/προστατευόμενες περιοχές.

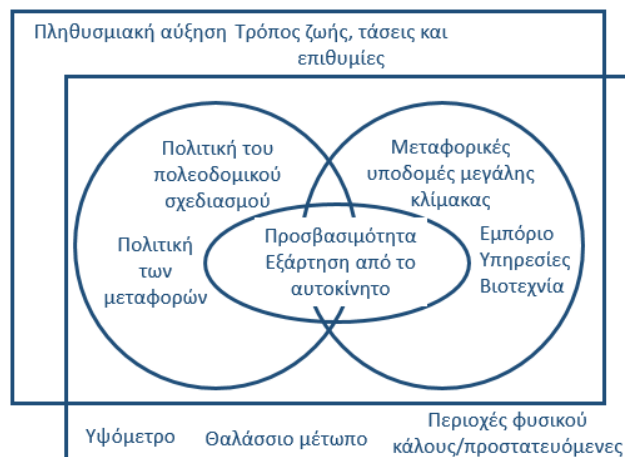
Στην εικόνα 13.1 απεικονίζεται το εννοιολογικό πλαίσιο των κινητηρίων δυνάμεων κατά Bürgi et al., (2004) και Hersperger and Bürgi, (2007) ενώ στην εικόνα 13.2 η εφαρμογή του ως άνω εννοιολογικού πλαισίου των κινητηρίων δυνάμεων στην περιοχή μελέτης.

**Εικόνα 13.1, 13.2: Εφαρμογή του εννοιολογικού πλαισίου των κινητηρίων δυνάμεων στην περιοχή μελέτης**



Οι πέντε κατηγορίες των κινητηρίων δυνάμεων

Πηγή: Hersperger and Bürgi, (2007)



### Οι κατηγορίες των κινητηρίων δυνάμεων στην περιοχή μελέτης

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Ως δυνάμεις που προκαλούν εμφανείς αλλαγές του τοπίου επηρεάζοντας την εξέλιξη του (Bürgi et al. ,2004), η ανάδειξη των κινητηρίων δυνάμεων που οδήγησαν στην αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης βοηθά στην αποσαφήνιση της πολύπλευρης φύσης της αστικής διάχυσης. Οι κινητήριες δυνάμεις που αναδείχθηκαν από τις συνεντεύξεις με τους προνομιακούς συνομιλητές βρίσκονται σε απόλυτη συμφωνία με τη διεθνή βιβλιογραφία αναφορικά με τις κινητήριες δυνάμεις της αστικής διάχυσης. Πιο συγκεκριμένα:

**Η πολιτική**, ειδικά η πολιτική του πολεοδομικού σχεδιασμού αναδείχθηκε η πρώτη κινητήριος δύναμη στη περιοχή μελέτης. Οι αποφάσεις που αφορούν στην πολιτική αναγνωρίζονται από την βιβλιογραφία ως ιδιαίτερος σημαντικές κινητήριες δυνάμεις, αν και διαφοροποιούνται σε τοπικό επίπεδο ανάλογα με την περιοχή του πλανήτη ή την χώρα. Οι πολιτικές αυτές διευκολύνουν έμμεσα την αστική διάχυση μέσω έλλειψης ρυθμίσεων ή παρέχοντας το θεσμικό πλαίσιο που επιτρέπει την διάχυση σε προαστικές περιοχές ακόμα και στην αγροτική γη. Ο Katz (2002) στο έργο του για την αστική διάχυση αναφέρει τον τρόπο με τον οποίο οι αμερικανικές πολιτικές χωροθέτησης προώθησαν κοινότητες χαμηλής πυκνότητας οι οποίες εξαρτώνται πλήρως από τα αυτοκίνητα, ενώ οι Miao & Phelps (2022), εξετάζουν την συστημική σχέση αστικής διάχυσης στην Κίνα και πολιτικών αντιφάσεων. Στον παράδειγμα από τον ελληνικό χώρο η έλλειψη συνεκτικής χωρικής πολιτικής αποτυπώνεται στα ολυμπιακά έργα της Αθήνας το 2004 σε συνδυασμό με το νέο αεροδρόμιο στα Σπάτα και τους νέους αυτοκινητόδρομους (Chorianopoulos et al. 2010). Οι Nechyba & Walsh (2004), αναφέρουν ότι η πολιτική των μεταφορών στις Ηνωμένες Πολιτείες και οι επενδύσεις στις οδικές υποδομές έχουν διαμορφώσει ιστορικά τα πρότυπα ανάπτυξης που ενθαρρύνουν την προς τα έξω ανάπτυξη των πόλεων. Την πολιτική ως σημαντική κινητήριο δύναμη της αστικής διάχυσης επέλεξαν για τις εργασίες τους οι: Bart (2010), Nassar et al. (2014), Feng et al. (2015), Li et al. (2015), Kuang (2020) κ.α.

**Ο τρόπος ζωής, οι τάσεις και οι επιθυμίες**, δηλαδή τα κοινωνικά πρότυπα, ήταν επίσης υψηλά στις επιλογές των προνομιακών συνομιλητών. Η συγκεκριμένη κινητήριος δύναμη ανήκει στις πολιτιστικές κινητήριες δυνάμεις και απαντάται συχνότερα στην βιβλιογραφία για την αμερικανική πόλη. Ο Kunstler (1994), αναλύει τον τρόπο προαστικοποίησης στο αμερικανικό τοπίο και την προτεραιοποίηση του ιδιωτικού χώρου και του αυτοκινήτου, ενώ ο Bhatta (2010), διαπιστώνει στην έρευνά του ότι ο τρόπος ζωής και η προτίμηση για την κατοίκηση στα προάστεια συμβάλλουν στην αστική διάχυση. Τον τρόπο ζωής, τάσεις και επιθυμίες ως κινητήριο δύναμη της αστικής διάχυσης αναφέρουν στις εργασίες τους οι: Barnes et al. (2001), Boitier (2018), Li and Li (2019) κ.α.

**Η πληθυσμιακή αύξηση**, η οποία ανήκει στις πολιτιστικές κινητήριες δυνάμεις είναι από τις πλέον σημαντικές κινητήριες δυνάμεις της αστικής διάχυσης και αναφέρεται εξακολουθητικά στη βιβλιογραφία. Η αύξηση του πληθυσμού αποτελεί κύριο δημογραφικό παράγοντα της αστικής διάχυσης (Sudhira et al., 2003). Η αύξηση του πληθυσμού επηρεάζει τη ζήτηση για στέγαση, υπηρεσίες και υποδομές οδηγώντας στην προαστικοποίηση και στην επέκταση των αστικών περιοχών. Οι Guastella et al. (2017), αναγνωρίζουν ρητά το ρόλο της πληθυσμιακής αύξησης ως κρίσιμου παράγοντα αστικής διάχυσης στη Λομβαρδία παρουσιάζοντας ένα εμπειρικό μοντέλο το οποίο ενσωματώνει τον πληθυσμό ως βασική μεταβλητή που επηρεάζει την χωρική έκταση των αστικών περιοχών, ενώ οι Congedo & Macchi (2015), συνδέουν την πληθυσμιακή αύξηση όχι μόνο με την αστική διάχυση αλλά και με την επακόλουθη περιβαλλοντική υποβάθμιση. Την πληθυσμιακή αύξηση ως σημαντική κινητήριο δύναμη της αστικής διάχυσης αναφέρουν στις εργασίες τους οι: Dewan & Yamaguchi (2009), Li et al. (2015), Osman et al., (2016), Oueslati et al. (2016) κ.α.

**Η Προσβασιμότητα – εξάρτηση από το αυτοκίνητο**, η οποία ανήκει στις τεχνολογικές κινητήριες δυνάμεις, υποστηρίζεται βιβλιογραφικά ως σημαντική κινητήριος δύναμη από πολυάριθμες μελέτες: Κατά τους Burchell et al. (1997), η προσβασιμότητα αποτελεί σημαντικό παράγοντα της αστικής διάχυσης. Η διαθεσιμότητα μεταφορικών υποδομών, όπως αυτοκινητόδρομοι και δρόμοι, διευκολύνει την προς τα έξω επέκταση των αστικών περιοχών καθώς οι άνθρωποι μετακινούνται από τις προαστιακές περιοχές στα κέντρα των πόλεων. Στο ίδιο πνεύμα, ο Knowles (2006) και οι Couch et al. (2008) τονίζουν ότι η προσβασιμότητα, όπως επιτυγχάνεται μέσω του ιδιωτικού αυτοκινήτου, συνέβαλε στην αστική διάχυση των αστικών περιοχών στην μεθόριο. Την προσβασιμότητα ως σημαντική κινητήριο δύναμη της αστικής διάχυσης αναφέρουν στις εργασίες τους οι: Downs (1999), Li et al., (2014), Deng & Srinivasan (2016), Han & Jia (2017). Guan et al., (2020) κ.α.

**Οι μεταφορικές υποδομές μεγάλης κλίμακας**, οι οποίες ανήκουν στις οικονομικές κινητήριες δυνάμεις αναφέρονται συστηματικά στη βιβλιογραφία ως παράγοντας αστικής διάχυσης, Οι Nechyba & Walsh (2004), επισημαίνουν ότι η κατασκευή αυτοκινητόδρομων και οι βελτιώσεις στο δίκτυο των μεταφορικών υποδομών υποστηρίζουν την επέκταση του οικιστικού ιστού. Οι Keivani & Mattingly (2007), τονίζουν ότι η κατασκευή μεγάλων αυτοκινητοδρόμων διευκολύνει τη μετακίνηση

πληθυσμών σε προαστιακές και περιαστικές περιοχές, οδηγώντας σε αστική διάχυση. Το παράδειγμα των αμερικανικών αυτοκινητόδρομων έχει μελετηθεί ευρέως για τη διευκόλυνση που παρείχε στη δημιουργία προαστιακών περιοχών. Την μεταφορική υποδομή μεγάλης κλίμακας ως σημαντική κινητήριο δύναμη της αστικής διάχυσης αναφέρουν στις εργασίες τους οι: Torrens & Alberti (2000), Irwin & Bockstael (2007), Kuang et al., (2014), Tavares et al. (2019) κ.α.

**Το εμπόριο, οι υπηρεσίες και η βιοτεχνία**, οι οποίες ανήκουν στις οικονομικές κινητήριες δυνάμεις, υποστηρίζονται βιβλιογραφικά ως παράγοντες αστικής διάχυσης. Οι Han & Jia (2017), αναφέρουν την βιομηχανία ως σημαντική κινητήριο δύναμη της αστικής διάχυσης και της επέκτασης των αστικών περιοχών γύρω από βιομηχανικές ζώνες, ενώ οι Simwanda et al., (2020), εξετάζουν την ανάπτυξη εμπορικών και βιομηχανικών περιοχών στη Λουσάκα της Ζάμπια ως μια σημαντική πτυχή των αλλαγών στις χρήσεις/κάλυψη γης. Η αύξηση αυτών των περιοχών, ισχυρίζονται οι ερευνητές, υποδηλώνει μια άμεση ανταπόκριση στη ζήτηση για περισσότερο χώρο για βιομηχανικές, εμπορικές και προσανατολισμένες στις υπηρεσίες δραστηριότητες, κάτι που με τη σειρά του συμβάλλει στην αστική διάχυση. Το εμπόριο, οι υπηρεσίες και η βιοτεχνία ως σημαντική κινητήριο δύναμη της αστικής διάχυσης αναφέρουν στις εργασίες τους οι: Luo et al., (2018), Kang et al. (2019), Wu et al., (2013) κ.α.

**Το Υψόμετρο**, το οποίο ανήκει στις φυσικές κινητήριες δυνάμεις, συμμετέχει επίσης ως παράγοντας της αστικής διάχυσης σύμφωνα με τη βιβλιογραφία. Οι Xu et al., (2021), αναφέρουν το υψόμετρο, μαζί με άλλους παράγοντες, ως κινητήρια δύναμη της μετάβασης της καλλιεργήσιμης γης σε άλλες χρήσεις, κυρίως αστικές, στην περιοχή Pinggu του Πεκίνου. Στην περίπτωση της αστικοποίησης και της περιβαλλοντικής υποβάθμισης στη Μητροπολιτική Περιοχή της πόλης Wuhan της Κίνας, οι Liu et al., (2020), καταδεικνύουν ότι οι περιοχές με υψηλότερο υψόμετρο τείνουν να αντιστέκονται στην αστική διάχυση. Το υψόμετρο ως σημαντική κινητήριο δύναμη της αστικής διάχυσης αναφέρουν στις εργασίες τους οι: Sunde et al., (2014), Jawarneh et al., (2015) κ.α.

**Το Θαλάσσιο μέτωπο**, το οποίο ανήκει στις φυσικές κινητήριες δυνάμεις, αναφέρεται στη βιβλιογραφία ως κρίσιμος παράγοντας αστικής διάχυσης. Οι Kamh et al., (2012) επισημαίνουν ότι το θαλάσσιο μέτωπο υπήρξε καθοριστικός παράγοντας της ταχείας αστικοποίησης και της επακόλουθης αστικής διάχυσης κατά μήκος της ακτογραμμής στην πόλη Χουργκάντα της Αιγύπτου, μεταμορφώνοντάς την από μικρό ψαροχώρι σε σημαντικό τουριστικό και αστικό κέντρο. Οι Lagarias & Stratigea (2023), πραγματεύονται το φαινόμενο της αστικής διάχυσης στις μεσογειακές παράκτιες περιοχές αναλύοντας το πως η ελκυστικότητα των περιοχών αυτών για οικιστικούς, εμπορικούς και ψυχαγωγικούς σκοπούς σε συνδυασμό με τις πιέσεις από την τουριστική ανάπτυξη συμβάλλουν στο φαινόμενο της αστικής διάχυσης κατά μήκος της ακτογραμμής. Το θαλάσσιο μέτωπο ως σημαντική κινητήριο δύναμη της αστικής διάχυσης αναφέρουν στις εργασίες τους οι: Romano & Zullo (2014), Pardo-García & Mérida-Rodríguez (2018) κ.α.

**Οι περιοχές φυσικού κάλους/προστατευόμενες περιοχές**, οι οποίες ανήκουν στις φυσικές κινητήριες δυνάμεις, μπορούν να λειτουργήσουν ταυτόχρονα ως περιοχές περιορισμού της αστικής διάχυσης και ως περιοχές έλξης. Ως περιοχές περιορισμού δημιουργούν ένα φυσικό εμπόδιο στην αστική διάχυση αλλά ταυτόχρονα λόγω του φυσικού κάλους προσελκύουν ανάπτυξη στην περιφέρειά τους. Πιο συγκεκριμένα, οι Wittemyer et al., (2008) διαπιστώνουν ότι οι προστατευόμενες περιοχές προσελκύουν αντι να απωθούν την οικιστική ανάπτυξη, με τον ρυθμό αύξησης του πληθυσμού στα σύνορά τους να είναι σχεδόν διπλάσιος από τον μέσο όρο ανάπτυξης της υπαίθρου. Την άποψη ότι η εγγύτητα σε προστατευόμενες περιοχές αυξάνει την οικιστική ανάπτυξη εκφέρουν οι Brambilla & Ronchi (2016) σύμφωνα με την έρευνά τους στην Λομβαρδία της Ιταλίας, με την οποία η έλξη που ασκούν τα πάρκα αυξάνει επίσης τη ζήτηση για κατοικία με αποτέλεσμα να επηρεάζονται οι τοπικοί οικότοποι της άγριας ζωής. Τις προστατευόμενες περιοχές/περιοχές φυσικού κάλους ως κινητήριες δυνάμεις της αστικής διάχυσης αναφέρουν στις εργασίες τους οι Mcdonald et al. (2009), οι Koprowska et al (2020) κ.α.

### Βιβλιογραφία κεφαλαίου 13

- Barnes, K. B., Morgan III, J. M., Roberge, M. C., & Lowe, S. (2001). Sprawl development: its patterns, consequences, and measurement. *Towson University, Towson, 1*, 24.
- Bart, I. L. (2010). Urban sprawl and climate change: A statistical exploration of cause and effect with policy option for the EU. *Land Use Policy*, 27(2), 283-292
- Bhatta, B. (2010). *Analysis of urban growth and sprawl from remote sensing data*. Springer Science & Business Media.
- Boitier, V. (2018). The role of labor market structure in urban sprawl. *Regional Science and Urban Economics*, 73, 83-98.
- Boyatzis, R. E. (1998). *Transforming qualitative information: Thematic analysis and code development*. sage.
- Brambilla, M., & Ronchi, S. (2016). The park-view effect: Residential development is higher at the boundaries of protected areas. *Science of the Total Environment*, 569, 1402-1407
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative research in psychology*, 3(2), 77-101.
- Brinkmann, S. (2014). Unstructured and semi-structured interviewing. *The Oxford handbook of qualitative research*, 2, 277-299.
- Burchell, R. W., Listokin, D., & Phillips, H. (1997). The costs of sprawl-revisited
- Bürgi, M., Hersperger, A.M. & Schneeberger, N., (2004). Driving forces of landscape change – current and new directions. *Landscape ecology* 19, pp. 857-868.
- Chorianopoulos, I., Pagonis, T., Koukoulas, S., & Drymoniti, S. (2010). Planning, competitiveness and sprawl in the Mediterranean city: The case of Athens. *Cities*, 27(4), 249-259.
- Congedo, L., & Macchi, S. (2015). The demographic dimension of climate change vulnerability: exploring the relation between population growth and urban sprawl in Dar es Salaam. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 13, 1-10.
- Couch, C., Petschel-Held, G., & Leontidou, L. (Eds.). (2008). *Urban sprawl in Europe: landscape, land-use change and policy*. John Wiley & Sons.



Deng, Y., & Srinivasan, S. (2016). Urban land use change and regional access: A case study in Beijing, China. *Habitat international*, 51, 103-113.

Dewan, A. M., & Yamaguchi, Y. (2009). Land use and land cover change in Greater Dhaka, Bangladesh: Using remote sensing to promote sustainable urbanization. *Applied geography*, 29(3), 390-401.

Downs, A. (1999). Some realities about sprawl and urban decline. *Housing policy debate*, 10, 955-973.

Feng, J., Lichtenberg, E., & Ding, C. (2015). Balancing act: Economic incentives, administrative restrictions, and urban land expansion in China. *China Economic Review*, 36, 184-197.

Guastella, G., Pareglio, S., & Sckokai, P. (2017). A spatial econometric analysis of land use efficiency in large and small municipalities. *Land Use Policy*, 63, 288-297.

Guan, D., He, X., He, C., Cheng, L., & Qu, S. (2020). Does the urban sprawl matter in Yangtze River Economic Belt, China? An integrated analysis with urban sprawl index and one scenario analysis model. *Cities*, 99.

Han, Y., & Jia, H. (2017). Simulating the spatial dynamics of urban growth with an integrated modeling approach: A case study of Foshan, China. *Ecological Modelling*, 353, 107-116.

Hersperger, A. M., & Bürgi, M. (2007). Driving forces of landscape change in the urbanizing Limmat valley, Switzerland. In *Modelling land-use change* (pp. 45-60). Springer, Dordrecht.

Irwin, E. G., & Bockstael, N. E. (2007). The evolution of urban sprawl: Evidence of spatial heterogeneity and increasing land fragmentation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(52), 20672-20677

Jawarneh, R. N., Julian, J. P., & Lookingbill, T. R. (2015). The influence of physiography on historical and future land development changes: A case study of central Arkansas (USA), 1857–2030. *Landscape and Urban Planning*, 143, 76-89

Joffe, H., & Yardley, L. (2003). Chapter four: content and thematic analysis. *Research Methods for Clinical and Health Psychology*. Marks D, Yardley L (ed): Sage Publications, London, 56-68.

Kamh, S., Ashmawy, M., Kiliyas, A., & Christaras, B. (2012). Evaluating urban land cover change in the Hurghada area, Egypt, by using GIS and remote sensing. *International Journal of Remote Sensing*, 33(1), 41-68

Kang, S., Choi, J., Yoon, H., & Choi, W. (2019). Changes in the extent and distribution of urban land cover in the Democratic People's Republic of Korea (North Korea) between 1987 and 2010. *Land Degradation & Development*, 30(16), 2009-2017.

Katz, B. (2002). Smart growth: The future of the American metropolis?. *LSE STICERD Research Paper No. CASE058*.

Keivani, R., & Mattingly, M. (2007). The interface of globalization and peripheral land in the cities of the south: implications for urban governance and local economic development. *International Journal of Urban and Regional Research*, 31(2), 459-474.

Koprowska, K., Łaszkiewicz, E., & Kronenberg, J. (2020). Is urban sprawl linked to green space availability?. *Ecological Indicators*, 108, 105723

Kuang, W., Chi, W., Lu, D., & Dou, Y. (2014). A comparative analysis of megacity expansions in China and the US: Patterns, rates and driving forces. *Landscape and urban planning*, 132, 121-135.

Kuang, W. (2020). National urban land-use/cover change since the beginning of the 21st century and its policy implications in China. *Land Use Policy*, 97, 104747.

Kunstler, J. H. (1994). *Geography of nowhere: The rise and decline of america's man-made landscape*. Simon and Schuster.

Lagarias, A., & Stratigea, A. (2023). Coastalization patterns in the Mediterranean: A spatiotemporal analysis of coastal urban sprawl in tourism destination areas. *GeoJournal*, 88(3), 2529-2552.

Li, G., & Li, F. (2019). Urban sprawl in China: Differences and socioeconomic drivers. *Science of The Total Environment*, 673, 367-377

Li, H., Wei, Y. D., Liao, F. H., & Huang, Z. (2015). Administrative hierarchy and urban land expansion in transitional China. *Applied Geography*, 56, 177-186

Li, W., Wu, C., & Zang, S. (2014). Modeling urban land use conversion of Daqing City, China: a comparative analysis of “top-down” and “bottom-up” approaches. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 28, 817-828.

Liu, D., Clarke, K. C., & Chen, N. (2020). Integrating spatial nonstationarity into SLEUTH for urban growth modeling: A case study in the Wuhan metropolitan area. *Computers, Environment and Urban Systems*, 84, 101545.

Luo, J., Xing, X., Wu, Y., Zhang, W., & Chen, R. S. (2018). Spatio-temporal analysis on built-up land expansion and population growth in the Yangtze River Delta Region, China: From a coordination perspective. *Applied Geography*, 96, 98-108.

- McDonald, R. I., Forman, R. T., Kareiva, P., Neugarten, R., Salzer, D., & Fisher, J. (2009). Urban effects, distance, and protected areas in an urbanizing world. *Landscape and Urban Planning*, 93(1), 63-75.
- McDowell, L. (1998). Elites in the City of London: some methodological considerations. *Environment and planning A*, 30(12), 2133-2146.
- Miao, J. T., & Phelps, N. A. (2022). Urban sprawl as policy sprawl: Distinguishing Chinese capitalism's suburban spatial fix. *Annals of the American Association of Geographers*, 112(4), 1179-1194.
- Nassar, A. K., Blackburn, G. A., & Whyatt, J. D. (2014). Developing the desert: The pace and process of urban growth in Dubai. *Computers, Environment and Urban Systems*, 45, 50-62.
- Natow, R. S. (2020). The use of triangulation in qualitative studies employing elite interviews. *Qualitative research*, 20(2), 160-173.
- Nechyba, T. J., & Walsh, R. P. (2004). Urban Sprawl. *Journal of Economic Perspectives*, 18(4), 177-200
- Nowell, L. S., Norris, J. M., White, D. E., & Moules, N. J. (2017). Thematic analysis: Striving to meet the trustworthiness criteria. *International journal of qualitative methods*, 16(1), 1609406917733847.
- Osman, T., Divigalpitiya, P., & Arima, T. (2016). Driving factors of urban sprawl in Giza Governorate of Greater Cairo Metropolitan Region using AHP method. *Land use policy*, 58, 21-31.
- Oueslati, W., Alvanides, S., & Garrod, G. (2015). Determinants of urban sprawl in European cities. *Urban studies*, 52(9), 1594-1614.
- Pardo-García, S., & Mérida-Rodríguez, M. (2018). Physical location factors of metropolitan and rural sprawl: Geostatistical analysis of three Mediterranean areas in Southern Spain. *Cities*, 79, 178-186
- Romano, B., & Zullo, F. (2014). The urban transformation of Italy's Adriatic coastal strip: Fifty years of unsustainability. *Land use policy*, 38, 26-36.
- Simwanda, M., Murayama, Y., & Ranagalage, M. (2020). Modeling the drivers of urban land use changes in Lusaka, Zambia using multi-criteria evaluation: An analytic network process approach. *Land Use Policy*, 92, 104441.
- Sudhira, H., Ramachandra, T., & Jagadish, K. (2003). Urban sprawl pattern recognition and modelling using GIS. Paper presented at the Map India Conference 2003

Sunde, M. G., He, H. S., Zhou, B., Hubbart, J. A., & Spicci, A. (2014). Imperviousness Change Analysis Tool (I-CAT) for simulating pixel-level urban growth. *Landscape and urban planning*, 124, 104-108.

Tavares, A. O., Monteiro, M., Barros, J. L., & Santos, P. P. (2019). Long-term land-use changes in small/medium-sized cities. Enhancing the general trends and local characteristics. *European Planning Studies*, 27(7), 1432-1459.

Torrens, P. M., & Alberti, M. (2000). Measuring sprawl.

Wittemyer, G., Elsen, P., Bean, W. T., Burton, A. C. O., & Brashares, J. S. (2008). Accelerated human population growth at protected area edges. *Science*, 321(5885), 123-126.

Wu, H., Lin, A., Xing, X., Song, D., & Li, Y. (2021). Identifying core driving factors of urban land use change from global land cover products and POI data using the random forest method. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 103, 102475.

Xu, Y., McNamara, P., Wu, Y., & Dong, Y. (2013). An econometric analysis of changes in arable land utilization using multinomial logit model in Pinggu district, Beijing, China. *Journal of environmental management*, 128, 324-334.

## Κεφάλαιο 14

### Μελέτη περίπτωσης: Ανάλυση των δυνάμεων μετασχηματισμού της αστικής διάχυσης μέσω της ανάλυσης παλινδρόμησης

#### 14.1 Εισαγωγή

Η ανάλυση παλινδρόμησης (regression analysis) παίζει καθοριστικό ρόλο στην κατανόηση και τη μοντελοποίηση της αστικής διάχυσης προσφέροντας ένα ισχυρό πλαίσιο για τη διερεύνηση της αλληλεπίδρασης των κινητηρίων δυνάμεων. Η ανάλυση παλινδρόμησης χρησιμοποιείται συχνά στις μελέτες αστικής διάχυσης για την ποσοτική αξιολόγηση του τρόπου με τον οποίο οι κινητήριες δυνάμεις συμβάλλουν στην αστική διάχυση (Jensen et al. 2005, Hu & Lo 2007, Alsharif & Pradhan, 2014, Yi & Si, 2023).

Η ανάλυση παλινδρόμησης προσφέρει ένα δομημένο πλαίσιο ανάλυσης της πολυπλοκότητας της αστικής διάχυσης βοηθώντας αφενός στον εντοπισμό των πιο σημαντικών κινητηρίων δυνάμεων της αστικής διάχυσης και αφετέρου παρέχοντας πληροφορίες για την ίδια την δυναμική της διάχυσης. Το παραπάνω μπορεί να επιτευχθεί με την ενσωμάτωση διαφόρων επεξηγηματικών μεταβλητών. Συγκεκριμένα, οι κινητήριες δυνάμεις (φυσικές, πολιτιστικές, πολιτικές, οικονομικές και τεχνολογικές) αντιμετωπίζονται στο μοντέλο ως ανεξάρτητες μεταβλητές ενώ η αστική διάχυση ως εξηρημένη μεταβλητή. Στη συνέχεια, επιλέγεται το κατάλληλο μοντέλο παλινδρόμησης για τα εμπειρικά δεδομένα, οδηγώντας στην εκτίμηση της επιρροής των κινητηρίων δυνάμεων στην αστική διάχυση. Η χρησιμότητα της παλινδρόμησης εκτείνεται πέρα από τον ποιοτικό προσδιορισμό των κινητηρίων δυνάμεων, επιτρέποντας τόσο την προσομοίωση όσο και την πρόβλεψη της αστικής διάχυσης (Hu & Lo, 2007, Stathakis, 2016).

Θεμελιώδης πτυχή της χρήσης της ανάλυσης παλινδρόμησης στον προσδιορισμό και την πρόβλεψη της αστικής διάχυσης αποτελεί η επιλογή του κατάλληλου μοντέλου παλινδρόμησης το οποίο θα είναι σε θέση να απεικονίσει με ακρίβεια την πολυπλοκότητα της δυναμικής της διάχυσης αλλά και την πρόβλεψη.

Στο παρόν κεφάλαιο εξετάζεται η δυνατότητα χρήσης δύο χαρακτηριστικών μοντέλων παλινδρόμησης: του μοντέλου της Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης (Multiple Linear Regression) και του μοντέλου της Χωρικής Υστέρησης ή Χωρικά Αυτοπαλίνδρομο μοντέλου (Spatial Autoregression model), με στόχο να προσδιοριστεί η προσέγγιση μοντελοποίησης η οποία αποτυπώνει καλύτερα την πολυπλοκότητα της αστικής διάχυσης. Το μοντέλο της Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης παρέχει ένα θεμελιώδες πλαίσιο αξιολογώντας τις γραμμικές σχέσεις μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών/κινητηρίων δυνάμεων και της αστικής διάχυσης, ενώ το μοντέλο της Χωρικής Υστέρησης ή Χωρικά Αυτοπαλίνδρομο μοντέλο

εισαγάγει τη χωρική διάσταση εξετάζοντας όχι μόνο τις άμεσες επιδράσεις των ανεξάρτητων μεταβλητών αλλά και τις έμμεσες επιδράσεις λόγω χωρικής υστέρησης της εξαρτημένης μεταβλητής.

Μετά από προσεκτική εξέταση τόσο των αποτελεσμάτων των μοντέλων για κάθε έτος αναφοράς όσο και των αντίστοιχων διαγνωστικών τους μετρήσεων, προτιμήθηκε το μοντέλο της Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης λόγω της ευρωστίας και της ερμηνευτικότητάς του στο πλαίσιο των δεδομένων. Η διαδικασία εντοπισμού και ερμηνείας των πιο σημαντικών κινητηρίων δυνάμεων καθώς και η μέτρηση και ποσοτικοποίηση των επιπτώσεών τους στην αστική διάχυση πραγματοποιήθηκε μέσω του επιλεγθέντος μοντέλου της Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης. Η απεικόνιση της προβλεπόμενης αστικής διάχυσης για κάθε έτος αναφοράς ολοκληρώνει την ανάλυση παρέχοντας πολύτιμες πληροφορίες αναφορικά με τη χρονική δυναμική της διάχυσης καθώς και του τρόπου με τον οποίο το φαινόμενο εξελίσσεται κατά τη διάρκεια των τριαντατεσσάρων ετών στην περιοχή μελέτης. Τα μοντέλα και οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με το πρόγραμμα Stata.

## **14.2 Μεθοδολογία Στρατηγικής Δειγματοληψίας**

Για τη διερεύνηση των κινητηρίων δυνάμεων της αστικής διάχυσης στην περιοχή μελέτης είναι απαραίτητο να επιλεγεί μια ικανή στρατηγική δειγματοληψίας. Η πολύπλοκη φύση της αστικής διάχυσης απαιτεί μια μεθοδολογική προσέγγιση που να αποτυπώνει την πολύπλευρη φύση των αλλαγών και να επιτρέπει τον εντοπισμό και την ποσοτικοποίηση των κινητηρίων δυνάμεων, διασφαλίζοντας ότι το δείγμα αντιπροσωπεύει με ακρίβεια την ποικιλομορφία και την ετερογένεια της περιοχής μελέτης. Για το δείγμα επιλέχθηκαν 300 σημεία, χρησιμοποιώντας μια μικτή προσέγγιση που συνδυάζει τεχνικές τυχαίας και σκόπιμης δειγματοληψίας προκειμένου να επιτευχθεί μια ολοκληρωμένη ανάλυση της αστικής διάχυσης.

Η επιλογή των 300 σημείων ως το βέλτιστο μέγεθος δείγματος επιτρέπει να συμπεριληφθούν αρκετές ανεξάρτητες μεταβλητές χωρίς τον κίνδυνο υπερπροσαρμογής, τηρώντας την συνιστώμενη κατευθυντήρια γραμμή των 10-20 παρατηρήσεων ανά μεταβλητή. Το σύνολο των 300 σημείων επιτρέπει μια στατιστικά σημαντική αναπαράσταση της περιοχής μελέτης, διασφαλίζοντας ότι τόσο οι αστικοποιημένες περιοχές όσο και οι περιοχές της αγροτικής γης αντιπροσωπεύονται επαρκώς. Επιπροσθέτως, το σύνολο των 300 σημείων εξισορροπεί την ανάγκη για ένα λεπτομερές σύνολο δεδομένων με τους περιορισμούς της συλλογής και ανάλυσης δεδομένων. Αυτό το μέγεθος δείγματος είναι διαχειρίσιμο τόσο για την συλλογή δεδομένων όσο και για την επακόλουθη στατιστική μοντελοποίηση, καθιστώντας το μια ρεαλιστική επιλογή για το πεδίο και τους πόρους της διατριβής.

**Στρατηγική δειγματοληψίας:** Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, η στρατηγική δειγματοληψίας χρησιμοποιεί μια μικτή προσέγγιση που συνδυάζει την αντικειμενικότητα της τυχαίας δειγματοληψίας με την ειδίκευση της σκόπιμης δειγματοληψίας. Συγκεκριμένα, 200 σημεία επιλέχθηκαν μέσω του προγράμματος

ArcGIS Pro (create random points) έτσι ώστε να διασφαλιστεί η τυχαιότητα του δείγματος παρέχοντας μια αμερόληπτα σταθερή βάση για τη γενίκευση των ευρημάτων, ενώ 100 σημεία τοποθετήθηκαν στρατηγικά σε περιοχές αλλαγών στις χρήσεις/ κάλυψη γης, ιδιαίτερα από γεωργική γη σε αστική. Η συγκεκριμένη στόχευση επιτρέπει την εστίαση σε περιοχές κρίσιμου ενδιαφέροντος στις οποίες οι επιπτώσεις της αστικής διάχυσης είναι εντονότερες. Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται μια ισόρροπη εξέταση της αστικής διάχυσης και των κινητηρίων δυνάμεων στην περιοχή μελέτης, διασφαλίζοντας ότι το σύνολο των δεδομένων δεν είναι μόνο αντιπροσωπευτικό αλλά και εμπλουτισμένο με παρατηρήσεις από περιοχές ειδικού ενδιαφέροντος. Τα 300 σημεία της δειγματοληψίας απεικονίζονται στο χάρτη που ακολουθεί:

**Χάρτης 14.1: Σημεία δειγματοληψίας**



300 σημεία δείγματος με υπόβαθρο οδικό δίκτυο

Πηγή: *Ιδία επεξεργασία.*

## 14.3 Οι μεταβλητές της αστικής διάχυσης

### 14.3.1 Εξαρτημένη μεταβλητή

Ως αναπόσπαστο τμήμα και φυσική εκδήλωση της αστικής διάχυσης, η πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας επιλέγεται ως εξαρτημένη μεταβλητή. Η πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας αποτυπώνει ουσιαστικά την αστική διάχυση και την ένταση των αλλαγών στις χρήσεις/ κάλυψη γης (Angel et al., 2011). Η πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας, ως ποσοτικοποιημένη μεταβλητή, αντανακλά άμεσα το αποτέλεσμα των κινητηρίων δυνάμεων στην περιοχή μελέτης. (Elangovan & Krishnaraaju, 2023)

Στην περίπτωση της παρούσας διδακτορικής διατριβής χρησιμοποιείται η πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας σε διαφορετικά χρονικά διαστήματα, το 1981, το 1991, το 2001 και το 2015, προσφέροντας μια διαχρονική προσέγγιση της δυναμικής της

αστικής διάχυσης και των κινητηρίων δυνάμεων της περιοχής μελέτης στο διάστημα των τριαντατεσσάρων ετών.

#### 14.3.2 Οι ανεξάρτητες μεταβλητές

Ως ανεξάρτητες μεταβλητές για την ανάλυση παλινδρόμησης χρησιμοποιούνται οι κινητήριες δυνάμεις που αναδείχθηκαν από τις συνεντεύξεις με τους προνομιακούς συνομιλητές και είναι σύμφωνες με το εννοιολογικό πλαίσιο των κινητηρίων δυνάμεων κατά Bürgi et al., (2004) και Hersperger & Bürgi, (2007) όπως αναλύθηκαν στο κεφάλαιο 13.4. Οι μεταβλητές αυτές, ως κινητήριες δυνάμεις, επηρεάζουν το μοτίβο, τον ρυθμό και την ένταση της αστικής διάχυσης.

**Η πληθυσμιακή πυκνότητα:** αποτελεί μια από τις πλέον κρίσιμες μεταβλητές για την κατανόηση της αστικής διάχυσης, όπως αναδεικνύεται από τους προνομιακούς συνομιλητές και τη διεθνή βιβλιογραφία (Glaeser & Kahn, 2004, Alsharif & Pradhan, 2014, Osman et al., 2016, Elangovan & Krishnaraaju, 2023, Qin et al., 2023). Ανήκει στις πολιτιστικές κινητήριες δυνάμεις σύμφωνα με το εννοιολογικό πλαίσιο των κινητηρίων δυνάμεων. Για την ανάλυση παλινδρόμησης χρησιμοποιήθηκε η πληθυσμιακή πυκνότητα για τα έτη 1981,1991,2001 και 2011

**Η πυκνότητα του οδικού δικτύου:** Οι προνομιακοί συνομιλητές ανέδειξαν τη σχέση μεταξύ μεταφορικής υποδομής και αστικής διάχυσης. Η πυκνότητα του οδικού δικτύου, ως ανεξάρτητη μεταβλητή, σχετίζεται άμεσα με την προσβασιμότητα, την συνδεσιμότητα και την ανάπτυξη υποδομών σε μια περιοχή και ανήκει στις τεχνολογικές κινητήριες δυνάμεις. Επίσης, η πυκνότητα του οδικού δικτύου παρέχει ενδείξεις για το επίπεδο αστικοποίησης αλλά και για τις αλλαγές στις χρήσεις/κάλυψη γης (Baum-Snow, 2007, Giuliano et al., 2012, Garcia-López, 2012, Durantón et al., 2012). Χρησιμοποιήθηκε η πυκνότητα του οδικού δικτύου για τα έτη 1981,1991,2001 και 2011

**Το υψόμετρο:** Το υψόμετρο ως φυσική κινητήριος δύναμη και ανεξάρτητη μεταβλητή παρέχει ενδείξεις για τη μορφολογία της περιοχής μελέτης και αντιπροσωπεύει τους φυσικούς περιορισμούς της αστικής διάχυσης (αυξημένο κόστος υποδομών, κόστος κατασκευής ή πιθανών φυσικών κινδύνων). Το υψόμετρο χρησιμοποιείται συχνά ως ανεξάρτητη μεταβλητή στην ανάλυση παλινδρόμησης της αστικής διάχυσης (Alsharif & Pradhan, 2014, Triantakonstantis et al., 2014, Mohammady & Delavar, 2016, Adhikari et al., 2017)

**Απόσταση από το κέντρο:** Η απόσταση από το κέντρο ως ανεξάρτητη μεταβλητή αντιπροσωπεύει την κινητήριος δύναμη του εμπορίου και των υπηρεσιών (οικονομικές κινητήριες δυνάμεις), που όπως αναλύθηκε διεξοδικά λόγω της μονοκεντρικότητας της πόλης της Πάτρας οι υπηρεσίες αυτές βρίσκονται στην περιοχή του κέντρου. Πολλοί μελετητές χρησιμοποίησαν την απόσταση από το κέντρο στην ανάλυση παλινδρόμησης αστικής διάχυσης (Cheng & Masser, 2003, Sudhira et al., 2004, Travisi et al., 2010, Triantakonstantis et al., 2014, Weilenmann et al., 2017, Adhikari et al., 2017)



**Απόσταση από το θαλάσσιο μέτωπο:** Η απόσταση από το θαλάσσιο μέτωπο, το οποίο ανήκει στις φυσικές κινητήριες δυνάμεις, αναδείχθηκε επίσης από τους προνομιακούς συνομιλητές ως κινητήριο δύναμη και κρίσιμος παράγοντας αστικής διάχυσης. Ιδιαίτερα σημαντική στις παραθαλάσσιες πόλεις, ως ανεξάρτητη μεταβλητή της ανάλυσης παλινδρόμησης (Triantakonstantis et al., 2014), η απόσταση από το θαλάσσιο μέτωπο επηρεάζει το πρότυπο της αστικής ανάπτυξης, τις αξίες γης και τη χωρική κατανομή του πληθυσμού και των υποδομών.

**Απόσταση από τις βιοτεχνικές περιοχές:** Η απόσταση από τις βιοτεχνικές περιοχές ως ανεξάρτητη μεταβλητή αντιπροσωπεύει την κινητήριο δύναμη του εμπορίου και των υπηρεσιών (οικονομικές κινητήριες δυνάμεις), όπως αναδείχθηκε από τους προνομιακούς συνομιλητές. Η μεταβλητή αποδίδει την αλληλεπίδραση μεταξύ βιοτεχνικής ανάπτυξης και αστικής διάχυσης η οποία επηρεάζει επίσης τη ζήτηση για κατοικία και τη ζήτηση για εμπορικούς σκοπούς. Η μεταβλητή έχει χρησιμοποιηθεί σε ανάλυση παλινδρόμησης (Cheng & Masser, 2003).

**Απόσταση από τους κόμβους της Περιμετρικής:** Η απόσταση από τους κόμβους της Περιμετρικής αποτελεί πολύ σημαντική κινητήριο δύναμη της αστικής διάχυσης και ανήκει στις οικονομικές κινητήριες δυνάμεις. Ως ανεξάρτητη μεταβλητή της ανάλυσης παλινδρόμησης, έχει χρησιμοποιηθεί σε πολλές μελέτες εκπεφρασμένη ως απόσταση από κύριους οδικούς άξονες (Cheng & Masser, 2003, Triantakonstantis et al., 2014, Kleemann et al., 2017, Adhikari et al., 2017). Οι μεταφορικές υποδομές μεγάλης κλίμακας αποτελούν βασικά στοιχεία των αστικών και των περιφερειακών μεταφορικών δικτύων διευκολύνοντας την μετακίνηση ανθρώπων και αγαθών. Η απόσταση από τους κόμβους της Περιμετρικής αποτελεί ένδειξη εγγύτητας ενισχύοντας την προσβασιμότητα και την συνδεσιμότητα μεταξύ προαστιακών περιοχών και αστικών κέντρων ενισχύοντας την διάχυση. Οι προνομιακοί συνομιλητές θεωρούν πολύ σημαντική την συγκεκριμένη κινητήριο δύναμη.

**Απόσταση από τις προστατευόμενες περιοχές/περιοχές φυσικού κάλους:** Η απόσταση από τις προστατευόμενες περιοχές/περιοχές φυσικού κάλους αποτελεί κινητήριο δύναμη της αστικής διάχυσης και ανήκει στις φυσικές κινητήριες δυνάμεις. Οι περιοχές αυτές δύναται να λειτουργήσουν ως πόλος έλξης για την αστική διάχυση καθιστώντας τις γύρω περιοχές ιδιαίτερα ελκυστικές για ανάπτυξη. Ως ανεξάρτητη μεταβλητή έχει χρησιμοποιηθεί σε ανάλυση παλινδρόμησης (Brambilla & Ronchi, 2016, Orsi & Le Clec'h, 2023)

**Απόσταση από τις σχολικές μονάδες:** Η απόσταση από τις σχολικές μονάδες αποτελεί ιδιαίτερα σημαντική κινητήριο δύναμη καθώς συνδέεται άμεσα με τις οικιστικές προτιμήσεις και τον τρόπο ζωής, τις τάσεις και τις επιθυμίες. Οι προνομιακοί συνομιλητές θεωρούν προσόν μιας περιοχής να βρίσκεται κοντά σε σχολικές μονάδες, ιδιαίτερα για γονείς με μικρά παιδιά. Ως κινητήριο δύναμη υπάγεται στις πολιτιστικές κινητήριες δυνάμεις και έχει χρησιμοποιηθεί ως ανεξάρτητη μεταβλητή σε ανάλυση παλινδρόμησης (Alsharif & Pradhan, 2014)

**Η χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης:** Ως ανεξάρτητη μεταβλητή, η χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης αντιπροσωπεύει την πολεοδομική πολιτική και τις προτεραιότητες του αστικού σχεδιασμού που υπήρχαν σε συγκεκριμένες χρονικές περιόδους. Από τις δυσκολότερες κινητήριες δυνάμεις να ερμηνευτούν από μια ανάλυση παλινδρόμησης κυρίως λόγω έλλειψης στοιχείων, οι πολιτικές κινητήριες δυνάμεις και ειδικότερα το θεσμικό πλαίσιο, καταλαμβάνουν την πρώτη θέση στη λίστα ιεράρχησης των προνομιακών συνομιλητών. Η μεταβλητή αυτή αποτελεί κρίσιμη παράμετρο καθώς προσφέρει πληροφορίες για την αποτελεσματικότητα των πολιτικών σχεδιασμού, τις προτεραιότητες της αστικής ανάπτυξης και την αλληλεπίδρασή τους με την αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης. Χρήση πολιτικών κινητηρίων δυνάμεων στην ανάλυση παλινδρόμησης χρησιμοποίησαν οι You & Yang, 2017. Luo et al., 2019, Cao et al., 2024 κ.α.

**Οι χρήσεις/κάλυψη γης:** αποτελούν κρίσιμη μεταβλητή για την κατανόηση της αστικής διάχυσης. Πολυάριθμες μελέτες έχουν καταδείξει τον αντίκτυπο των αλλαγών των χρήσεων/κάλυψη γης στη βιοποικιλότητα, το κλίμα, το περιβάλλον, την κοινωνία, την οικονομία και τα οικοσυστήματα. (Tilman et al., 2001, de Sherbinin, 2002, Verburg & Veldkamp, 2005, EEA, 2006, Briassoulis, 2020). Ως ανεξάρτητη μεταβλητή, οι χρήσεις/κάλυψη γης επιτρέπουν τον εντοπισμό των αλλαγών με την πάροδο του χρόνου (Chen et al., 2018, Naikoo et al., 2023), προσδιορίζοντας τις περιοχές της αστικής διάχυσης αλλά και τη σύνθεση της διάχυσης (αστικός ιστός, βιοτεχνική περιοχή, αγροτική γη κ.α.). Για την ανάλυση παλινδρόμησης χρησιμοποιήθηκε η χρήση/κάλυψη γης για τα έτη 1981,1996,2008 και 2015.

### 14.3.3 Τα υπόβαθρα των μεταβλητών της αστικής διάχυσης

Ως υπόβαθρα των μεταβλητών της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας, της πληθυσμιακής πυκνότητας και της πυκνότητας του οδικού δικτύου χρησιμοποιούνται οι χάρτες που παρήχθησαν και αναλύθηκαν στο κεφάλαιο 11 για τα αντίστοιχα έτη αναφοράς. Πιο συγκεκριμένα, επιλέχθηκαν τα δεδομένα που παρήχθησαν στον κλίμακα 60X60μ. καθώς η επιλογή αυτή αντιπροσωπεύει πληρέστερη χωρική ανάλυση σε σχέση με τον κλίμακα 420X420μ. Η ανάλυση στον συγκεκριμένο κλίμακα προσφέρει ακριβείς πληροφορίες σχετικά με τα χωρικά μοτίβα της περιοχής μελέτης, λεπτομερέστερη καταγραφή της μεταβλητότητας και βελτιωμένη ακρίβεια στο μοντέλο παλινδρόμησης. Ως αποτέλεσμα, αποτυπώνονται με τον βέλτιστο τρόπο οι παράγοντες που συμβάλλουν στην αστική διάχυση

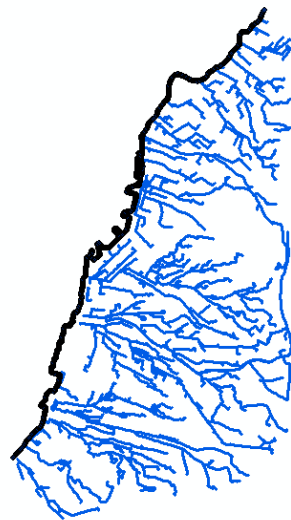
Για την μεταβλητή του υψομέτρου, χρησιμοποιείται το υπόβαθρο του φυσικού αναγλύφου και των κλίσεων, ενώ για τις μεταβλητές των χρήσεων/κάλυψη γης ανά έτος αναφοράς χρησιμοποιούνται τα υπόβαθρα των χρήσεων/κάλυψη γης που παρήχθησαν και αναλύθηκαν στο κεφάλαιο 12. Επίσης, χρησιμοποιείται το υπόβαθρο χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης το οποίο αφορά περιοχές της Πάτρας που εντάχθηκαν στο σχέδιο πόλης μαζί με τις χρονιές της ένταξής τους.

Για τις μεταβλητές των αποστάσεων, απόσταση από το κέντρο, απόσταση από την ακτογραμμή, απόσταση από τις βιομηχανικές περιοχές, απόσταση από τους κόμβους της περιμετρικής Πατρών, απόσταση από τις περιοχές προστασίας, απόσταση από τις σχολικές μονάδες 1981, απόσταση από τις σχολικές μονάδες 1996, απόσταση από τις σχολικές μονάδες 2008 και απόσταση από τις σχολικές μονάδες 2015 δημιουργήθηκαν νέα υπόβαθρα. Τα υπόβαθρα αυτά προέκυψαν από διαδικασίες ανάλυσης δικτύου (network analysis) στο περιβάλλον του ArcGIS. Ως επακόλουθο, παρέχεται μια εξελιγμένη μέθοδος για τη μέτρηση της απόστασης όχι ως ευθεία γραμμή (Euclidean distance) αλλά ως πραγματική γραμμική κίνηση, λαμβάνοντας υπόψη την πολυπλοκότητα του οδικού δικτύου και την κατεύθυνση. Απόρροια των παραπάνω είναι η βελτιωμένη χωρική ακρίβεια και η αναγνώριση της φυσικής κίνησης με αποτέλεσμα να παρέχεται ακριβέστερη μέτρηση της προσβασιμότητας.

#### Σειρά χαρτών 14.2: Μεταβλητές απόστασης



Απόσταση από το κέντρο



Απόσταση από την ακτογραμμή

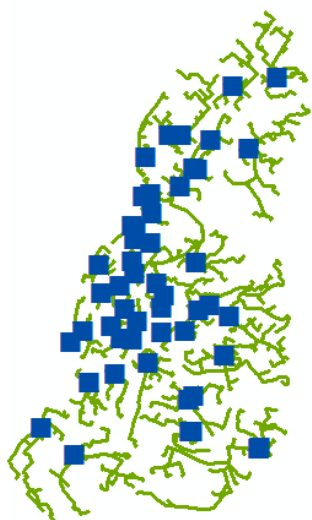


Απόσταση από την βιομηχανική περιοχή

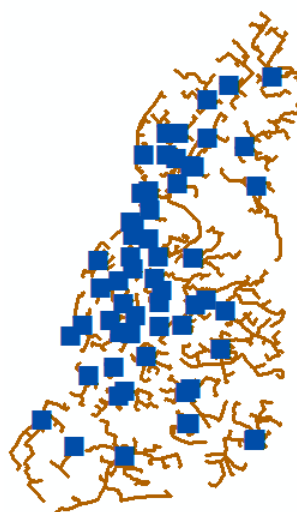


Απόσταση από τους κόμβους της Περιμετρικής

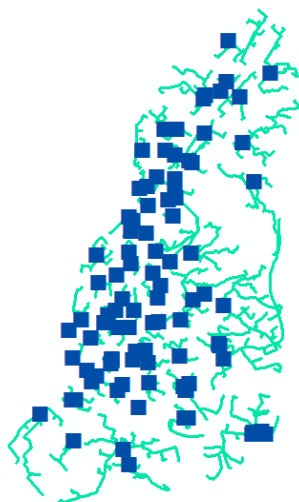
Κεφάλαιο 14- Μελέτη περίπτωσης: Ανάλυση των δυνάμεων μετασχηματισμού της αστικής διάχυσης μέσω της ανάλυσης παλινδρόμησης



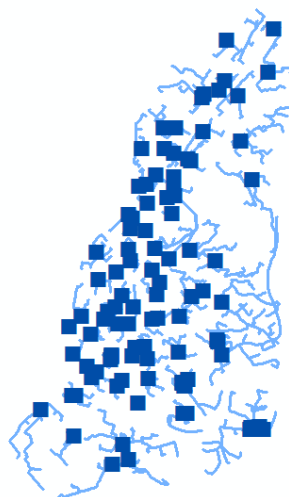
Απόσταση από τις σχολικές μονάδες  
1981



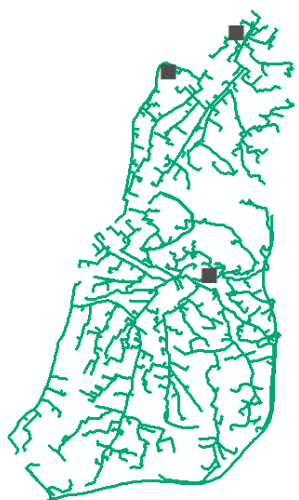
Απόσταση από τις σχολικές μονάδες 1991



Απόσταση από τις σχολικές μονάδες  
2001



Απόσταση από τις σχολικές μονάδες 2015



Απόσταση από τις προστατευόμενες  
περιοχές/ περιοχές φυσικού κάλους  
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Για το υπόβαθρο απόσταση από το κέντρο χρησιμοποιήθηκε ως κέντρο η πλατεία Γεωργίου της Πάτρας. Για το υπόβαθρο απόσταση από την ακτογραμμή χρησιμοποιήθηκε η ακτογραμμή της περιοχής μελέτης, ενώ για το υπόβαθρο απόσταση από τη βιομηχανική περιοχή χρησιμοποιήθηκαν τρία κέντρα που βρίσκονται σε χαρακτηριστικά σημεία του ΒΙΟΠΑ και σε άμεση γειτνίαση με τους άξονες πρόσβασης της περιοχής (γέφυρες σύνδεσης). Πιο συγκεκριμένα πρόκειται για τα σημεία διασταύρωσης με τους άξονες Ευβοίας και Ακρωτηρίου καθώς και με την πλατεία Κενταύρων που χωρίς να συνδέεται με γέφυρα με τις βορειότερες περιοχές, αποτελεί ιδιαίτερα χαρακτηριστικό σημείο της περιοχής. Για το υπόβαθρο απόσταση από τους κόμβους της Περιμετρικής, χρησιμοποιήθηκαν μόνο όσοι κόμβοι ήταν σε λειτουργία μέχρι το 2015. Συγκεκριμένα πρόκειται για τον κόμβο 1 – Ρίο, τον κόμβο 2 – Μποζαΐτικα, τον κόμβο 4 – Εγλυκάδα, τον κόμβο 5 – Γλαύκος και τον κόμβο 6 – Οβρυά. Ο κόμβος 3 παραμένει μέχρι και σήμερα υπό κατασκευή. Για το υπόβαθρο απόσταση από τις προστατευόμενες περιοχές/περιοχές φυσικού κάλους χρησιμοποιήθηκε το κέντρο βάρους των τριών περιοχών προστασίας που προτείνονται από το Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο 2011 (ΦΕΚ 358/ΑΑΠ/30.12.2011): το έλος της Αγυιάς, τις εκβολές του ποταμού Χάραδρου (πλατανόδασος) και το λόφο Διάκου. Οι περιοχές αυτές αναλύονται στο κεφάλαιο «8.4.1 Το φυσικό περιβάλλον». Οι δασικές περιοχές (όπως η περιοχή του Δασυλλίου) δεν χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση καθώς προστατεύονται ισχυρά από τον δασικό νόμο. Τέλος, για τα υπόβαθρα των σχολικών μονάδων χρησιμοποιήθηκαν τα υπόβαθρα «Δημόσια κτιριακή υποδομή» για τα έτη 1981, 1996, 2008 και 2015 τα οποία παρήχθησαν για την αποτύπωση των χρήσεων/κάλυψη γης και περιγράφονται στο κεφάλαιο 12.

Για το υπόβαθρο των χρήσεων/κάλυψη γης χρησιμοποιείται μια γενικευμένη ταξινόμηση της αρχικής. Πιο συγκεκριμένα, η αρχική ταξινόμηση των χρήσεων/κάλυψη γης πραγματοποιήθηκε με 14 κατηγορίες που παρουσιάστηκαν στον πίνακα 12.2 και αντιπροσωπεύει το ευρύ φάσμα χρήσεων γης το οποίο παρουσιάζει η περιοχή μελέτης. Ωστόσο, η λεπτομερής αυτή ακρίβεια δεν είναι αποτελεσματική στο μοντέλο της παλινδρόμησης, καθώς είναι πιθανό να οδηγήσει σε πολυσυγγραμμικότητα και υπερπροσαρμογή. Επιπλέον, η συνιστώμενη κατευθυντήρια γραμμή των 10-20 παρατηρήσεων ανά μεταβλητή υπογραμμίζει την αναγκαιότητα μιας βελτιωμένης προσέγγισης στην επιλογή των μεταβλητών. Ως αποτέλεσμα, οι αρχικές κατηγορίες ενοποιήθηκαν σε ευρύτερες ομαδοποιήσεις οι οποίες διατηρούν τις αρχικές ποιότητες των δεδομένων ενώ μειώνουν τον συνολικό αριθμό των ανεξάρτητων μεταβλητών στο μοντέλο. Στον πίνακα που ακολουθεί αναφέρονται οι αρχικές και νέες κατηγοριοποιήσεις στις χρήσεις/κάλυψη γης που θα χρησιμοποιηθούν στο μοντέλο της παλινδρόμησης

**Πίνακας 14.1: Νέες κατηγορίες Χρήσεις/Κάλυψη γης**

A/A	Όνομα κατηγορίας	Όνομα νέας κατηγορίας	Περιεχόμενο	Νέος κωδικός
1	Λιμένας	Αστικός ιστός	Λιμάνι, Αραιός, Μέτριος και Πυκνός αστικός ιστός, Αθλητικές εγκαταστάσεις, Σχολεία, Νηπιαγωγεία, Νεκροταφεία, Χώροι πολιτισμού, Νοσοκομεία	1
2	Αραιός αστικός ιστός	Αστικός ιστός	Λιμάνι, Αραιός, Μέτριος και Πυκνός αστικός ιστός, Αθλητικές εγκαταστάσεις, Σχολεία, Νηπιαγωγεία, Νεκροταφεία, Χώροι πολιτισμού, Νοσοκομεία	1
3	Μέτριος αστικός ιστός	Αστικός ιστός	Λιμάνι, Αραιός, Μέτριος και Πυκνός αστικός ιστός, Αθλητικές εγκαταστάσεις, Σχολεία, Νηπιαγωγεία, Νεκροταφεία, Χώροι πολιτισμού, Νοσοκομεία	1
4	Πυκνός αστικός ιστός	Αστικός ιστός	Λιμάνι, Αραιός, Μέτριος και Πυκνός αστικός ιστός, Αθλητικές εγκαταστάσεις, Σχολεία, Νηπιαγωγεία, Νεκροταφεία, Χώροι πολιτισμού, Νοσοκομεία	1
5	Εμπόριο/Χονδρεμπόριο/ΒΙΟΠΑ	Εμπόριο/Χονδρεμπόριο/ΒΙΟΠΑ	Εμπόριο, Χονδρεμπόριο, ΒΙΟΠΑ	2

Κεφάλαιο 14- Μελέτη περίπτωσης: Ανάλυση των δυνάμεων μετασχηματισμού της αστικής διάχυσης μέσω της ανάλυσης παλινδρόμησης

6	Αθλητικές εγκαταστάσεις	Αστικός ιστός	Λιμάνι, Αραιός, Μέτριος και Πυκνός αστικός ιστός, Αθλητικές εγκαταστάσεις, Σχολεία, Νηπιαγωγεία, Νεκροταφεία, Χώροι πολιτισμού, Νοσοκομεία	1
7	Δημόσια κτιριακή υποδομή	Αστικός ιστός	Λιμάνι, Αραιός, Μέτριος και Πυκνός αστικός ιστός, Αθλητικές εγκαταστάσεις, Σχολεία, Νηπιαγωγεία, Νεκροταφεία, Χώροι πολιτισμού, Νοσοκομεία	1
8	Πλατείες/Αστικό πράσινο/Ελεύθεροι-αδόμητοι χώροι	Φυσικές και ημιφυσικές περιοχές	Προστατευόμενες περιοχές/Υγροβιότοποι, Δάση και δασικές εκτάσεις, Πλατείες/Αστικό πράσινο/Ελεύθεροι-αδόμητοι χώροι	3
9	Προστατευόμενες περιοχές/Υγροβιότοποι	Φυσικές και ημιφυσικές περιοχές	Προστατευόμενες περιοχές/Υγροβιότοποι, Δάση και δασικές εκτάσεις, Πλατείες/Αστικό πράσινο/Ελεύθεροι-αδόμητοι χώροι	3
10	Δασικές εκτάσεις	Φυσικές και ημιφυσικές περιοχές	Προστατευόμενες περιοχές/Υγροβιότοποι, Δάση και δασικές εκτάσεις, Πλατείες/Αστικό πράσινο/Ελεύθεροι-αδόμητοι χώροι	3
11	Μόνιμες καλλιέργειες	Μόνιμες καλλιέργειες	Μόνιμες καλλιέργειες	4
12	Ελαιοκαλλιέργειες	Ελαιοκαλλιέργειες	Ελαιοκαλλιέργειες	5
13	Άγονες εκτάσεις	Περιοχές μειωμένης χρήσης	Άγονες/βραχώδεις εκτάσεις, Εκτάσεις χωρίς χρήση	6

14	Χωρίς χρήση	Περιοχές μειωμένης χρήσης	Άγονες/βραχώδεις εκτάσεις, Εκτάσεις χωρίς χρήση	6
----	-------------	---------------------------	---	---

Πηγή: *Ιδία επεξεργασία*

Οι κατηγορίες που ενοποιήθηκαν φέρουν παρόμοια χαρακτηριστικά ή αναμενόμενες επιπτώσεις στην αστική διάχυση. Από τις παραπάνω κατηγορίες δεν ομαδοποιήθηκαν οι κατηγορίες Ελαιοκαλλιέργειες και Μόνιμες καλλιέργειες λόγω της ειδικής συνάφειάς τους με τα ερευνητικά ερωτήματα.

Για τη μεταβλητή χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης χρησιμοποιείται το γεωχωρικό σύνολο χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης το οποίο αφορά σε περιοχές της Πάτρας που εντάχθηκαν στο σχέδιο πόλης μαζί με τις χρονιές της ένταξής τους. Οι τριάντα τρεις περιοχές ένταξης κωδικοποιήθηκαν εκ νέου, προκειμένου να αποφευχθεί η πολυσυγγραμικότητα και η υπερπροσαρμογή, στις παρακάτω πέντε κατηγορίες, ανάλογα με την δεκαετία κατά την οποία πραγματοποιήθηκε η ένταξη

**Πίνακας 14.2: Νέες κατηγορίες χρονολογίας ένταξης στο σχέδιο πόλης**

Παλαιό σχέδιο	1
1970-1979	2
1980-1989	3
1990-1999	4
Εκτός σχεδίου	99

Πηγή: *Ιδία επεξεργασία*

## 14.4 Στατιστική Ανάλυση Συνεχών και Κατηγορικών δεδομένων

### 14.4.1 Περιγραφική στατιστική των μεταβλητών

Τα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία των βασικών μεταβλητών που μετέχουν στην ανάλυση παλινδρόμησης των 300 χωρικών σημείων παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί. Ο πίνακας περιλαμβάνει μετρήσεις για το μέσο όρο, τη διάμεσο, την τυπική απόκλιση και το εύρος τιμών προσφέροντας επιπλέον πληροφορίες για τις δυνάμεις μετασχηματισμού της αστικής διάχυσης. Ο πίνακας περιλαμβάνει επίσης την τιμή του συντελεστή μεταβλητότητας (Coefficient of Variation-CV) ο οποίος χρησιμεύει ως μέτρο αξιολόγησης της μεταβλητότητας μιας μεταβλητής και είναι ιδιαίτερα χρήσιμος σε περιπτώσεις σύγκρισης. Εκφράζεται από τον τύπο:

$$CV = (Std. Dev / Mean) \times 100\%$$

και είναι ανεξάρτητος από την μονάδα μέτρησης του χαρακτηριστικού



**Πίνακας 14.3: Στατιστικοί δείκτες συνεχών μεταβλητών**

Μεταβλητή	Έτος	Mean	Median	Std.Dev.	Min	Max	Q1	Q3	CV
Πυκνότητα	1981	0,1059	0,0273	0.1532	0,0000	0,8316	0,0000	0,1505	144.6%
Κτισμένης	1991	0,1339	0,0688	0,1546	0,0000	1,0000	0,0000	0,2107	115.4%
Επιφάνειας	2001	0,1708	0,1430	0,1514	0,0000	1,0000	0,0424	0,2473	88.6%
	2015	0,1970	0,1886	0,1489	0,0000	1,0000	0,0733	0,2853	75.5%
Πληθυσμιακή	1981	0,0075	0,0022	0,0121	0,0000	0,0708	0,0000	0,0097	161.9%
Πυκνότητα	1991	0,0113	0,0056	0,0157	0,0000	0,1036	0,0000	0,0172	139.3%
	2001	0,0164	0,0104	0,0179	0,0000	0,1038	0,0027	0,0240	109.2%
	2011	0,0213	0,0133	0,0224	0,0000	0,1272	0,0047	0,0326	104.8%
Πυκνότητα	1981	0,0124	0,0094	0,0132	0,0000	0,0580	0,0000	0,0205	106.4%
Οδικού	1991	0,0145	0,0146	0,0130	0,0000	0,0580	0,0000	0,0216	89.4%
Δικτύου	2001	0,0157	0,0168	0,0125	0,0000	0,0580	0,0049	0,0224	79.8%
	2015	0,0207	0,0191	0,0116	0,0000	0,0626	0,0123	0,0277	56.1%
Υψόμετρο		54,5426	39,1884	46,0446	1,0001	240.00	19,8968	79,5350	84.4%
Απόσταση	1981	973.20	741.20	720.97	70.72	4477,45	469.19	1340.10	74.0%
από τις	1991	832.78	685.12	571.81	46.88	4477,45	420.76	1177.69	68.6%
σχολικές	2001	738.18	575.73	561.02	11,73	4477,45	348.28	1020.62	76.0%
μονάδες	2015	711,06	557,70	552,71	11,73	4477,45	327,57	980,03	77.7%
Απόσταση		4225,83	4365,69	1677,83	222,99	8371,39	3062,91	5481,95	39.7%
από το									
κέντρο									
Απόσταση		2379,10	2088,52	1557,27	0,86	8033,15	1157,34	3266,64	65.4%
από την									
ακτογραμμή									
Απόσταση		4976,18	4528,25	2918,42	197,25	11263,38	2524,11	7397,91	58.6%
από τις									
βιομηχανικές									
περιοχές									
Απόσταση		3541,74	3657,38	1198,32	467,39	6581,05	2663,16	4395,30	33.8%
από τους									
κόμβους της									
Περιμετρικής									
Απόσταση		3546,96	3244,52	1999,42	59,23	13321,52	2239,09	4366,23	56.3%
από τις									
προστατευό-									
μενες									
περιοχές									

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

**Πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας:** Το 1981 η πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας ήταν χαμηλή με τιμή 0,1059 και η τυπική απόκλιση υψηλή σε σχέση με τον μέσο όρο υποδεικνύοντας σημαντική μεταβλητότητα στην πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας σε διαφορετικές περιοχές. Επίσης, οι τιμές της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας δείχνουν ότι ακόμη και το πιο πυκνοδομημένο σημείο δεν είχε πλήρως δομηθεί. Ο συντελεστής διακύμανσης είναι πολύ υψηλός με τιμή 144,6%, υπογραμμίζοντας περαιτέρω τις διαφορές στην πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας. Η εικόνα παρουσιάζει την περιοχή μελέτης στο πρώιμο στάδιο της ανάπτυξης, με την

περιοχή του κέντρου να είναι πυκνοδομημένη και το μεγαλύτερο μέρος να είναι αραιά και εξαιρετικά αραιά δομημένο. Το 1991 παρατηρείται αύξηση της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας τόσο στη μέση τιμή όσο και στη διάμεσο. Η τυπική απόκλιση παραμένει περίπου ίδια με το 1981, υποδεικνύοντας υψηλή μεταβλητότητα, παρά την ελαφρά μείωση του συντελεστή μεταβλητότητας. Η ανοδική τάση ανάπτυξης συνεχίζεται και το 2001 με τις αυξήσεις της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας να υποδηλώνουν περαιτέρω εντατικοποίηση της αστικής διάχυσης, με περισσότερες περιοχές να ενσωματώνονται σε αστικές ή προαστιακές ζώνες. Η μείωση του συντελεστή μεταβλητότητας στο 88,6% υποδηλώνει μια τάση για ενίσχυση της σταθερότητας στην κατανομή των τιμών.

Το 2015 η αυξητική τάση στην πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας συνεχίζεται, με τη μέση τιμή να φτάνει στο 0,1970 και τη διάμεσο να αυξάνεται στο 0,1886 υποδηλώνοντας ότι περισσότερα σημεία είχαν υψηλότερη αναλογία δομημένης επιφάνειας. Η αύξηση των τιμών Q1 και Q3 ενισχύει την παρατήρηση ότι η κτισμένη επιφάνεια έχει επεκταθεί στην περιοχή μελέτης, διευρύνοντας το εύρος των τεταρτημορίων. Η τιμή του συντελεστή μεταβλητότητας υπογραμμίζει ότι η διάχυση έχει φτάσει στις λιγότερο αναπτυγμένες περιοχές.

Τα παραπάνω αποτυπώνουν ένα σαφές μοτίβο αστικής διάχυσης σύμφωνα με το οποίο σε κάθε περίοδο αναφοράς (1981,1991,2001 και 2015) η περιοχή μελέτης παρουσιάζει αύξηση της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας με τις προηγούμενες λιγότερο αστικοποιημένες περιοχές να αστικοποιούνται όλο και περισσότερο. Η διεύρυνση του εύρους των τεταρτημορίων υπογραμμίζει την αυξημένη ετερογένεια του χωρικού προτύπου υποδηλώνοντας αστική διάχυση από τον πυρήνα της περιοχής μελέτης προς την περιφέρεια.

**Πληθυσμιακή πυκνότητα:** Το 1981 περισσότερα από τα μισά σημεία είχαν χαμηλή πληθυσμιακή πυκνότητα σε σχέση με τη μέση πυκνότητα. Η υψηλή τυπική απόκλιση σε σχέση με τη μέση τιμή δείχνουν ότι ορισμένες περιοχές είχαν σημαντικά υψηλότερη πληθυσμιακή πυκνότητα (αστικό κέντρο). Ο εξαιρετικά υψηλός συντελεστής μεταβλητότητας 161.9% υπογραμμίζει αυτήν την άνιση κατανομή του πληθυσμού, με πολύ μεγάλες εκτάσεις να έχουν ελάχιστο πληθυσμό. Το 1991 παρατηρήθηκε συνολική αύξηση της πληθυσμιακής πυκνότητας όπως φαίνεται από τη μέση τιμή και από τη διάμεσο. Το παραπάνω αποτελεί χαρακτηριστικό της απαρχής της προαστιακής ανάπτυξης καθώς οι αστικές περιοχές ξεκίνησαν να εξαπλώνονται προς τα έξω. Ο συντελεστής μεταβλητότητας με τιμή 139,3% συνεχίζει να είναι υψηλός καθώς η εξάπλωση του πληθυσμού παραμένει άνιση. Η πληθυσμιακή πυκνότητα συνεχίζει να αυξάνει το 2001 μαζί με τις μέγιστες τιμές υποδεικνύοντας περιοχές υψηλής πυκνότητας, καθώς ο πληθυσμός διασπείρεται στα προάστια. Η τυπική απόκλιση και η μειωμένη τιμή του συντελεστή μεταβλητότητας 109.2% δείχνει ότι αν και υπάρχει τάση προς μια περισσότερο ομογενοποιημένη περιοχή, η διακύμανση παραμένει υψηλή. Το 2011 παρατηρείται νέα αύξηση της πληθυσμιακής πυκνότητας, με τις υπόλοιπες τιμές να δείχνουν ότι ο πληθυσμός έχει επεκταθεί προς τα έξω και έχει γίνει πυκνότερος.

Τα παραπάνω στατιστικά στοιχεία υπογραμμίζουν ένα μοτίβο εντατικοποίησης της πληθυσμιακής πυκνότητας που βρίσκεται σε συμφωνία με το μοτίβο της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας. Το τυπικό μοτίβο της αστικής διάχυσης ξεκινά με τον πληθυσμό να συγκεντρώνεται στο παλαιό σχέδιο πόλης και να επεκτείνεται προς τα έξω, σε περιοχές οι οποίες στη συνέχεια αστικοποιούνται ολοένα και περισσότερο υποδηλώνοντας ένα δυναμικό και εξελισσόμενο αστικό τοπίο στο διάστημα των τριών δεκαετιών.

**Πυκνότητα οδικού δικτύου:** Το 1981 η μέση τιμή της οδικής πυκνότητας 0,0124 υποδεικνύει ότι κατά μέσο όρο υπήρχε χαμηλό επίπεδο υποδομής οδικού δικτύου σε σχέση με την έκταση, ενώ η τιμή της διαμέσου υποδηλώνει ότι ορισμένες περιοχές έχουν υψηλότερη πυκνότητα οδικού δικτύου σε σχέση με άλλες. Η υψηλή τιμή της τυπικής απόκλισης μαζί με τον ιδιαίτερα υψηλό συντελεστή μεταβλητότητας 106.4% υποδηλώνουν σημαντική διακύμανση και άνιση ανάπτυξη. Το 1991 παρατηρείται μικρή αύξηση των υποδομών του οδικού δικτύου με την μειωμένη τιμή του συντελεστή μεταβλητότητας να δείχνει μείωση στην ανισότητα της πυκνότητας του οδικού δικτύου, αν και η τιμή συνεχίζει να παραμένει υψηλή. Το 2001 σημειώθηκαν περαιτέρω αυξήσεις με την μέση τιμή της πυκνότητας του οδικού δικτύου να φτάνει το 0,0157 ενώ η υψηλότερη τιμή της διαμέσου και η μείωση της τυπικής απόκλισης υποδεικνύουν ότι την περίοδο αυτή πραγματοποιείται εκτεταμένη ανάπτυξη σε προαστιακές περιοχές. Τέλος, το 2015 η πυκνότητα του οδικού δικτύου αυξάνει περαιτέρω με την τιμή του συντελεστή μεταβλητότητας 56.1% να αντικατοπτρίζει μια περισσότερο ισόρροπη κατανομή της πυκνότητας του οδικού δικτύου.

Τα στοιχεία αποτυπώνουν ένα μοτίβο αύξησης της πυκνότητας του οδικού δικτύου στο διάστημα των τριαντατεσσάρων ετών το οποίο συνάδει με το φαινόμενο της αστικής διάχυσης. Η σταδιακή αύξηση των τεταρτημορίων υποδεικνύει επίσης αστική διάχυση, καθώς η μεταφορική υποδομή γίνεται όλο και περισσότερο διάχυτη αλλά και πιο πυκνή σε περιοχές στις οποίες η κτισμένη επιφάνεια αυξάνει. Η μετατόπιση του πρώτου και του τρίτου τεταρτημορίου προς τα πάνω με την πάροδο του χρόνου, αντανακλά επίσης τη συνολική τάση αύξησης της πυκνότητας του οδικού δικτύου υποδεικνύοντας την ανάπτυξη υποδομών ακόμη και σε λιγότερο πυκνοκατοικημένες περιοχές. Το παραπάνω συσχετίζεται με την προαστικοποίηση καταδεικνύοντας ότι η αύξηση της πυκνότητας του οδικού δικτύου αποτελεί σημαντικό παράγοντα της αστικής διάχυσης.

**Υψόμετρο:** Το μέσο υψόμετρο των 300 επιλεγμένων σημείων βρίσκεται στα 54,54 μέτρα καθώς η περιοχή μελέτης δεν χαρακτηρίζεται από μεγάλα υψόμετρα, εκτός από την δασική περιοχή που βρίσκεται στις υπώρειες του όρους Παναχαϊκό. Η διάμεσος με υψόμετρο 39,18 μέτρα, υποδηλώνει ότι η πλειονότητα των σημείων βρίσκονται σε χαμηλά υψόμετρα. Ο συντελεστής μεταβλητότητας με τιμή 84,4% υποδηλώνει υψηλές τιμές διασποράς και ένα ευρύ φάσμα τιμών. Το ίδιο επιβεβαιώνεται και από τις τιμές εύρους του υψόμετρου που κυμαίνονται από 1 έως 240 μέτρα. Αυτή η διακύμανση οριοθετείται περαιτέρω από τα μέτρα τεταρτημορίου. Το πρώτο τεταρτημόριο στα 19,89 μέτρα δείχνει ότι το ένα τέταρτο της περιοχής μελέτης βρίσκεται κάτω από αυτό

το υψόμετρο ενώ το τρίτο τεταρτημόριο στα 79,53 μέτρα δείχνει ότι τα τρία τέταρτα της περιοχής βρίσκεται κάτω από αυτό το υψηλότερο υψόμετρο το οποίο περιλαμβάνει κυρίως ήπιες κλίσεις.

**Απόσταση από το κέντρο:** Η αποστάσεις των σημείων από το κέντρο που υπολογίστηκαν με τη διαδικασία της ανάλυσης δικτύου, παρουσιάζουν ένα εύρος τιμών καθώς κάποια σημεία βρίσκονται πλησίον του κέντρου (ελάχιστη απόσταση 222,99μ.) και κάποια άλλα αρκετά μακριά (μέγιστη απόσταση 8.371,40). Η τυπική απόκλιση αντανακλά τη μεταβλητότητα στις αποστάσεις καθώς ενώ πολλά σημεία συγκεντρώνονται κοντά στη μέση απόσταση των 4.200μ. υπάρχουν και πολλά απομακρυσμένα σημεία. Ο συντελεστής μεταβλητότητας με τιμή 39,7% είναι σχετικά υψηλός. Το 25% των σημείων βρίσκονται περίπου εντός 3000μ. από το κέντρο, το 75% των σημείων βρίσκονται περίπου εντός 5500μ. ενώ το ενδοτεταρτημοριακό εύρος (IQR) είναι 2.419μ. παρέχοντας το μέτρο του 50% των δεδομένων. Το μεγάλο εύρος των τιμών υποδηλώνει μια περιοχή με πυκνό κέντρο που διασκορπίζεται γρήγορα.

**Απόσταση από την ακτογραμμή:** Η περιοχή παρουσιάζει διακύμανση της εγγύτητάς της από το θαλάσσιο μέτωπο. Η τιμή της μέσης απόστασης και της διαμέσου υποδηλώνει ότι τα περισσότερα σημεία βρίσκονται κοντά στην ακτογραμμή. Το παραπάνω συμπέρασμα ενισχύεται και από την τιμή του ενδοτεταρτημοριακού εύρους (IQR) περίπου στα 2000μ. Η τυπική απόκλιση 1557,27μ. δεικνύει ότι οι αποστάσεις από την ακτογραμμή ποικίλλουν αρκετά γύρω από τη μέση τιμή ενώ ο συντελεστής μεταβλητότητας (CV) με τιμή 65,4% είναι σχετικά υψηλός, αντικατοπτρίζοντας την ποικιλόμορφη φύση της κατανομής των αποστάσεων μέχρι το θαλάσσιο μέτωπο..

**Απόσταση από τις βιομηχανικές περιοχές:** Η μέση απόσταση είναι 4976μ. καθώς υπάρχει μέτριος διαχωρισμός μεταξύ οικιστικών και βιομηχανικών περιοχών στις χρήσεις/κάλυψη γης με τις βιομηχανικές περιοχές να είναι χωροθετημένες στο νότιο τμήμα της περιοχής μελέτης. Η ελαφρώς μικρότερη διάμεσος δεικνύει ότι περισσότερο από το ήμισυ της περιοχής είναι σχετικά κοντύτερα στις βιομηχανικές περιοχές. Ο συντελεστής μεταβλητότητας με τιμή 58,6% αντικατοπτρίζει την ποικιλομορφία στις αποστάσεις από τις βιομηχανικές περιοχές, ενώ το 25% των σημείων βρίσκονται σε απόσταση 2500μ. περίπου και το 75% βρίσκονται εντός απόστασης 7400μ. περίπου από τις βιομηχανικές περιοχές.

**Απόσταση από τους κόμβους της Περιμετρικής:** Με μέση απόσταση τα 3541,74μ και διάμεσο τα 3657,38μ., η κατανομή είναι σχετικά ομοιόμορφη ενώ η τιμή της τυπικής απόκλισης υποδηλώνει μέτρια διασπορά. Η τιμή του ενδοτεταρτημοριακού εύρους (IQR) είναι 1732,13μ. παρέχοντας ένα ισχυρό μέτρο της μεταβλητότητας των δεδομένων, λιγότερο επηρεασμένο από τις ακραίες τιμές σε σχέση με την τυπική απόκλιση. Τέλος, ο συντελεστής μεταβλητότητας με τιμή 33,8% δείχνει χαμηλότερη μεταβλητότητα σε σύγκριση με άλλες μετρήσεις απόστασης.

**Απόσταση από τις προστατευόμενες περιοχές/περιοχές φυσικού κάλους:** Με μέση απόσταση 3546,96μ., οι περιοχές εξαιτίας της χωροθέτησής τους στα βόρεια και τα

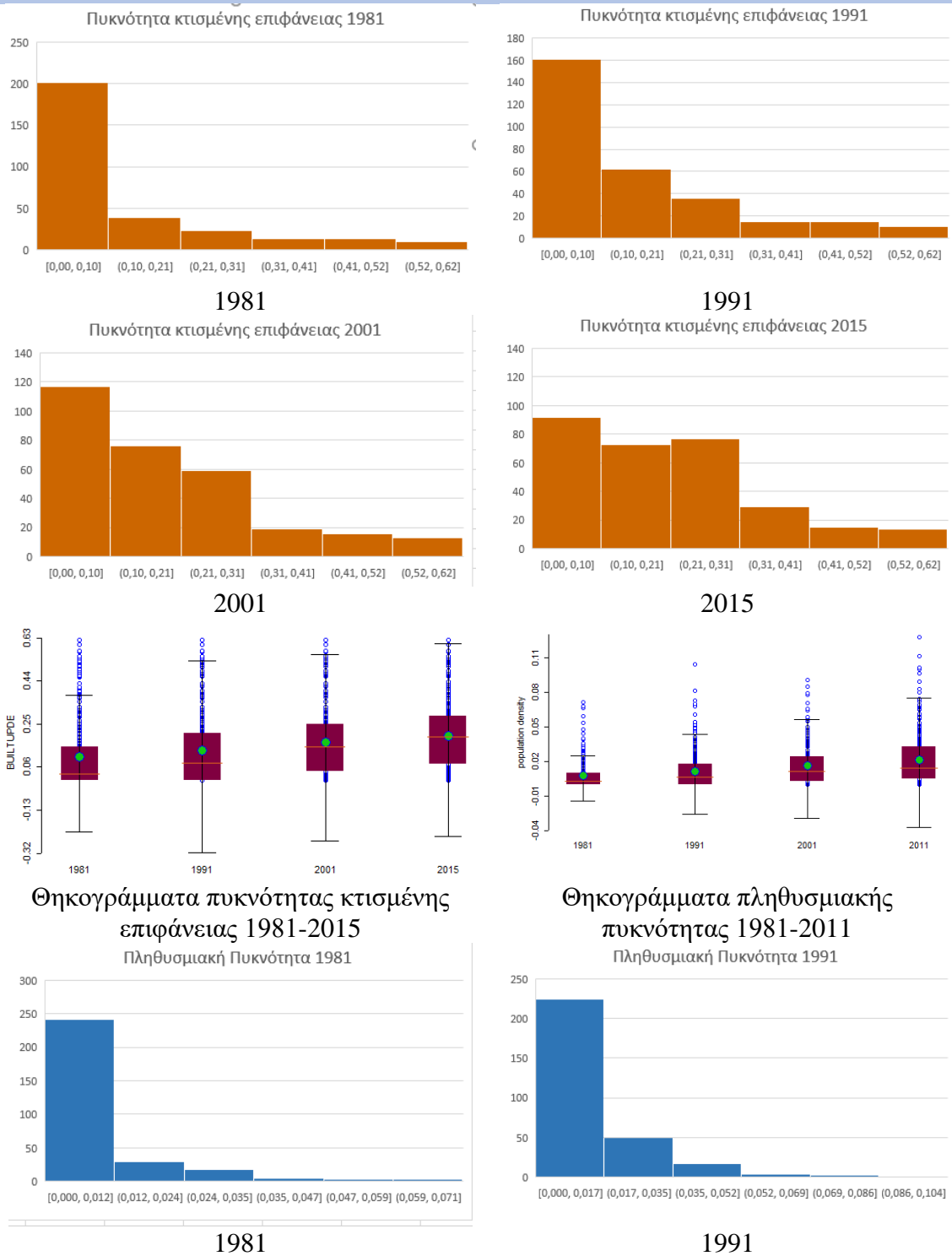
ανατολικά της περιοχής μελέτης, απέχουν μεταξύ τους. Η τιμή της τυπικής απόκλισης δηλώνει ότι άλλα σημεία βρίσκονται κοντά σε αυτές τις περιοχές και άλλα μακρύτερα το οποίο επίσης καταδεικνύει ο συντελεστής μεταβλητότητας με τιμή 56,3%. Οι τιμές 2239,09μ. του πρώτου τεταρτημορίου και 4366,23μ. του τρίτου τεταρτημορίου υποδηλώνουν ότι το 50% της περιοχής βρίσκεται μεταξύ αυτών των δύο αποστάσεων, δείχνοντας τον τρόπο με τον οποίο οι προστατευόμενες περιοχές παρεμβάλλονται στο αστικό τοπίο.

**Απόσταση από τις σχολικές μονάδες:** Το 1981, η μέση απόσταση από τα σχολεία ήταν αρκετά υψηλή στα 973,2μ. με διάμεσο 741,2μ. υποδηλώνοντας ότι οι περισσότεροι κάτοικοι ζούσαν σε σημαντική απόσταση από τις σχολικές μονάδες. Οι τιμές της τυπικής απόκλισης και ο συντελεστής μεταβλητότητας δείχνουν επίσης ανισότητες στην απόσταση, καθώς οι αποστάσεις κυμαίνονται από 70,72μ. έως 4477,45μ. Το 1991 με την βαθμιαία ένταξη των περιοχών των επεκτάσεων στο σχέδιο πόλης, έχει ξεκινήσει η υλοποίηση των νέων σχολικών μονάδων. Τα στατιστικά μέτρα δείχνουν βελτιώσεις στην προσβασιμότητα ενώ μειώνονται ελαφρά η τυπική απόκλιση και ο συντελεστής μεταβλητότητας. Το παρατηρούμενο εύρος τιμών δείχνει επίσης στενότερη γεινίαση με τις σχολικές μονάδες. Το 2001 παρατηρείται περαιτέρω μείωση της μέσης τιμής και της διαμέσου λόγω υλοποίησης του πολεοδομικού σχεδιασμού. Η σχετικά σταθερή τυπική απόκλιση και η μικρή αύξηση του συντελεστή μεταβλητότητας υποδεικνύει ότι ενώ οι μέσες αποστάσεις βελτιώνονται, η διαφορά παραμένει σημαντική. Τέλος, το 2015 τόσο η μέση τιμή όσο και η διάμεσος σημειώνουν μικρές μειώσεις συνεχίζοντας την τάση για περισσότερη εγγύτητα στις σχολικές μονάδες, ενώ η μεταβλητότητα παραμένει. Συνολικά από το 1981 έως το 2015, οι μετρήσεις δείχνουν μια σαφή τάση μείωσης της απόστασης από τις σχολικές μονάδες ως απόρροια του πολεοδομικού σχεδιασμού στις περιοχές που βαθμιαία εντάχθηκαν στο σχέδιο πόλης μετά το 1986. Η μείωση της διακύμανσης και των ακραίων τιμών δεικνύει επίσης έναν περισσότερο κατανεμημένο σχολικό πληθυσμό.

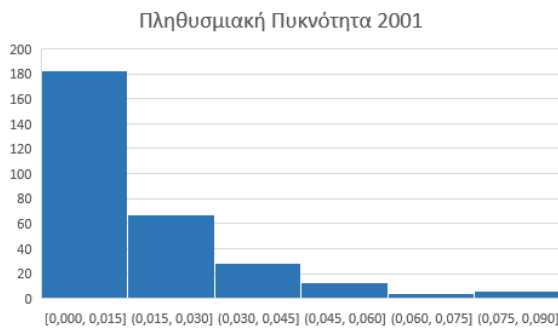
Τα ιστογράμματα και διαγράμματα διασποράς των μεταβλητών παρουσιάζονται στη σειρά διαγραμμάτων που ακολουθεί. Για τον καθορισμό των κλάσεων ( $k$ ) χρησιμοποιήθηκε ο κανόνας του Sturges ο οποίος δίνει τον αριθμό των κλάσεων  $k$  ως συνάρτηση του μεγέθους του δείγματος  $n$  σύμφωνα με τον τύπο:

$$k = 1 + 3.32 \cdot \log_{10}(n)$$

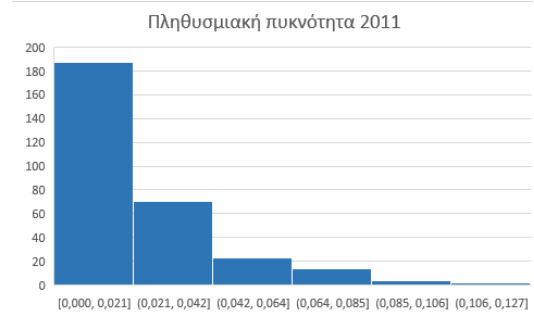
**Σειρά Διαγραμμάτων 14.1: Χωροχρονικά μοτίβα των μεταβλητών της αστικής διάχυσης**



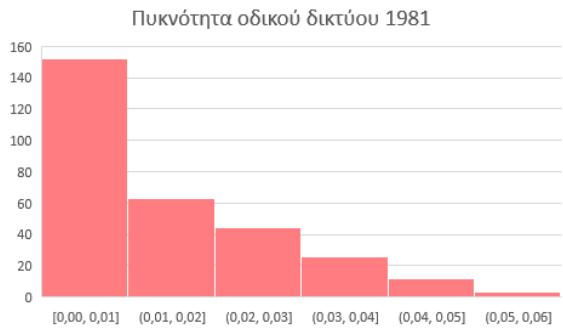
Κεφάλαιο 14- Μελέτη περίπτωσης: Ανάλυση των δυνάμεων μετασηματισμού της αστικής διάχυσης μέσω της ανάλυσης παλινδρόμησης



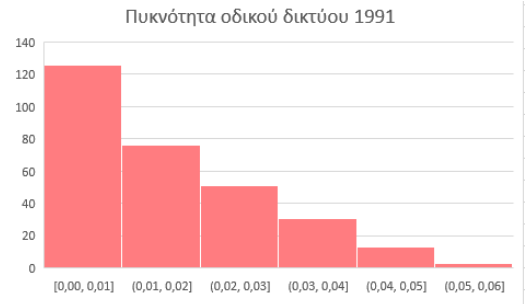
2001



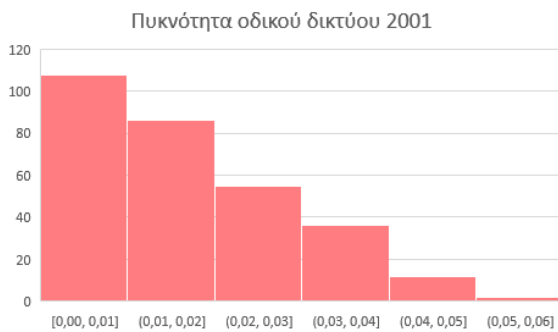
2011



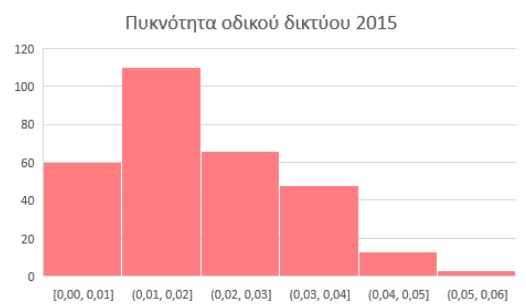
1981



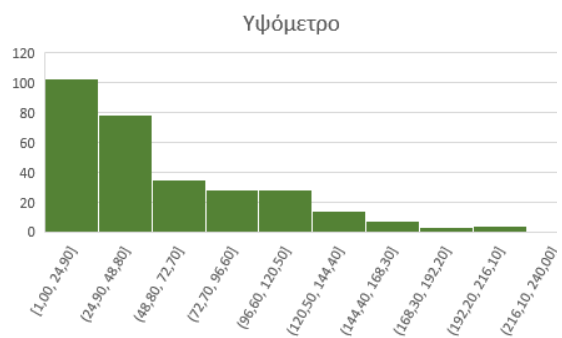
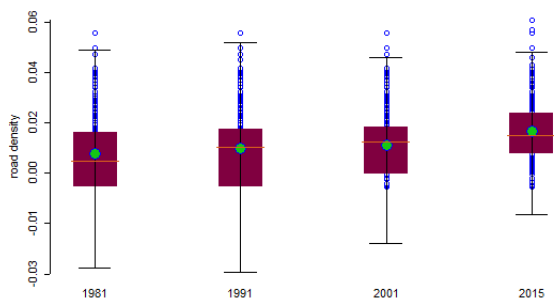
1991



2001

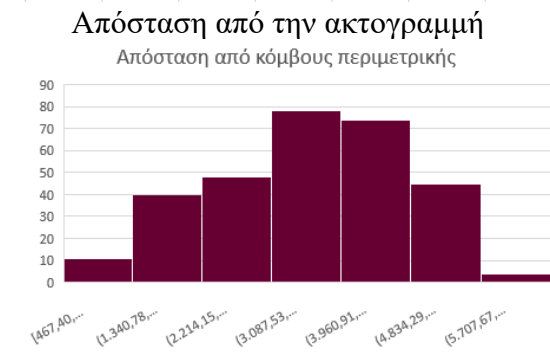
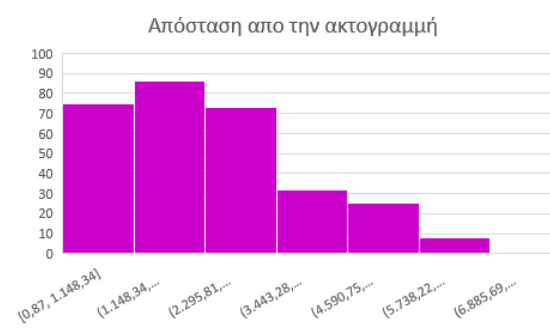
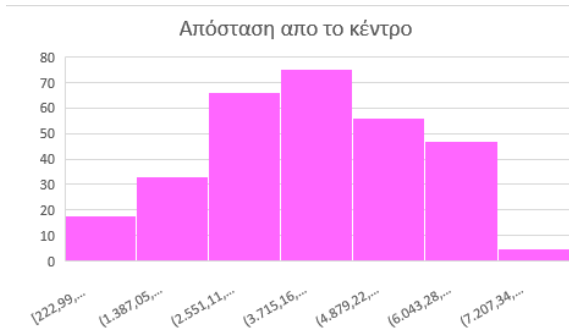


2015



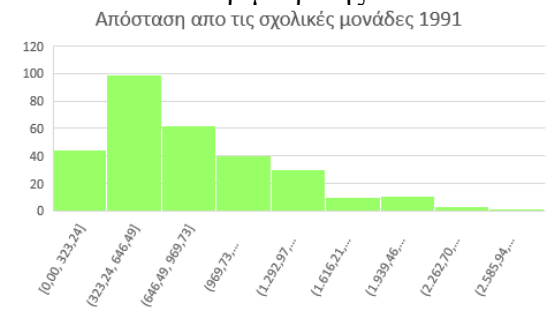
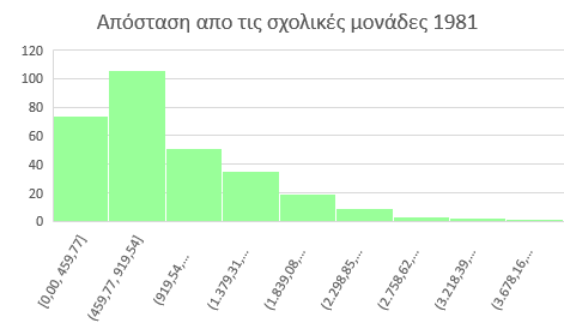
Υψόμετρο

Κεφάλαιο 14- Μελέτη περίπτωσης: Ανάλυση των δυνάμεων μετασηματισμού της αστικής διάχυσης μέσω της ανάλυσης παλινδρόμησης



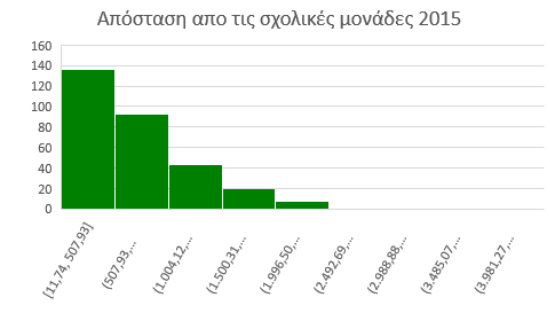
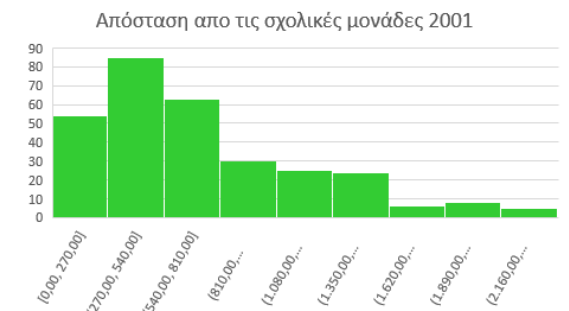
Απόσταση από τις βιομηχανικές περιοχές

Απόσταση από τους κόμβους της Περιμετρικής



Απόσταση από τις σχολικές μονάδες 1981

Απόσταση από τις σχολικές μονάδες 1991

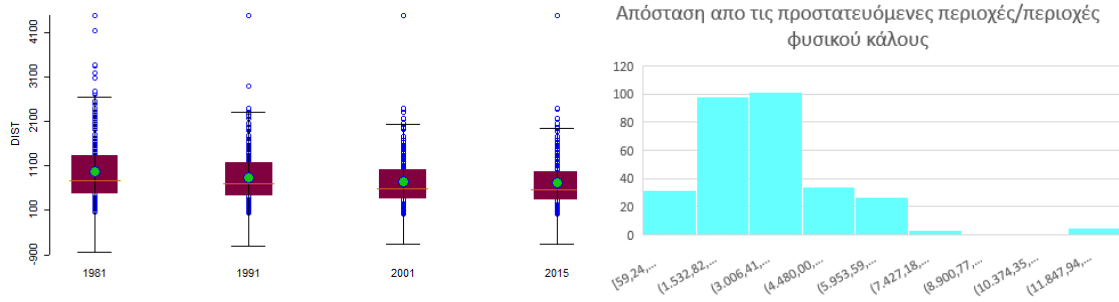


Απόσταση από τις σχολικές μονάδες 2001

Απόσταση από τις σχολικές μονάδες 2015



Κεφάλαιο 14- Μελέτη περίπτωσης: Ανάλυση των δυνάμεων μετασχηματισμού της αστικής διάχυσης μέσω της ανάλυσης παλινδρόμησης



Θηκογράμματα Απόσταση από τις σχολικές μονάδες 1981-2015

Απόσταση από τις προστατευόμενες περιοχές/περιοχές φυσικού κάλους

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

#### 14.4.1 Στατιστική Ανάλυση κατηγορικών δεδομένων

Για τις μεταβλητές χρήσεις/κάλυψη γης και χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης, πραγματοποιείται ανάλυση κατηγορικών δεδομένων στο σύνολο των 300 χωρικών σημείων. Η συγκεκριμένη μεθοδολογική προσέγγιση επιτρέπει τη συστηματική διερεύνηση μη αριθμητικών δεδομένων και ακολούθως τη διάκριση μοτίβων, τάσεων και σχέσεων εντός των κατηγοριών για τη μελετώμενη χρονική περίοδο. Τα αποτελέσματα για τη μεταβλητή χρήσεις/κάλυψη γης παρουσιάζονται στον πίνακα συχνοτήτων που ακολουθεί:

<i>Πίνακας 14.4: Πίνακας συχνοτήτων Χρήσεις/Κάλυψη γης</i>			
Κατηγορία χρήσεων/κάλυψη γης	Έτος	Συχνότητα	% Συχνότητα
Αστικός ιστός	1981	140	46,67%
	1996	167	55,67%
	2008	226	75,33%
	2015	236	78,67%
Εμπόριο/Χονδρεμπόριο/ΒΙΟΠΑ	1981	1	0,33%
	1996	4	1,33%
	2008	9	3,00%
	2015	12	4,00%
Φυσικές και ημιφυσικές περιοχές	1981	16	5,33%
	1996	9	3,00%
	2008	7	2,33%
	2015	7	2,33%
Μόνιμες καλλιέργειες	1981	43	14,33%
	1996	35	11,67%
	2008	13	4,33%
	2015	10	3,33%
Ελαιοκαλλιέργειες	1981	94	31,33%
	1996	81	27,00%
	2008	43	14,33%

	2015	33	11,00%
Περιοχές μειωμένης χρήσης	1981	6	2,00%
	1996	4	1,33%
	2008	2	0,67%
	2015	2	0,67%

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Η κατηγορία του αστικού ιστού, παρουσιάζει διαρκή αύξηση από το 1981 έως το 2015 ενδεικτικό της αστικής διάχυσης, καθώς σημεία που στα προηγούμενα χρόνια είχαν άλλη χρήση αστικοποιήθηκαν. Η κατηγορία Εμπόριο/Χονδρεμπόριο/ΒΙΟΠΑ ενώ ξεκινά με ένα μόνο σημείο το 1981 αυξάνει σε 12 το 2015. Αν και η αύξηση δεν είναι τόσο μεγάλη όσο του αστικού ιστού, αντικατοπτρίζει την επέκταση της περιοχής του ΒΙΟΠΑ από το 1986 και εξής. Οι φυσικές και ημιφυσικές περιοχές παρουσίασαν μείωση την μελετώμενη περίοδο, καθώς τμήμα των ελεύθερων-αδόμητων-ανοικτών χώρων που υπάγεται σε αυτές αστικοποιήθηκε στο διάστημα των τριαντατεσσάρων ετών. Μείωση επίσης παρουσίασαν και οι μόνιμες καλλιέργειες όπως και οι ελαιοκαλλιέργειες λόγω αφενός της ένταξής τους στο σχέδιο πόλης και αφετέρου της αστικής διάχυσης στις εκτάσεις που προηγουμένως καταλάμβαναν. Τέλος, η κατηγορία των περιοχών μειωμένων χρήσεων από 6 το 1981 μειώνεται σημαντικά το 2008 και το 2015 καθώς οι περιοχές αυτές αναπτύχθηκαν λόγω της αστικοποίησης.

Συνολικά, τα δεδομένα δίνουν μια εικόνα σημαντικού μετασχηματισμού των χρήσεων/κάλυψη γης στις οποίες κυριαρχεί η έντονη αστικοποίηση σε βάρος της αγροτικής γης και των ανοικτών-ελεύθερων-αδόμητων χώρων.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για τη μεταβλητή χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης:

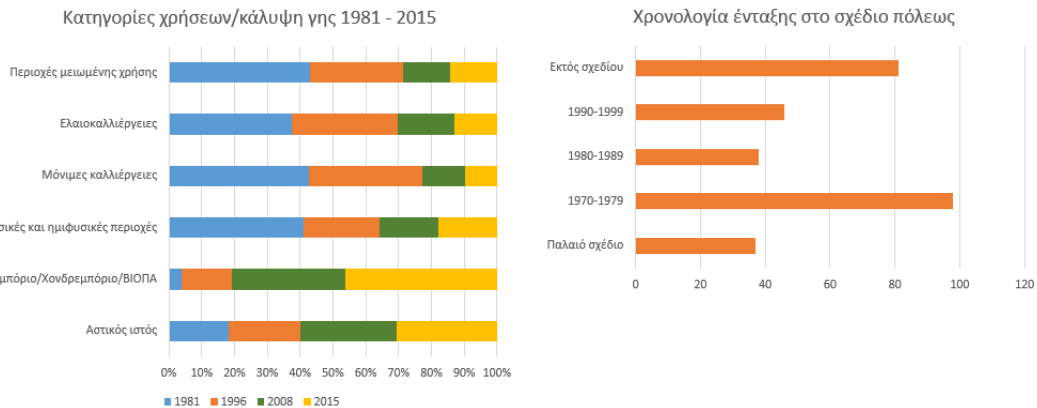
<b>Πίνακας 14.5: Πίνακας συχνότητας. Χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης</b>		
<b>Χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης</b>	<b>Συχνότητα</b>	<b>% Συχνότητα</b>
Παλαιό σχέδιο	37	12,33%
1970-1979	98	32,67%
1980-1989	38	12,67%
1990-1999	46	15,33%
Εκτός σχεδίου	81	27,00%

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Η χωρική διάταξη των σημείων αποτυπώνει με ευκρίνεια την πολεοδομική ιστορία των εντάξεων περιοχών στο σχέδιο πόλης, όπως αυτό παρουσιάστηκε αναλυτικά στο κεφάλαιο 8.5 της διδακτορικής διατριβής. Την δεκαετία του '70 προστέθηκαν 1075,3 ha, ενώ με την εφαρμογή του Γ.Π.Σ'86 προστέθηκαν 728,37 ha στο σχέδιο πόλης. Τα 81 σημεία που βρίσκονται στην εκτός σχεδίου περιοχή, αντιπροσωπεύουν κυρίως αγροτική γη και λιγότερο προστατευόμενες/φυσικές περιοχές και εκτός σχεδίου κατοικία.

Ακολουθούν τα διαγράμματα των μεταβλητών των κατηγορικών δεδομένων:

**Σειρά Διαγραμμάτων 14.2: Διαγράμματα συχνοτήτων κατηγορικών δεδομένων**



Κατηγορίες χρήσεων/κάλυψη γης 1981-2015

Χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης

Πηγή: *Ιδία επεξεργασία*

### 14.4 Προκαταρκτικά στάδια της ανάλυσης παλινδρόμησης

Το παρόν υποκεφάλαιο περιγράφει τα προκαταρκτικά στάδια τα οποία είναι απαραίτητα για την διεξαγωγή της ανάλυσης παλινδρόμησης. Αρχικά διερευνάται η κανονικότητα και η ομοιογένεια της εξαρτημένης μεταβλητής, «πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας», για τις διαφορετικές χρονικές περιόδους (1981,1991,2001 και 2015). Στη συνέχεια αναπτύσσεται η μεθοδολογία μετατροπής των κατηγορικών δεδομένων σε εικονικές μεταβλητές (ψευδομεταβλητές) προκειμένου να ενσωματωθούν ποιοτικά χαρακτηριστικά σε ποσοτικά μοντέλα και τέλος, εξετάζεται η πιθανότητα ύπαρξης πολυσυγγραμμικότητας των δεδομένων μέσω του Εκτιμητή Διόγκωσης της Διακύμανσης (VIF), διασφαλίζοντας την ενδεχόμενη παραμόρφωση των συντελεστών της παλινδρόμησης.

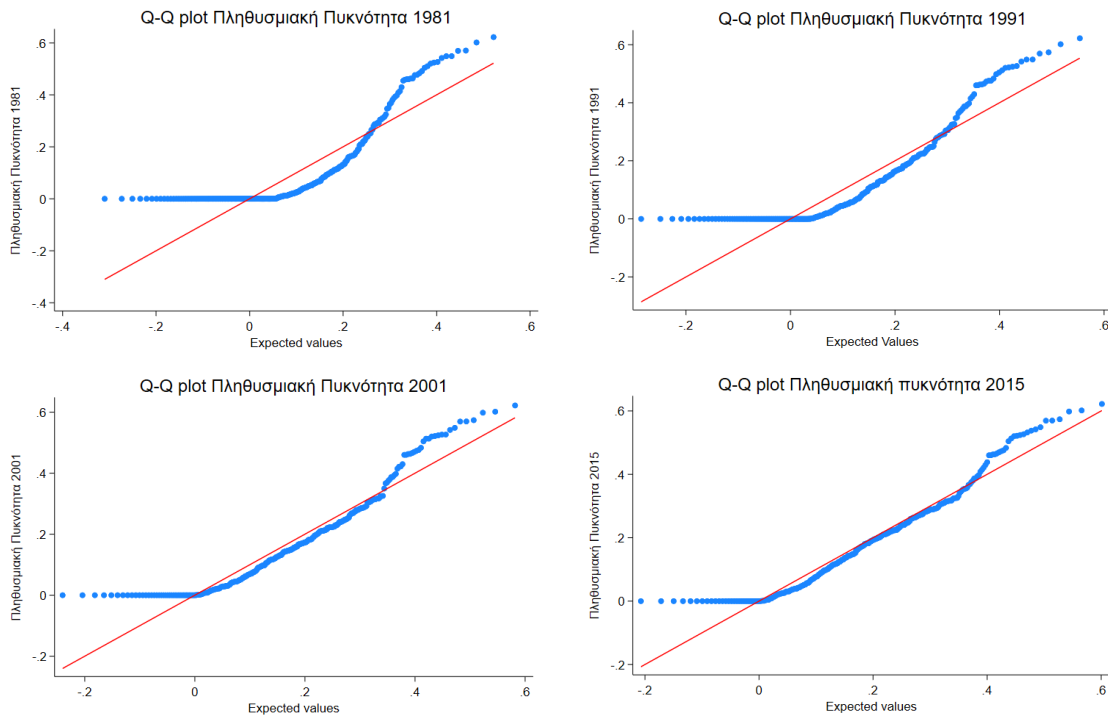
Τα μεθοδολογικά αυτά προκαταρκτικά στάδια διασφαλίζουν ότι το αναλυτικό πλαίσιο είναι μεθοδολογικά ορθό και θεμελιωμένο προκειμένου να συλλάβει την δυναμική της αστικής διάχυσης.

#### 14.4.1 Έλεγχος κανονικότητας και ομοιογένειας διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής

Προκειμένου να εφαρμοστεί η Ανάλυση Διακύμανσης (ANOVA) για την αξιολόγηση των διαφορών μεταξύ τεσσάρων χρονικών περιόδων (1981, 1991, 2001 και 2015) της εξαρτημένης μεταβλητής «Πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας», αξιολογήθηκε η κανονικότητα της εξαρτημένης μεταβλητής σε αυτές τις ομάδες. Η υπόθεση κανονικότητας επιθεωρήθηκε οπτικά χρησιμοποιώντας τα διαγράμματα Quantile-Quantile (Q-Q) για κάθε έτος (Liang et al., 2004). Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε με το στατιστικό πρόγραμμα Stata.

**Πίνακας 14.6 και Σειρά Διαγραμμάτων 14.3: Έλεγχος κανονικότητας**

**Πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας  
Διαγράμματα Q-Q - One-way ANOVA**



year	Summary of Builtupden		
	Mean	Std. dev.	Freq.
1981	.10597512	.15324283	300
1991	.13396569	.15465881	300
2001	.17081289	.15143423	300
2015	.19703839	.14892648	300
Total	.15194802	.15581446	1,200

Analysis of variance					
Source	SS	df	MS	F	Prob > F
Between groups	1.44776919	3	.482589731	20.87	0.0000
Within groups	27.6617264	1196	.023128534		
Total	29.1094956	1199	.024278145		

Bartlett's equal-variances test:  $\chi^2(3) = 0.4749$  Prob> $\chi^2 = 0.924$

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Από την εξέταση των διαγραμμάτων προκύπτουν μικρές αποκλίσεις από την κανονικότητα, ιδιαίτερα στις ουρές των κατανομών, γεγονός που υποδηλώνει την παρουσία ακραίων τιμών ή λοξότητας. Ωστόσο, το κύριο σώμα των κατανομών ακολούθησε τη γραμμή αναφοράς, προσεγγίζοντας την κανονικότητα, ιδιαίτερα στα κεντρικά ποσοστά. Γενικά, η ανάλυση διακύμανσης θεωρείται ανθεκτική σε ήπιες

παραβιάσεις της κανονικότητας. Ακόμα, καθώς το μέγεθος του δείγματος είναι 300 σημεία, οι μικρές αποκλίσεις που παρατηρούνται στα διαγράμματα Q-Q δεν θεωρείται ότι θα επηρεάσουν τα αποτελέσματα της ανάλυσης διακύμανσης εξαιτίας του Κεντρικού Οριακού Θεωρήματος.

Επιπροσθέτως, ο έλεγχος του Bartlett δίνει τιμές  $\chi^2 = 0,4749$  με τιμή  $p = 0,924$ , γεγονός που αποδεικνύει ότι δεν παραβιάζεται η υπόθεση των ίσων διακυμάνσεων στις τέσσερις ομάδες (1981,1991,2001 και 2015), απαραίτητη προϋπόθεση καθώς η ανάλυση διακύμανσης υποθέτει ότι οι ομάδες έχουν ίσες διακυμάνσεις (ομοσκεδαστικότητα).

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης διακύμανσης έδειξαν διαφορά στους μέσους όρους της εξαρτημένης μεταβλητής από το 1981 έως το 2015, οι οποίες αποτυπώνουν την αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης. Με τιμή  $F=20.87$  και  $p\text{-value} < 0.001$  υποδηλώνεται ότι η μέση πυκνότητα δεν είναι σταθερή και οι αλλαγές στη μεταβλητή δεν αποδίδονται αποκλειστικά σε τυχαία διακύμανση. Τα παραπάνω αποδεικνύουν τη δυναμική εξέλιξη της αστικής διάχυσης η οποία δύναται να αποτυπωθεί καλύτερα σε τέσσερα ξεχωριστά μοντέλα παλινδρόμησης, ένα για κάθε περίοδο αναφοράς, προκειμένου να υπάρχει καλύτερη κατανόηση των διαχρονικών τάσεων του φαινομένου. Επίσης, οι ξεχωριστές παλινδρομήσεις επιτρέπουν την εξέταση παραγόντων που σχετίζονται με την εξαρτημένη μεταβλητή και που ενδέχεται να την επηρεάζουν διαφορετικά σε αντίστοιχες χρονικές περιόδους.

#### 14.4.2 Μοντελοποίηση κατηγορικών δεδομένων σε εικονικές μεταβλητές (ψευδομεταβλητές)

Οι εικονικές μεταβλητές ή ψευδομεταβλητές (dummy variables) χρησιμοποιούνται για να εισάγουν ποιοτικές/κατηγορικές μεταβλητές σε ένα πρόβλημα παλινδρόμησης και λαμβάνουν τις τιμές 0 ή 1 (Suits, 1957). Στις ανεξάρτητες μεταβλητές που αναλύθηκαν περιλαμβάνονται δύο κατηγορικές μεταβλητές: των χρήσεων/κάλυψη γης και της χρονολογίας ένταξης στο σχέδιο πόλης. Κάθε κατηγορία μπορεί να κωδικοποιηθεί ως μια ξεχωριστή ψευδομεταβλητή εκτός από μία κατηγορία που παραλείπεται, ώστε να χρησιμοποιηθεί ως κατηγορία αναφοράς ή σύγκρισης με στόχο να αποφευχθεί η «παγίδα των ψευδομεταβλητών» η οποία οδηγεί σε πολυσυγγραμικότητα. Αυτή η προσέγγιση επιτρέπει την εκτίμηση της σχετικής επίδρασης κάθε κατηγορίας Η κατηγορία που παραλείπεται θα πρέπει να παρέχει σημαντική βάση σύγκρισης και συνήθως αποτελεί τον πιο διαδεδομένο τύπο της κατηγορικής μεταβλητής.

Οι ψευδομεταβλητές για τις χρήσεις/κάλυψη γης έχουν ως ακολούθως:

- Εμπόριο/Χονδρεμπόριο/ΒΙΟΠΑ (1 εάν το σημείο εμπίπτει στην κατηγορία Εμπόριο/Χονδρεμπόριο/ΒΙΟΠΑ, 0 εάν όχι)
- Φυσικές και ημιφυσικές περιοχές (1 εάν το σημείο εμπίπτει στην κατηγορία φυσικές και ημιφυσικές περιοχές, 0 εάν όχι)

- Μόνιμες καλλιέργειες (1 εάν το σημείο εμπίπτει στην κατηγορία μόνιμες καλλιέργειες, 0 εάν όχι)
- Ελαιοκαλλιέργειες (1 εάν το σημείο εμπίπτει στην κατηγορία ελαιοκαλλιέργειες, 0 εάν όχι)
- Περιοχές μειωμένης χρήσης (1 εάν το σημείο εμπίπτει στην κατηγορία μειωμένης χρήσης, 0 εάν όχι)

Η κατηγορία Αστικός ιστός η οποία είναι η πολυπληθέστερη, επιλέχθηκε ως κατηγορία αναφοράς ή σύγκρισης, βάση της οποίας αξιολογούνται οι επιπτώσεις των άλλων χρήσεων γης. Αυτή η προσέγγιση επιτρέπει την εκτίμηση της σχετικής επίδρασης κάθε κατηγορίας χρήσεων/κάλυψης γης

Οι ψευδομεταβλητές για την χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης έχουν ως ακολούθως:

- Παλαιό σχέδιο (1 εάν το σημείο εμπίπτει στην κατηγορία ένταξης παλαιό σχέδιο, 0 εάν όχι)
- 1980-1989 (1 εάν το σημείο εμπίπτει στην κατηγορία ένταξης 1980-1989, 0 εάν όχι)
- 1990-1999 (1 εάν το σημείο εμπίπτει στην κατηγορία ένταξης 1990-1999, 0 εάν όχι)
- Εκτός σχεδίου (1 εάν το σημείο εμπίπτει στην κατηγορία εκτός σχεδίου, 0 εάν όχι)

Η κατηγορία 1970-1979 η οποία είναι η πολυπληθέστερη, επιλέχθηκε ως κατηγορία αναφοράς ή σύγκρισης βάση της οποίας αξιολογούνται οι επιπτώσεις των άλλων περιόδων χρονολογίας ένταξης στο σχέδιο πόλης.

#### 14.4.3 Έλεγχος πολυσυγγραμμικότητας ανεξάρτητων μεταβλητών

Ο έλεγχος της πολυσυγγραμμικότητας σε ένα πολυμεταβλητό υπόδειγμα εξετάζει αν υπάρχει γραμμική συσχέτιση μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών. Στην ανάλυση παλινδρόμησης, πολυσυγγραμμικότητα εμφανίζεται όταν δύο ή περισσότερες ανεξάρτητες μεταβλητές συσχετίζονται, με τρόπο ώστε η μία να μπορεί να προβλεφθεί γραμμικά από τις άλλες και μάλιστα με σημαντικό βαθμό ακρίβειας (Daoud, 2017). Ως αποτέλεσμα, υπονομεύεται η στατιστική σημασία της ανεξάρτητης μεταβλητής. Η πολυσυγγραμμικότητα μπορεί επίσης να οδηγήσει σε λανθασμένη εκτίμηση του υποδείγματος, σε λανθασμένα πρόσημα συντελεστών και σε μεγάλα διαστήματα εμπιστοσύνης (Kim, 2019).

Για την ανίχνευση του προβλήματος γίνεται χρήση του Εκτιμητή Διόγκωσης της Διακύμανσης (Variance Inflation Factor – VIF). Ο Εκτιμητής Διόγκωσης της Διακύμανσης δείχνει την ταχύτητα αύξησης της διακύμανσης ενός εκτιμητή όταν υπάρχει πρόβλημα πολυσυγγραμμικότητας και ορίζεται ως:

$$VIF_i = \frac{1}{1-R_i^2}$$

Όπου:  $VIF_i$  ο εκτιμητής διόγκωσης της διακύμανσης για την  $i$  μεταβλητή

$R_i^2$  ο συντελεστής προσδιορισμού που προκύπτει από την παλινδρόμηση της ανεξάρτητης μεταβλητής  $X_i$  με όλες τις υπόλοιπες ανεξάρτητες μεταβλητές του υποδείγματος

Η ελάχιστη τιμή που μπορεί να λάβει ο δείκτης VIF είναι 1 για πλήρη απουσία πολυσυγγραμμικότητας, Όσο πιο υψηλή είναι η τιμή VIF για μία ανεξάρτητη μεταβλητή του μοντέλου παλινδρόμησης, τόσο μεγαλύτερη η συσχέτιση της μεταβλητής αυτής με κάποια (ή κάποιες) από τις άλλες ανεξάρτητες μεταβλητές. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, τιμές του εκτιμητή διόγκωσης της διακύμανσης (VIF) μικρότερες του 10 θεωρούνται αποδεκτό επίπεδο πολυσυγγραμμικότητας (O'Brien, 2007). Στον παρακάτω πίνακα εμφανίζεται η τιμή του εκτιμητή VIF για όλες τις ανεξάρτητες μεταβλητές και για όλα τα έτη αναφοράς.

<b>Πίνακας 14.7: Έλεγχος πολυσυγγραμμικότητας ανεξάρτητων μεταβλητών</b>				
<b>Έτος</b>	<b>Μεταβλητή</b>	<b>Tolerance</b>	<b>VIF</b>	
<b>1981</b>	Πληθυσμιακή πυκνότητα 1981	0.455	2.20	
	Πυκνότητα του οδικού δικτύου 1981	0.601	1.66	
	Υψόμετρο	0.186	5.38	
	Απόσταση από το κέντρο	0.143	6.97	
	Απόσταση από το θαλάσσιο μέτωπο	0.160	6.24	
	Απόσταση από τις βιοτεχνικές περιοχές	0.392	2.55	
	Απόσταση από τους κόμβους της Περιμετρικής	0.443	2.26	
	Απόσταση από τις σχολικές μονάδες 1981	0.458	2.18	
	Απόσταση από τις προστατευόμενες περιοχές/περιοχές φυσικού κάλους	0.384	2.60	
	Χρήσεις γης- Εμπόριο/Χονδρεμπόριο/ΒΙΟΠΑ 1981	0.919	1.09	
	Χρήσεις γης- Φυσικές και ημιφυσικές περιοχές 1981	0.733	1.37	
	Χρήσεις γης- Μόνιμες καλλιέργειες 1981	0.661	1.51	
	Χρήσεις γης- Ελαιοκαλλιέργειες 1981	0.462	2.16	
	Χρήσεις γης- Περιοχές μειωμένης χρήσης 1981	0.834	1.20	
	Χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης-παλαιό σχέδιο	0.383	2.61	
	Χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης 1980-1989	0.574	1.74	
	Χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης-1990-1999	0.485	2.06	
	Χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης-εκτός σχεδίου	0.273	3.66	
	<b>1991</b>	Πληθυσμιακή πυκνότητα 1991	0.593	1.69
		Πυκνότητα του οδικού δικτύου 1991	0.680	1.47
Υψόμετρο		0.182	5.48	
Απόσταση από το κέντρο		0.160	6.24	
Απόσταση από το θαλάσσιο μέτωπο		0.161	6.21	

Κεφάλαιο 14- Μελέτη περίπτωσης: Ανάλυση των δυνάμεων μετασχηματισμού της αστικής διάχυσης μέσω της ανάλυσης παλινδρόμησης

	Απόσταση από τις βιοτεχνικές περιοχές	0.396	2.52
	Απόσταση από τους κόμβους της Περιμετρικής	0.461	2.17
	Απόσταση από τις σχολικές μονάδες 1996	0.486	2.05
	Απόσταση από τις προστατευόμενες περιοχές/περιοχές φυσικού κάλους	0.367	2.72
	Χρήσεις γης- Εμπόριο/Χονδρεμπόριο/ΒΙΟΠΑ 1996	0.877	1.14
	Χρήσεις γης- Φυσικές και ημιφυσικές περιοχές 1996	0.782	1.28
	Χρήσεις γης- Μόνιμες καλλιέργειες 1996	0.701	1.43
	Χρήσεις γης- Ελαιοκαλλιέργειες 1996	0.501	1.99
	Χρήσεις γης- Περιοχές μειωμένης χρήσης 1996	0.880	1.14
	Χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης-παλαιό σχέδιο	0.470	2.13
	Χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης 1980-1989	0.572	1.75
	Χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης-1990-1999	0.473	2.11
	Χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης-εκτός σχεδίου	0.276	3.62
	Πληθυσμιακή πυκνότητα 2001	0.686	1.46
	Πυκνότητα του οδικού δικτύου 2001	0.684	1.46
	Υψόμετρο	0.170	5.86
	Απόσταση από το κέντρο	0.161	6.21
	Απόσταση από το θαλάσσιο μέτωπο	0.162	6.15
	Απόσταση από τις βιοτεχνικές περιοχές	0.389	2.57
	Απόσταση από τους κόμβους της Περιμετρικής	0.473	2.11
	Απόσταση από τις σχολικές μονάδες 2008	0.472	2.12
	Απόσταση από τις προστατευόμενες περιοχές/περιοχές φυσικού κάλους	0.767	1.30
<b>2001</b>	Χρήσεις γης- Εμπόριο/Χονδρεμπόριο/ΒΙΟΠΑ 2008	0.807	1.24
	Χρήσεις γης- Φυσικές και ημιφυσικές περιοχές 2008	0.5779	1.73
	Χρήσεις γης- Μόνιμες καλλιέργειες 2008	0.845	1.18
	Χρήσεις γης- Ελαιοκαλλιέργειες 2008	0.566	1.76
	Χρήσεις γης- Περιοχές μειωμένης χρήσης 2008	0.937	1.07
	Χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης-παλαιό σχέδιο	0.495	2.02
	Χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης 1980-1989	0.559	1.79
	Χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης-1990-1999	0.491	2.03
	Χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης-εκτός σχεδίου	0.271	3.69
	Πληθυσμιακή πυκνότητα 2011	0.721	1.44
	Πυκνότητα του οδικού δικτύου 2015	0.695	1.44
	Υψόμετρο	0.172	5.78
	Απόσταση από το κέντρο	0.160	6.20
<b>2015</b>	Απόσταση από το θαλάσσιο μέτωπο	0.162	6.15
	Απόσταση από τις βιοτεχνικές περιοχές	0.381	2.62
	Απόσταση από τους κόμβους της Περιμετρικής	0.472	2.12
	Απόσταση από τις σχολικές μονάδες 2015	0,470	2,13
	Απόσταση από τις προστατευόμενες περιοχές/περιοχές φυσικού κάλους	0,362	2,76



Χρήσεις γης- Εμπόριο/Χονδρεμπόριο/ΒΙΟΠΑ 2015	0.749	1.33
Χρήσεις γης- Φυσικές και ημιφυσικές περιοχές 2015	0.774	1.29
Χρήσεις γης- Μόνιμες καλλιέργειες 2015	0.820	1.22
Χρήσεις γης- Ελαιοκαλλιέργειες 2015	0.614	1.63
Χρήσεις γης- Περιοχές μειωμένης χρήσης 2015	0.941	1.06
Χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης-παλαιό σχέδιο	0.505	1.98
Χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης 1980-1989	0.530	1.88
Χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης-1990-1999	0.381	2.13
Χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης-εκτός σχεδίου	0.269	3.72

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Όπως φαίνεται στον πίνακα, οι περισσότερες τιμές VIF είναι κάτω του 5 γεγονός που υποδηλώνει πολύ χαμηλή πολυσυγγραμμικότητα. Οι τιμές VIF των μεταβλητών Υψόμετρο, Απόσταση από το κέντρο και Απόσταση από το θαλάσσιο μέτωπο εμφανίζονται για όλα τα χρόνια αναφοράς λίγο πάνω από 5, γεγονός που υποδηλώνει χαμηλή πολυσυγγραμμικότητα, η οποία όμως δεν αποτελεί πρόβλημα για αυτές τις μεταβλητές, καθώς είναι κάτω από 10. Οι τιμές VIF είναι συνεπείς σε όλα τα χρόνια αναφοράς και για κάθε μεταβλητή, υποδεικνύοντας ότι η δομή της πολυσυγγραμμικότητας του μοντέλου είναι σταθερή με την πάροδο του χρόνου.

#### 14.5 Διερεύνηση του κατάλληλου μοντέλου παλινδρόμησης

Για την αποσαφήνιση της δυναμικής της αστικής διάχυσης στην περιοχή μελέτης η επιλογή του κατάλληλου μοντέλου παλινδρόμησης είναι πρωταρχικής σημασίας. Για το λόγο αυτό διερευνώνται και αξιολογούνται δύο διαφορετικά μοντέλα παλινδρόμησης που απαντώνται στη βιβλιογραφία, ως πλαίσια ανάλυσης των κινητηρίων δυνάμεων της αστικής διάχυσης. Η αξιολόγηση αυτή ακολουθεί ένα αυστηρό μεθοδολογικό σχήμα που βασίζεται στη θεωρητική συμβατότητα, στη διερεύνηση της στατιστικής ευρωστίας των μοντέλων, στην ικανότητα τους να εξηγούν τις περίπλοκες σχέσεις μεταξύ των μεταβλητών και στην προγνωστική τους ακρίβεια. Η αξιολόγηση περιλαμβάνει διαγνωστικές δοκιμές και διαδικασίες επικύρωσης των μοντέλων βάσει κριτηρίων καταλήγοντας στον εντοπισμό και την επιλογή του πλέον κατάλληλου μοντέλου παλινδρόμησης για τη μελέτη περίπτωσης.

Τα μοντέλα παλινδρόμησης που επιλέχθηκαν να αξιολογηθούν είναι:

- Το Μοντέλο Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης (Multiple Linear Regression)
- Το Μοντέλο Χωρικής Υστέρησης ή Χωρικό Αυτοπαλίνδρομο Μοντέλο

Τα δύο παραπάνω μοντέλα έχουν χρησιμοποιηθεί σε μελέτες αστικής διάχυσης. Το μοντέλο της Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης υποθέτει ανεξαρτησία των παρατηρήσεων και γραμμική σχέση μεταξύ εξαρτημένης μεταβλητής και ανεξάρτητων

μεταβλητών (Draper & Smith, 1998 ενώ το μοντέλο της Χωρικής Υστέρησης ή Χωρικό Αυτοπαλίνδρομο μοντέλο προϋποθέτει την ύπαρξη χωρικών εξαρτήσεων μεταξύ των δεδομένων (Overmars et al., 2003).

Τα μοντέλα, θα πρέπει επίσης να μην παραβιάζουν τις θεμελιώδεις παραδοχές που είναι εγγενείς στη δομή τους (Berry & Feldman, 1985). Για κάθε μοντέλο, η τήρηση αυτών των παραδοχών είναι κρίσιμη για τη διασφάλιση της εγκυρότητας των εκτιμήσεων του μοντέλου και της αξιοπιστίας των συμπερασμάτων του. Για το μοντέλο της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης οι παραδοχές αυτές αφορούν στη γραμμική σχέση μεταξύ της εξαρτημένης μεταβλητής και κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής, της ανεξαρτησίας των παρατηρήσεων, της έλλειψης πολυσυγγραμμικότητας, της σταθερής διακύμανσης των σφαλμάτων καθώς και της κανονικής κατανομής των σφαλμάτων (Barker & Shaw, 2015). Για το μοντέλο της Χωρικής Υστέρησης ή Χωρικό Αυτοπαλίνδρομο μοντέλο οι παραδοχές αφορούν την έλλειψη πολυσυγγραμμικότητας και την χωρική εξάρτηση.

Επίσης, τα μοντέλα αξιολογούνται με βάση την καλή προσαρμογή τους. Ελέγχονται ποσοτικά μέτρα όπως ο προσαρμοσμένος συντελεστής προσδιορισμού ( $Adjusted R^2$ ) (για το μοντέλο της Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης), ο ψευδοσυντελεστής  $R^2$  (για το μοντέλο της Χωρικής Υστέρησης) καθώς και το Κριτήριο πληροφορίας του Akaike (Akaike Information Criterion, AIC) και το Μπεϋζιανό κριτήριο πληροφορίας (BIC) ή κριτήριο πληροφορίας του Schwarz (και για τα δύο μοντέλα).

Η ακρίβεια πρόβλεψης των παραπάνω μοντέλων αξιολογείται χρησιμοποιώντας μια ποικιλία μετρήσεων που εξετάζουν πόσο καλά οι προβλέψεις των μοντέλων ταιριάζουν με τα πραγματικά παρατηρούμενα αποτελέσματα. Αυτές οι μετρήσεις προσφέρουν πληροφορίες για διάφορες πτυχές της απόδοσης του κάθε μοντέλου, συμπεριλαμβανομένης της συνολικής προσαρμογής, του μεγέθους των σφαλμάτων και της συνέπειας αυτών των προβλέψεων στα δεδομένα.

#### **14.5.1 Το Μοντέλο Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης MLR**

Το πρώτο μοντέλο που επιλέχθηκε να προσαρμοστεί στα δεδομένα είναι της Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης. Ισχυρό πλεονέκτημα του μοντέλου είναι η ικανότητά του να χειρίζεται πολλαπλές μεταβλητές (προγνωστικοί παράγοντες), προσφέροντας επίσης μια σύνθετη εικόνα για την δυναμική της εξαρτημένης μεταβλητής. Στην περίπτωση της αστικής διάχυσης το σύνολο των εξηγηματικών, ανεξάρτητων μεταβλητών αναλαμβάνουν οι κινητήριες δυνάμεις. Το μοντέλο προσδιορίζει τους συντελεστές αυτών των δυνάμεων οι οποίοι προσφέρουν μια μετρήσιμη τιμή στην εξαρτημένη μεταβλητή, αποκαλύπτοντας τον βαθμό με τον οποίο συμβάλλει κάθε κινητήριοις δύναμη στην αστική διάχυση

Το μοντέλο της Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης χρησιμοποιείται συχνά στις μελέτες της αστικής διάχυσης καθώς διευκολύνει την αξιολόγηση των κινητηρίων δυνάμεων που την επηρεάζουν αλλά και ως εργαλείο πρόγνωσης της αστικής διάχυσης (Surya et al., 2021, Cabral et al., 2011, Jat et al., 2008, Xu et al., 2020).

Η γενική μορφή του μοντέλου είναι:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + \varepsilon$$

Όπου:

$Y_i$  η εξαρτημένη μεταβλητή της αστικής διάχυσης, που προβλέπεται για την  $i$  παρατήρηση

$X_1, X_2, \dots, X_k$  ανεξάρτητες μεταβλητές

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$  συντελεστές του μοντέλου

$\varepsilon$  το σφάλμα της παλινδρόμησης

Για την ανάλυση πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης θα χρησιμοποιηθούν τα εξής τέσσερα μοντέλα, ανά χρονική περίοδο αναφοράς:

Για το 1981 το μοντέλο έχει τη μορφή:

$$\begin{aligned} \text{Πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας}_{1981} &= \beta_0 + \beta_1 \text{ Πληθυσμιακή πυκνότητα}_{1981} + \beta_2 \\ &\text{Πυκνότητα οδικού δικτύου}_{1981} + \beta_3 \text{ Ύψόμετρο} + \beta_4 \text{ Απόσταση από το κέντρο} + \beta_5 \\ &\text{Απόσταση από το θαλάσσιο μέτωπο} + \beta_6 \text{ Απόσταση από τις βιοτεχνικές περιοχές} + \beta_7 \\ &\text{Απόσταση από τις σχολικές μονάδες}_{1981} + \beta_8 \text{ Εμπόριο/Χονδρεμπόριο/ΒΙΟΠΑ}_{1981} + \beta_9 \\ &\text{Φυσικές και ημιφυσικές περιοχές}_{1981} + \beta_{10} \text{ Μόνιμες καλλιέργειες}_{1981} + \beta_{11} \\ &\text{Ελαιοκαλλιέργειες}_{1981} + \beta_{12} \text{ Περιοχές μειωμένης χρήσης}_{1981} + \beta_{13} \text{ Παλαιό σχέδιο} + \beta_{14} \\ &\text{Χρονολογία}_{1980-1989} + \beta_{15} \text{ Χρονολογία}_{1990-1999} + \beta_{16} \text{ Εκτός σχεδίου} + \beta_{17} \text{ Απόσταση} \\ &\text{από τις προστατευόμενες/φυσικές περιοχές} + \varepsilon \end{aligned}$$

Η ανεξάρτητη μεταβλητή *Απόσταση από τους κόμβους της Περιμετρικής* δεν χρησιμοποιείται στο μοντέλο του 1981, καθώς η Περιμετρική λειτούργησε μετά το 2000. Συνολικά το μοντέλο περιλαμβάνει 17 ανεξάρτητες μεταβλητές

Για το 1991 το μοντέλο έχει τη μορφή:

$$\begin{aligned} \text{Πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας}_{1991} &= \beta_0 + \beta_1 \text{ Πληθυσμιακή πυκνότητα}_{1991} + \beta_2 \\ &\text{Πυκνότητα οδικού δικτύου}_{1991} + \beta_3 \text{ Ύψόμετρο} + \beta_4 \text{ Απόσταση από το κέντρο} + \beta_5 \text{ Απόσταση} \\ &\text{από το θαλάσσιο μέτωπο} + \beta_6 \text{ Απόσταση από τις βιοτεχνικές περιοχές} + \beta_7 \text{ Απόσταση από} \\ &\text{τις σχολικές μονάδες}_{1991} + \beta_8 \text{ Εμπόριο/Χονδρεμπόριο/ΒΙΟΠΑ}_{1996} + \beta_9 \text{ Φυσικές και} \\ &\text{ημιφυσικές περιοχές}_{1996} + \beta_{10} \text{ Μόνιμες καλλιέργειες}_{1996} + \beta_{11} \text{ Ελαιοκαλλιέργειες}_{1996} + \beta_{12} \\ &\text{Περιοχές μειωμένης χρήσης}_{1996} + \beta_{13} \text{ Παλαιό σχέδιο} + \beta_{14} \text{ Χρονολογία}_{1980-1989} + \beta_{15} \\ &\text{Χρονολογία}_{1990-1999} + \beta_{16} \text{ Εκτός σχεδίου} + \beta_{17} \text{ Απόσταση από τις} \\ &\text{προστατευόμενες/φυσικές περιοχές} + \varepsilon \end{aligned}$$

Η ανεξάρτητη μεταβλητή *Απόσταση από τους κόμβους της Περιμετρικής* δεν χρησιμοποιείται στο μοντέλο του 1991, καθώς η Περιμετρική λειτούργησε μετά το 2000. Συνολικά το μοντέλο περιλαμβάνει 17 ανεξάρτητες μεταβλητές

Για το 2001 το μοντέλο έχει τη μορφή:

$Πυκνότητα\ κτισμένης\ επιφάνειας_{2001} = \beta_0 + \beta_1 Πληθυσμιακή\ πυκνότητα_{2001} + \beta_2 Πυκνότητα\ οδικού\ δικτύου_{2001} + \beta_3 Υψόμετρο + \beta_4 Απόσταση\ από\ το\ κέντρο + \beta_5 Απόσταση\ από\ το\ θαλάσσιο\ μέτωπο + \beta_6 Απόσταση\ από\ τις\ βιοτεχνικές\ περιοχές + \beta_7 Απόσταση\ από\ τις\ σχολικές\ μονάδες_{2001} + \beta_8 Εμπόριο/Χονδρεμπόριο/ΒΙΟΠΑ_{2008} + \beta_9 Φυσικές\ και\ ημιφυσικές\ περιοχές_{2008} + \beta_{10} Μόνιμες\ καλλιέργειες_{2008} + \beta_{11} Ελαιοκαλλιέργειες_{2008} + \beta_{12} Περιοχές\ μειωμένης\ χρήσης_{2008} + \beta_{13} Παλαιό\ σχέδιο + \beta_{14} Χρονολογία_{1980-1989} + \beta_{15} Χρονολογία_{1990-1999} + \beta_{16} Εκτός\ σχεδίου + \beta_{17} Απόσταση\ από\ τις\ προστατευόμενες/φυσικές\ περιοχές + \beta_{18} Απόσταση\ από\ τους\ κόμβους\ της\ Περιμετρικής + \varepsilon$

Συνολικά το μοντέλο περιλαμβάνει 18 ανεξάρτητες μεταβλητές

Για το 2015 το μοντέλο έχει τη μορφή:

$Πυκνότητα\ κτισμένης\ επιφάνειας_{2015} = \beta_0 + \beta_1 Πληθυσμιακή\ πυκνότητα_{2011} + \beta_2 Πυκνότητα\ οδικού\ δικτύου_{2015} + \beta_3 Υψόμετρο + \beta_4 Απόσταση\ από\ το\ κέντρο + \beta_5 Απόσταση\ από\ το\ θαλάσσιο\ μέτωπο + \beta_6 Απόσταση\ από\ τις\ βιοτεχνικές\ περιοχές + \beta_7 Απόσταση\ από\ τις\ σχολικές\ μονάδες_{2015} + \beta_8 Εμπόριο/Χονδρεμπόριο/ΒΙΟΠΑ_{2015} + \beta_9 Φυσικές\ και\ ημιφυσικές\ περιοχές_{2015} + \beta_{10} Μόνιμες\ καλλιέργειες_{2015} + \beta_{11} Ελαιοκαλλιέργειες_{2015} + \beta_{12} Περιοχές\ μειωμένης\ χρήσης_{2015} + \beta_{13} Παλαιό\ σχέδιο + \beta_{14} Χρονολογία_{1980-1989} + \beta_{15} Χρονολογία_{1990-1999} + \beta_{16} Εκτός\ σχεδίου + \varepsilon$

Συνολικά το μοντέλο περιλαμβάνει 18 ανεξάρτητες μεταβλητές

Το γεγονός ότι τα δεδομένα χρήσεων/κάλυψη γης και πληθυσμιακής πυκνότητας εμφανίζουν μικρές χρονικές αναντιστοιχίες οι οποίες οφείλονται στα έτη που υπήρχαν οι διαθέσιμες πληροφορίες, (χρήσεις/κάλυψη γης 1996 αντί 1991, 2008 αντί 2001 και πληθυσμιακής πυκνότητας 2011 αντί 2015), δεν δημιουργεί πρόβλημα στην ανάλυση. Η αστική διάχυση είναι ένα φαινόμενο χρονικά εξελισσόμενο το οποίο υπόκειται σε μακροχρόνιες διεργασίες. Οι επιπτώσεις παραγόντων όπως αυτών που περιγράφουν οι ανεξάρτητες μεταβλητές, εκτυλίσσονται στο χρόνο και δεν αποτελούν στιγμιαίες εκφάνσεις. Ως αποτέλεσμα, δεδομένα που βρίσκονται στην ίδια δεκαετία παρέχουν έγκυρη αναπαράσταση της πραγματικότητας.

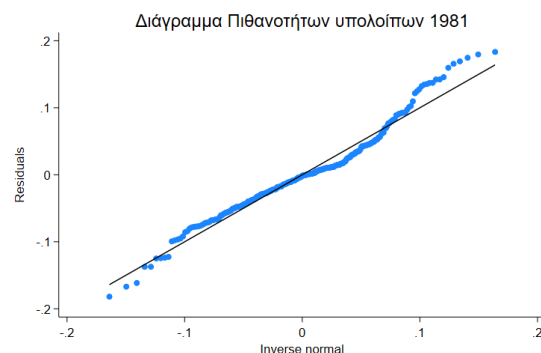
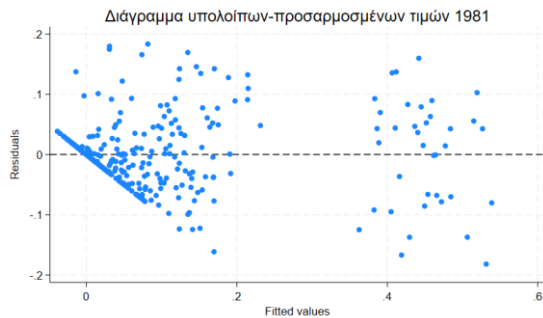
Στη συνέχεια ακολουθεί ο έλεγχος του μοντέλου παλινδρόμησης για κάθε έτος αναφοράς. Με στόχο την ολοκληρωμένη επισκόπηση, παρέχονται βασικές μετρήσεις απόδοσης του μοντέλου καθώς και κριτήρια για την αξιολόγηση της προγνωστικής ισχύος του.

#### 14.5.1.1 Το μοντέλο πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης για το 1981

Στη συνέχεια παρουσιάζεται συνοπτικός πίνακας και τα αντίστοιχα διαγράμματα από τον έλεγχο προσαρμογής του μοντέλου παλινδρόμησης για το 1981

**Πίνακας 14.8 και Σειρά Διαγραμμάτων 14.4: Μοντέλο Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 1981**

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	300
Model	5.93003189	17	.348825405	F(17, 282)	=	90.12
Residual	1.09149449	282	.003870548	Prob > F	=	0.0000
Total	7.02152637	299	.023483366	R-squared	=	0.8446
				Adj R-squared	=	0.8352
				Root MSE	=	.06221



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Στον αρχικό πίνακα το κριτήριο  $F(17, 282) = 90.12$  με  $p\text{-value} < 0.001$  δείχνει ότι το μοντέλο είναι στατιστικά ιδιαίτερα σημαντικό και οι ανεξάρτητες μεταβλητές έχουν συλλογικά σημαντική σχέση με την εξαρτημένη τιμή που αφορά στην αστική διάχυση. Ο συντελεστής προσδιορισμού  $R^2$  με τιμή 84,46% δείχνει πολύ καλή προσαρμογή του μοντέλου, ενώ ο προσαρμοσμένος συντελεστής προσδιορισμού (Adjusted  $R^2$ ) υποδηλώνει ότι το 83,52% της διακύμανσης της κτισμένης επιφάνειας εξηγείται από τις ανεξάρτητες μεταβλητές του μοντέλου. Η προσαρμογή αυτή είναι πολύ ισχυρή υποδεικνύοντας ότι το μοντέλο καταγράφει ένα σημαντικό μέρος της μεταβλητότητας της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας (αστική διάχυση). Η τιμή  $RMSE = 0.6221$  δείχνει στενή προσαρμογή του μοντέλου στα παρατηρούμενα δεδομένα, με το αποτέλεσμα να υποδηλώνει ακριβείς προβλέψεις

Στη συνέχεια ελέγχεται το διάγραμμα υπολοίπων-προσαρμοσμένων τιμών και το διάγραμμα πιθανοτήτων υπολοίπων.

Το διάγραμμα πιθανοτήτων υπολοίπων είναι πολύ καλά προσαρμοσμένο στο κύριο σώμα της κατανομής το οποίο ακολουθεί τη διαγώνιο. Αυτό σημαίνει ότι το κεντρικό τμήμα είναι συνεπές με την κανονικότητα. Μικρή απόκλιση παρατηρείται και στα δύο άκρα, εξαιτίας κάποιων ακραίων τιμών. Δεδομένου ότι το μέγεθος του δείγματος είναι 300 σημεία, σύμφωνα με το Κεντρικό Οριακό Θεώρημα, το συμπέρασμα που βασίζεται στις εκτιμήσεις της παλινδρόμησης παραμένει έγκυρο ακόμα και με ορισμένες μικρές αποκλίσεις των υπολοίπων.

Το διάγραμμα υπολοίπων-προσαρμοσμένων τιμών δείχνει ότι η διακύμανση των υπολοίπων δεν είναι σταθερή σε όλο το εύρος των προσαρμοσμένων τιμών υποδηλώνοντας ετεροσκεδαστικότητα. Προκειμένου να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα,

επιλέγεται η λύση της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης με ανθεκτικά τυπικά σφάλματα (multiple linear regression with robust standard errors). Η μεθοδολογία αυτή είναι ιδιαίτερα ισχυρή (White, 1980) και χρησιμεύει για την προσαρμογή της εκτιμώμενης διακύμανσης των συντελεστών παλινδρόμησης, διασφαλίζοντας έτσι την αξιοπιστία των υποθέσεων και των διαστημάτων εμπιστοσύνης ακόμη και παρουσία ετεροσκεδαστικότητας. Η προσαρμογή επιτυγχάνεται χωρίς την ανάγκη άμεσης μοντελοποίησης της δομής διακύμανσης των σφαλμάτων, παρέχοντας έτσι μια ιδιαίτερα ευέλικτη λύση. Κατά συνέπεια, τα μοντέλα αυτά προσφέρουν αυξημένη ευρωστία και εγκυρότητα. Το μοντέλο έδωσε τα παρακάτω αποτελέσματα:

**Πίνακας 14.9: Μοντέλο Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 1981-Συντελεστές**

Builtupden_1981	Coefficient	Robust std. err.	t	P> t	[95% conf. interval]	
Popden_1981	2.159496	.631247	3.42	0.001	.9169416	3.40205
Nroadensity_1981	2.336613	.4343621	5.38	0.000	1.48161	3.191617
elevation	-.000093	.00014	-0.66	0.507	-.0003687	.0001826
distancetocenter	-7.27e-06	5.35e-06	-1.36	0.175	-.0000178	3.26e-06
distancetoshoeline	5.46e-06	4.57e-06	1.19	0.234	-3.55e-06	.0000145
distancetofactory	2.71e-07	1.77e-06	0.15	0.878	-3.21e-06	3.75e-06
Factory81	-.0648865	.0163558	-3.97	0.000	-.0970814	-.0326916
Nat_areas81	-.0661199	.0135986	-4.86	0.000	-.0928874	-.0393523
Permanent81	-.0552952	.0113305	-4.88	0.000	-.0775983	-.032992
Olivetrees81	-.0478636	.0113157	-4.23	0.000	-.0701375	-.0255896
NoUse81	-.0496413	.0151522	-3.28	0.001	-.079467	-.0198157
y_pro	.2307533	.0238754	9.66	0.000	.1837566	.2777499
Y_80	.0057928	.012318	0.47	0.639	-.0184541	.0300398
Y_90	-.0092705	.0121929	-0.76	0.448	-.033271	.0147301
y_out	-.0187358	.0132266	-1.42	0.158	-.0447712	.0072996
disttopep	2.02e-06	2.80e-06	0.72	0.471	-3.49e-06	7.54e-06
distancetoschool1981	-6.29e-06	5.23e-06	-1.20	0.230	-.0000166	4.00e-06
_cons	.0861986	.024298	3.55	0.000	.0383701	.134027

$R^2 = 84,46\%$

RMSE= 0.06221

$R^2$  Adj= 83.52%

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Στη συνέχεια, προκειμένου να αξιολογηθεί η απόδοση του μοντέλου, υπολογίζονται οι τιμές του κριτηρίου πληροφορίας Akaike (Akaike Information Criterion, AIC) και του Μπεϋζιανού κριτηρίου πληροφορίας (BIC). Το κριτήριο πληροφορίας AIC αξιολογεί την ποιότητα των στατιστικών μοντέλων, παρέχοντας ένα μέσο επιλογής μεταξύ της καλής προσαρμογής και της απλότητας του μοντέλου. Το κριτήριο πληροφορίας BIC είναι ένα κριτήριο για την επιλογή μοντέλων μεταξύ μιας ομάδας παραμετρικών μοντέλων με διαφορετικούς αριθμούς παραμέτρων. Το συγκεκριμένο κριτήριο είναι ιδιαίτερα χρήσιμο σε περιπτώσεις μεγαλύτερων δειγμάτων όπου επιδεινώνεται ο κίνδυνος υπερπροσαρμογής του μοντέλου.

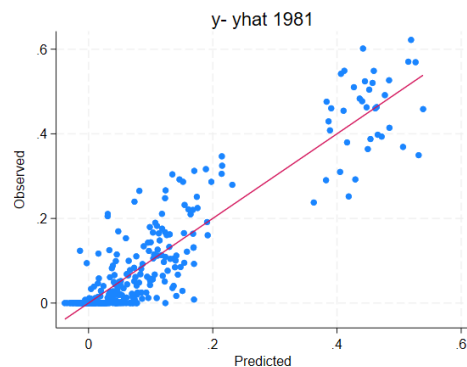
Επίσης υπολογίζεται η τιμή του predicted  $R^2$  με τη μεθοδολογία της διχοτόμησης των δεδομένων σε υποσύνολο εκπαίδευσης και υποσύνολο επικύρωσης. Το predicted  $R^2$

είναι μια κεντρική μέτρηση που εστιάζει στην προγνωστική ισχύ του μοντέλου αξιολογώντας πόσο καλά αναμένεται να αποδώσει το μοντέλο σε νέα άγνωστα δεδομένα.

**Πίνακας 14.10 και Διάγραμμα 14.5 : Κριτήρια AIC, BIC, Predicted R<sup>2</sup> και διάγραμμα παρατηρούμενης-προβλεπόμενης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής στο Μοντέλο Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 1981**

Model	N	ll(null)	ll(model)	df	AIC	BIC
.	300	137.5387	416.7536	18	-797.5073	-730.8392

Predicted R<sup>2</sup> = 79.87%



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Δίδονται οι τιμές των AIC -797,5073 και BIC -730,8392 που θα χρησιμοποιηθούν για σύγκριση των μοντέλων

Το log-likelihood (ll(model)) με τιμή 416,7536 δείχνει επίσης ότι το μοντέλο ταιριάζει καλά στα δεδομένα. Η τιμή R<sup>2</sup> predicted = 79.87% είναι πολύ υψηλή, υποδηλώνοντας ότι το μοντέλο εξηγεί το 79,87% της διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής. Από πλευράς προγνωστικής ισχύος, πρόκειται για ισχυρό μοντέλο.

Χρησιμοποιώντας τα κριτήρια AIC και BIC καθώς και το Predicted R<sup>2</sup> παρέχεται μια ολιστική προσέγγιση για την αξιολόγηση και την επιλογή του κατάλληλου μοντέλου που περιλαμβάνει την προσαρμογή του μοντέλου, την πολυπλοκότητα και την προγνωστική του ακρίβεια.

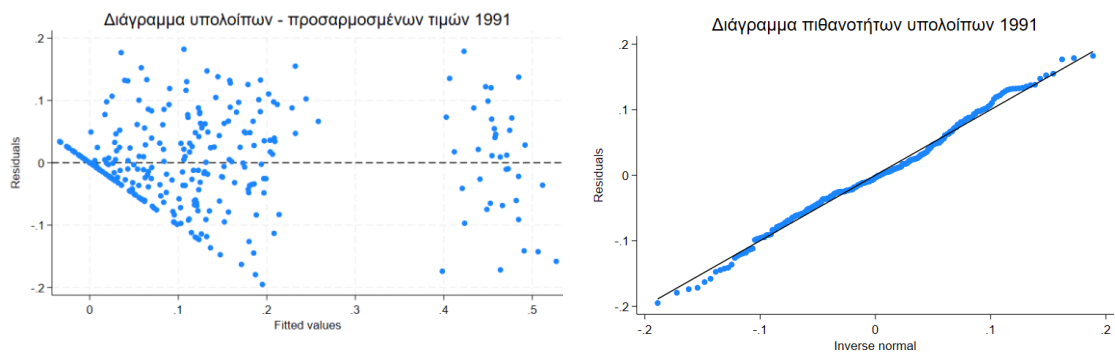
Τέλος, παρέχεται το διάγραμμα παρατηρούμενης-προβλεπόμενης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας (αστική διάχυση). Στο διάγραμμα φαίνεται ότι τα σημεία ακολουθούν την ευθεία, υποδεικνύοντας ότι οι προβλέψεις συμφωνούν με τις πραγματικές τιμές. Καθώς βρισκόμαστε στο 1981, πολλά από τα σημεία δεν έχουν κτισμένη επιφάνεια, με αποτέλεσμα να υπάρχουν αρκετές μηδενικές τιμές. Η προσαρμογή σε υψηλότερες τιμές είναι πολύ καλή παρότι υπάρχει μικρή διασπορά.

### 14.5.1.2 Το μοντέλο πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης για το 1991

Στη συνέχεια παρουσιάζεται συνοπτικός πίνακας και τα αντίστοιχα διαγράμματα από τον έλεγχο προσαρμογής του μοντέλου παλινδρόμησης για το 1991.

**Πίνακας 14.11 και Σειρά Διαγραμμάτων 14.6: Μοντέλο Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 1991**

Source	SS	df	MS	Number of obs =	300
Model	5.70419377	17	.33554081	F(17, 282) =	65.36
Residual	1.44769099	282	.005133656	Prob > F =	0.0000
				R-squared =	0.7976
				Adj R-squared =	0.7854
Total	7.15188476	299	.023919347	Root MSE =	.07165



Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Στον αρχικό πίνακα το κριτήριο  $F(17, 282) = 65.36$  με  $p\text{-value} < 0.001$  δείχνει ότι το μοντέλο είναι στατιστικά σημαντικό και οι ανεξάρτητες μεταβλητές έχουν συλλογικά σημαντική σχέση με την εξαρτημένη τιμή που αφορά στην αστική διάχυση. Ο συντελεστής προσδιορισμού  $R^2$  με τιμή 79,76% δείχνει καλή προσαρμογή του μοντέλου, ενώ ο προσαρμοσμένος συντελεστής προσδιορισμού (Adjusted  $R^2$ ) υποδηλώνει ότι το 78,54% της διακύμανσης της κτισμένης επιφάνειας εξηγείται από τις ανεξάρτητες μεταβλητές του μοντέλου. Η προσαρμογή αυτή είναι πολύ ισχυρή υποδεικνύοντας ότι το μοντέλο καταγράφει ένα σημαντικό μέρος της μεταβλητότητας της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας (αστική διάχυση). Η τιμή  $RMSE = 0.7165$  δείχνει στενή προσαρμογή του μοντέλου στα παρατηρούμενα δεδομένα, με το αποτέλεσμα να υποδηλώνει ακριβείς προβλέψεις

Στη συνέχεια ελέγχεται το διάγραμμα υπολοίπων-προσαρμοσμένων τιμών και το διάγραμμα πιθανοτήτων υπολοίπων.

Το διάγραμμα πιθανοτήτων υπολοίπων είναι πολύ καλά προσαρμοσμένο στο κύριο σώμα της κατανομής το οποίο ακολουθεί τη διαγώνιο. Αυτό σημαίνει ότι το κεντρικό τμήμα είναι συνεπές με την κανονικότητα. Μικρή καμπυλότητα παρατηρείται στα άκρα, εξαιτίας κάποιων ακραίων τιμών. Δεδομένου ότι το μέγεθος του δείγματος είναι 300 σημεία, σύμφωνα με το Κεντρικό Οριακό Θεώρημα, το συμπέρασμα που βασίζεται



στις εκτιμήσεις της παλινδρόμησης παραμένει έγκυρο και δεν παραβιάζεται η υπόθεση της κανονικότητας.

Το διάγραμμα υπολοίπων-προσαρμοσμένων τιμών δείχνει ότι η διακύμανση των υπολοίπων δεν είναι σταθερή σε όλο το εύρος των προσαρμοσμένων τιμών υποδηλώνοντας ετεροσκεδαστικότητα. Προκειμένου να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα, επιλέγεται η λύση της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης με ανθεκτικά τυπικά σφάλματα (multiple linear regression with robust standard errors). Η προσαρμογή επιτυγχάνεται χωρίς την ανάγκη άμεσης μοντελοποίησης της δομής διακύμανσης των σφαλμάτων, παρέχοντας έτσι μια ιδιαίτερα ευέλικτη λύση. Το μοντέλο έδωσε τα παρακάτω αποτελέσματα:

**Πίνακας 14.12: Μοντέλο Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 1991-Συντελεστές**

Builtupden_1991	Coefficient	Robust std. err.	t	P> t	[95% conf. interval]	
Popden_1991	.7754864	.5264954	1.47	0.142	-.2608734	1.811846
Nroadensity_1991	2.456179	.4571414	5.37	0.000	1.556337	3.356022
elevation	-4.05e-06	.0001787	-0.02	0.982	-.0003559	.0003478
distancetocenter	-5.88e-06	6.38e-06	-0.92	0.357	-.0000184	6.66e-06
distancetoshoreline	4.80e-06	5.35e-06	0.90	0.371	-5.73e-06	.0000153
distancetofactory	-1.23e-06	2.07e-06	-0.59	0.552	-5.30e-06	2.84e-06
y_pro	.2386388	.0239607	9.96	0.000	.1914743	.2858033
Y_80	-.0285351	.015985	-1.79	0.075	-.0600003	.00293
Y_90	-.0207404	.0169401	-1.22	0.222	-.0540855	.0126046
y_out	-.0402731	.0183085	-2.20	0.029	-.0763117	-.0042344
Factory96	.0034855	.0281019	0.12	0.901	-.0518306	.0588017
Nat_areas96	-.0847564	.0185348	-4.57	0.000	-.1212405	-.0482723
Permanent96	-.0716331	.0135502	-5.29	0.000	-.0983055	-.0449608
Olivetrees96	-.0643215	.0130848	-4.92	0.000	-.0900778	-.0385652
NoUse96	-.0712325	.0164423	-4.33	0.000	-.1035978	-.0388673
disttopep	3.19e-06	3.57e-06	0.89	0.373	-3.84e-06	.0000102
distsc1991	-.0000122	8.33e-06	-1.46	0.146	-.0000286	4.24e-06
_cons	.1254972	.0274487	4.57	0.000	.0714668	.1795276

$R^2 = 79,76\%$

RMSE= 0.7165

$R^2 \text{ Adj} = 78,54\%$

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

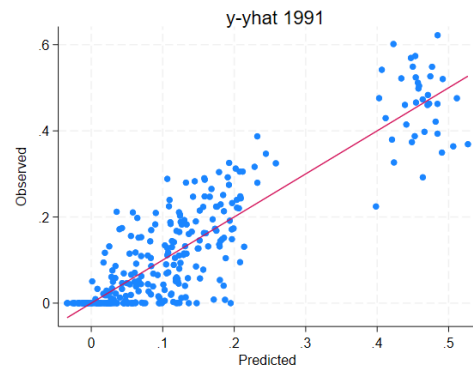
Στη συνέχεια, προκειμένου να αξιολογηθεί η απόδοση του μοντέλου, υπολογίζονται οι τιμές του κριτηρίου πληροφορίας Akaike (Akaike Information Criterion, AIC) και του Μπεϋζιανού κριτηρίου πληροφορίας (BIC).

Επίσης υπολογίζεται η τιμή του predicted  $R^2$  με τη μεθοδολογία της διχοτόμησης των δεδομένων σε υποσύνολο εκπαίδευσης και υποσύνολο επικύρωσης.

**Πίνακας 14.13 και Διάγραμμα 14.7: Κριτήρια AIC, BIC, Predicted R<sup>2</sup> και διάγραμμα παρατηρούμενης-προβλεπόμενης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής στο Μοντέλο Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 1991**

Model	N	ll(null)	ll(model)	df	AIC	BIC
.	300	134.7794	374.3903	18	-712.7807	-646.1126

Predicted R<sup>2</sup> = 82,24%



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Δίδονται οι τιμές των AIC -712,7807 και BIC -646,1126

Το log-likelihood (ll(model)) με τιμή 374,3903 δείχνει επίσης ότι το μοντέλο ταιριάζει καλά στα δεδομένα. Η τιμή R<sup>2</sup> predicted = 82.24% είναι πολύ υψηλή, υποδηλώνοντας ότι το μοντέλο εξηγεί το 82,24% της διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής. Από πλευράς προγνωστικής ισχύος, πρόκειται για ισχυρό μοντέλο.

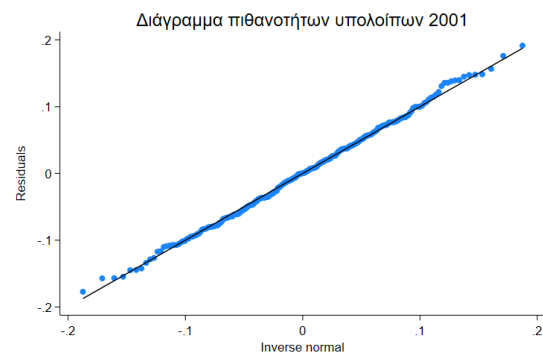
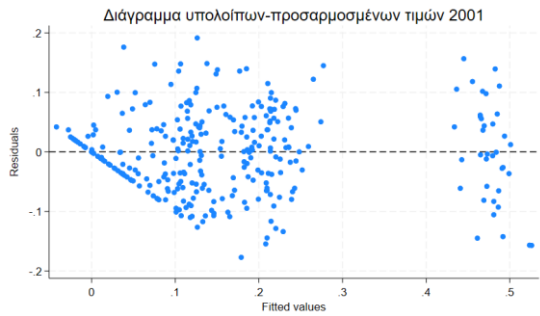
Τέλος, παρέχεται το διάγραμμα παρατηρούμενης-προβλεπόμενης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας (αστική διάχυση). Όπως και στην προηγούμενη γραφική παράσταση του 1981, τα σημεία δείχνουν θετική σχέση μεταξύ των προβλεπόμενων και των παρατηρούμενων τιμών όπως παρατηρείται από την ανοδική κλίση. Υπάρχει μικρή διασπορά γύρω από την προσαρμοσμένη γραμμή, αλλά καθώς οι τιμές αυξάνονται, το μοντέλο προσαρμόζεται καλύτερα στα δεδομένα. Περιοχές με εδραιωμένη διάχυση περιγράφονται ικανοποιητικά.

#### 14.5.1.3 Το μοντέλο πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης για το 2001

Στη συνέχεια παρουσιάζεται συνοπτικός πίνακας και τα αντίστοιχα διαγράμματα από τον έλεγχο προσαρμογής του μοντέλου παλινδρόμησης για το 2001

**Πίνακας 14.14 και Σειρά Διαγραμμάτων 14.8: Μοντέλο Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 2001**

Source	SS	df	MS	Number of obs =	300
Model	5.4316255	18	.301756972	F(18, 281) =	59.50
Residual	1.4251402	281	.005071673	Prob > F =	0.0000
Total	6.8567657	299	.022932327	R-squared =	0.7922
				Adj R-squared =	0.7788
				Root MSE =	.07122



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Στον αρχικό πίνακα το κριτήριο  $F(18, 281) = 59.50$  με  $p\text{-value} < 0.001$  δείχνει ότι το μοντέλο είναι στατιστικά ιδιαίτερα σημαντικό και οι ανεξάρτητες μεταβλητές έχουν συλλογικά σημαντική σχέση με την εξαρτημένη τιμή που αφορά στην αστική διάχυση. Ο συντελεστής προσδιορισμού  $R^2$  με τιμή 79,22% δείχνει καλή προσαρμογή του μοντέλου, ενώ ο προσαρμοσμένος συντελεστής προσδιορισμού (Adjusted  $R^2$ ) υποδηλώνει ότι το 77,88% της διακύμανσης της κτισμένης επιφάνειας εξηγείται από τις ανεξάρτητες μεταβλητές του μοντέλου. Η προσαρμογή αυτή είναι πολύ ισχυρή υποδεικνύοντας ότι το μοντέλο καταγράφει ένα σημαντικό μέρος της μεταβλητότητας της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας (αστική διάχυση). Η τιμή  $RMSE = 0.7122$  δείχνει στενή προσαρμογή του μοντέλου στα παρατηρούμενα δεδομένα, με το αποτέλεσμα να υποδηλώνει ακριβείς προβλέψεις

Στη συνέχεια ελέγχεται το διάγραμμα υπολοίπων-προσαρμοσμένων τιμών και το διάγραμμα πιθανοτήτων υπολοίπων.

Το διάγραμμα πιθανοτήτων υπολοίπων είναι πολύ καλά προσαρμοσμένο στο κύριο σώμα της κατανομής το οποίο ακολουθεί τη διαγώνιο. Αυτό σημαίνει ότι το κεντρικό τμήμα είναι συνεπές με την κανονικότητα. Στα άκρα παρατηρείται ελάχιστη απόκλιση εξαιτίας κάποιων ακραίων τιμών. Τα υπόλοιπα ακολουθούν την κανονική κατανομή. Το συμπέρασμα που βασίζεται στις εκτιμήσεις της παλινδρόμησης παραμένει έγκυρο και δεν παραβιάζεται η υπόθεση της κανονικότητας.

Το διάγραμμα υπολοίπων-προσαρμοσμένων τιμών δείχνει ότι η διακύμανση των υπολοίπων εμφανίζει μικρή ετεροσκεδαστικότητα. Προκειμένου να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα, επιλέγεται η λύση της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης με ανθεκτικά τυπικά σφάλματα (multiple linear regression with robust standard errors). Η προσαρμογή επιτυγχάνεται χωρίς την ανάγκη άμεσης μοντελοποίησης της δομής

διακύμανσης των σφαλμάτων, παρέχοντας έτσι μια ιδιαίτερα ευέλικτη λύση. Το μοντέλο έδωσε τα παρακάτω αποτελέσματα:

**Πίνακας 14.15: Μοντέλο Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 2001-Συντελεστές**

Builtupden_2001	Coefficient	Robust std. err.	t	P> t	[95% conf. interval]	
Popden_2001	.4288685	.2943634	1.46	0.146	-.1505688	1.008306
Nroadensity_2001	1.773022	.4142558	4.28	0.000	.957584	2.588461
elevation	.000043	.000171	0.25	0.802	-.0002935	.0003795
distancetocenter	1.32e-06	6.27e-06	0.21	0.833	-.000011	.0000137
distancetoshoreline	1.26e-06	5.59e-06	0.22	0.822	-9.75e-06	.0000123
distancetofactory	2.98e-06	2.12e-06	1.41	0.160	-1.18e-06	7.15e-06
distancetoartery	3.67e-06	4.42e-06	0.83	0.408	-5.04e-06	.0000124
y_pro	.2344875	.019612	11.96	0.000	.1958823	.2730926
Y_80	-.0843667	.0162198	-5.20	0.000	-.1162945	-.0524389
Y_90	-.0690875	.0164547	-4.20	0.000	-.1014775	-.0366974
y_out	-.0916822	.0167219	-5.48	0.000	-.1245982	-.0587662
Factory08	-.0348479	.0224067	-1.56	0.121	-.0789542	.0092584
Nat_areas08	-.0972874	.0201005	-4.84	0.000	-.136854	-.0577207
Permanent08	-.1063004	.0146268	-7.27	0.000	-.1350924	-.0775084
Olivetrees08	-.068813	.0142852	-4.82	0.000	-.0969325	-.0406934
NoUse08	-.0719171	.0293294	-2.45	0.015	-.1296504	-.0141837
disttopep	5.04e-06	3.29e-06	1.53	0.127	-1.43e-06	.0000115
distancetoschool2001	-.0000201	9.43e-06	-2.13	0.034	-.0000387	-1.52e-06
_cons	.129391	.0331989	3.90	0.000	.0640408	.1947411

$R^2 = 79,22\%$

RMSE= 0.7122

$R^2 \text{ Adj} = 77,88\%$

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

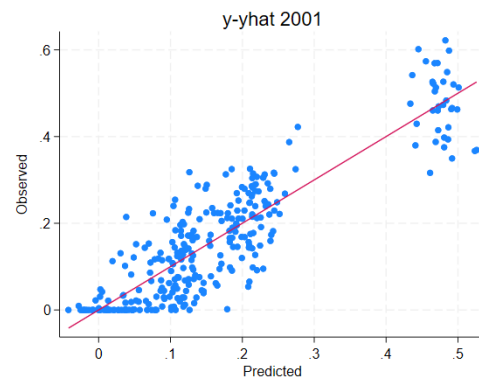
Στη συνέχεια, προκειμένου να αξιολογηθεί η απόδοση του μοντέλου, υπολογίζονται οι τιμές του κριτηρίου πληροφορίας Akaike (Akaike Information Criterion, AIC) και του Μπεϋζιανού κριτηρίου πληροφορίας (BIC).

Επίσης υπολογίζεται η τιμή του predicted  $R^2$  με τη μεθοδολογία της διχοτόμησης των δεδομένων σε υποσύνολο εκπαίδευσης και υποσύνολο επικύρωσης.

**Πίνακας 14.16 και Διάγραμμα 14.9: Κριτήρια AIC, BIC, Predicted  $R^2$  και διάγραμμα παρατηρούμενης-προβλεπόμενης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής στο Μοντέλο Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 2001**

Model	N	ll(null)	ll(model)	df	AIC	BIC
.	300	141.1004	376.7453	19	-715.4906	-645.1187

Predicted  $R^2 = 83.84\%$



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Δίδονται οι τιμές των AIC -715,4906 και BIC -645,1187

Το log-likelihood ( $ll(\text{model})$ ) με τιμή 376,7453 δείχνει επίσης ότι το μοντέλο ταιριάζει καλά στα δεδομένα. Η τιμή  $R^2$  predicted = 83,84% είναι πολύ υψηλή, υποδηλώνοντας ότι το μοντέλο εξηγεί το 83,84% της διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής. Από πλευράς προγνωστικής ισχύος, πρόκειται για ισχυρό μοντέλο.

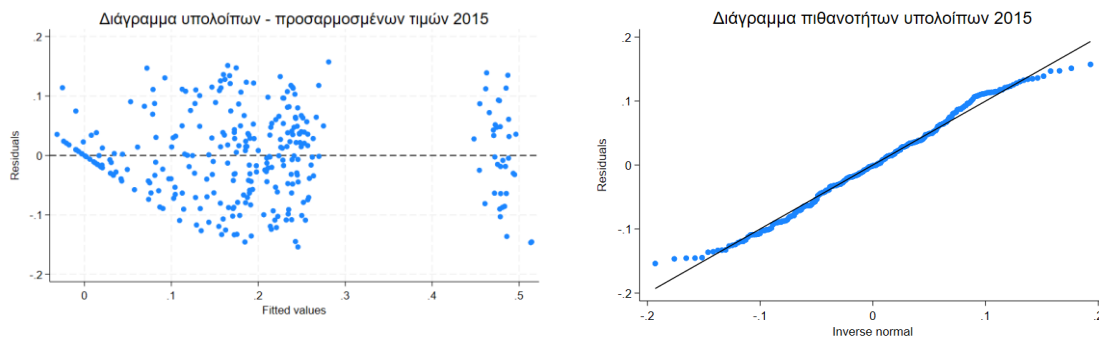
Τέλος, παρέχεται το διάγραμμα παρατηρούμενης-προβλεπόμενης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας (αστική διάχυση). Η προσαρμοσμένη γραμμή υποδεικνύει μια θετική σχέση μεταξύ των προβλεπόμενων τιμών και της παρατηρούμενης αστικής διάχυσης. Η ακρίβεια πρόβλεψης είναι επίσης υψηλότερη, εξαιτίας της προσθήκης της ανεξάρτητης μεταβλητής «Απόσταση από τους κόμβους της Περιμετρικής».

#### 14.5.1.4 Το μοντέλο πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης για το 2015

Στη συνέχεια παρουσιάζεται συνοπτικός πίνακας και τα αντίστοιχα διαγράμματα από τον έλεγχο προσαρμογής του μοντέλου παλινδρόμησης για το 2015

**Πίνακας 14.17 και Σειρά Διαγραμμάτων 14.10: Μοντέλο Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 2015**

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	300
Model	5.11898292	18	.28438794	F(18, 281)	=	52.83
Residual	1.51256666	281	.0053828	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.7719
				Adj R-squared	=	0.7573
Total	6.63154959	299	.022179096	Root MSE	=	.07337



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Στον αρχικό πίνακα το κριτήριο  $F(18, 281) = 52.83$  με  $p\text{-value} < 0.001$  δείχνει ότι το μοντέλο είναι στατιστικά σημαντικό και οι ανεξάρτητες μεταβλητές έχουν συλλογικά σημαντική σχέση με την εξαρτημένη τιμή που αφορά στην αστική διάχυση. Ο συντελεστής προσδιορισμού  $R^2$  με τιμή 77,19% δείχνει καλή προσαρμογή του μοντέλου, ενώ ο προσαρμοσμένος συντελεστής προσδιορισμού (Adjusted  $R^2$ ) υποδηλώνει ότι το 75,73% της διακύμανσης της κτισμένης επιφάνειας εξηγείται από τις ανεξάρτητες μεταβλητές του μοντέλου. Η προσαρμογή αυτή είναι πολύ ισχυρή υποδεικνύοντας ότι το μοντέλο καταγράφει ένα σημαντικό μέρος της μεταβλητότητας της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας (αστική διάχυση). Η τιμή  $RMSE = 0.7337$  δείχνει στενή προσαρμογή του μοντέλου στα παρατηρούμενα δεδομένα, με το αποτέλεσμα να υποδηλώνει ακριβείς προβλέψεις

Στη συνέχεια ελέγχεται το διάγραμμα υπολοίπων-προσαρμοσμένων τιμών και το διάγραμμα πιθανοτήτων υπολοίπων.

Το διάγραμμα πιθανοτήτων υπολοίπων είναι πολύ καλά προσαρμοσμένο στο κύριο σώμα της κατανομής το οποίο ακολουθεί τη διαγώνιο. Αυτό σημαίνει ότι το κεντρικό τμήμα είναι συνεπές με την κανονικότητα. Στα άκρα παρατηρείται ελάχιστη απόκλιση εξαιτίας κάποιων ακραίων τιμών. Τα υπόλοιπα ακολουθούν την κανονική κατανομή. Το συμπέρασμα που βασίζεται στις εκτιμήσεις της παλινδρόμησης παραμένει έγκυρο και δεν παραβιάζεται η υπόθεση της κανονικότητας.

Το διάγραμμα υπολοίπων-προσαρμοσμένων τιμών δείχνει ότι η διακύμανση των υπολοίπων εμφανίζει μικρή ετεροσκεδαστικότητα. Προκειμένου να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα, επιλέγεται η λύση της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης με ανθεκτικά τυπικά σφάλματα (multiple linear regression with robust standard errors). Η προσαρμογή επιτυγχάνεται χωρίς την ανάγκη άμεσης μοντελοποίησης της δομής διακύμανσης των σφαλμάτων, παρέχοντας έτσι μια ιδιαίτερα ευέλικτη λύση. Το μοντέλο έδωσε τα παρακάτω αποτελέσματα:

**Πίνακας 14.18: Μοντέλο Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 2015-Συντελεστές**

Builtupden_2015	Robust				
	Coefficient	std. err.	t	P> t	[95% conf. interval]
Popden_2015	.2041718	.2313715	0.88	0.378	-.2512695 .6596131
Nroadensity_2015	1.096961	.4408346	2.49	0.013	.229204 1.964719
elevation	-.0000344	.0001963	-0.18	0.861	-.0004209 .0003521
distancetocenter	9.77e-07	6.27e-06	0.16	0.876	-.0000114 .0000133
distancetoshoreline	5.52e-07	6.14e-06	0.09	0.928	-.0000115 .0000126
distancetofactory	2.62e-06	2.28e-06	1.15	0.250	-1.86e-06 7.11e-06
distancetoartery	6.73e-06	4.80e-06	1.40	0.162	-2.72e-06 .0000162
y_pro	.2232538	.0190625	11.71	0.000	.1857303 .2607774
Y_80	-.0602612	.0184972	-3.26	0.001	-.096672 -.0238505
Y_90	-.0586111	.017613	-3.33	0.001	-.0932812 -.023941
y_out	-.0972457	.0176102	-5.52	0.000	-.1319103 -.0625811
Factory15	-.0308091	.027303	-1.13	0.260	-.0845535 .0229353
Nat_areas15	-.114496	.0230316	-4.97	0.000	-.1598324 -.0691595
Permanent15	-.1126345	.0185117	-6.08	0.000	-.1490738 -.0761952
Olivetrees15	-.0931366	.0147477	-6.32	0.000	-.1221665 -.0641067
NoUse15	-.0768684	.0268324	-2.86	0.004	-.1296864 -.0240504
disttoschool2015	-.000024	.0000101	-2.37	0.018	-.0000439 -4.08e-06
disttopep	2.22e-06	3.75e-06	0.59	0.555	-5.17e-06 9.61e-06
_cons	.1723866	.037015	4.66	0.000	.0995248 .2452484

$R^2 = 77,19\%$

RMSE= 0.7337

$R^2$  Adj= 75,73%

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

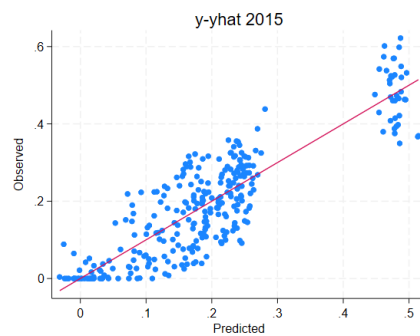
Στη συνέχεια, προκειμένου να αξιολογηθεί η απόδοση του μοντέλου, υπολογίζονται οι τιμές του κριτηρίου πληροφορίας Akaike (Akaike Information Criterion, AIC) και του Μπεϋζιανού κριτηρίου πληροφορίας (BIC).

Επίσης υπολογίζεται η τιμή του predicted  $R^2$  με τη μεθοδολογία της διχοτόμησης των δεδομένων σε υποσύνολο εκπαίδευσης και υποσύνολο επικύρωσης.

**Πίνακας 14.19 και Διάγραμμα 14.11: Κριτήρια AIC, BIC, Predicted  $R^2$  και διάγραμμα παρατηρούμενης-προβλεπόμενης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής στο Μοντέλο Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 2015**

Model	N	ll(null)	ll(model)	df	AIC	BIC
.	300	146.11	367.8146	19	-697.6292	-627.2574

Predicted  $R^2 = 83.37\%$



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Δίδονται οι τιμές των AIC -697,6292 και BIC -627,2574

Το log-likelihood ( $l(\text{model})$ ) με τιμή 367,8146 δείχνει επίσης ότι το μοντέλο ταιριάζει καλά στα δεδομένα. Η τιμή  $R^2$  predicted = 83.37% είναι πολύ υψηλή, υποδηλώνοντας ότι το μοντέλο εξηγεί το 83,37% της διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής. Από πλευράς προγνωστικής ισχύος, πρόκειται για ισχυρό μοντέλο.

Τέλος, παρέχεται το διάγραμμα παρατηρούμενης-προβλεπόμενης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας (αστική διάχυση). Συνεχίζεται η θετική σχέση μεταξύ των προβλεπόμενων και των παρατηρούμενων τιμών και παρατηρείται καλύτερη ευθυγράμμιση σε περιοχές με υψηλότερα επίπεδα αστικής διάχυσης. Από το μοτίβο της διασποράς δεν φαίνεται να υπάρχει υπερεκτίμηση ούτε υποεκτίμηση σε όλο το εύρος των τιμών, ενώ φαίνεται ότι η πρόβλεψη είναι ακριβέστερη σε περιοχές εδραιωμένης αστικής διάχυσης.

#### 14.5.1.5 Γενικά συμπεράσματα για το Μοντέλο Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης για τα έτη 1981,1991,2001 και 2015

Το μοντέλο Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης συγκεντρώνει πολύ καλά χαρακτηριστικά για να χρησιμοποιηθεί ως το μοντέλο για την ανάλυση, την ποσοτικοποίηση και την ερμηνεία των κινητηρίων δυνάμεων της αστικής διάχυσης στην περιοχή μελέτης. Οι έλεγχοι που πραγματοποιήθηκαν για κάθε έτος εφαρμογής της ανάλυσης παλινδρόμησης έδειξαν ότι δεν παραβιάζονται οι κανόνες χρήσης του μοντέλου (έλλειψη πολυσυγγραμμικότητας, κανονικότητα) ενώ η μικρή ετεροσκεδασιμότητα λήφθηκε υπόψη μέσω της λύσης της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης με ανθεκτικά τυπικά σφάλματα. Το μοντέλο είναι στατιστικά σημαντικό και οι ανεξάρτητες μεταβλητές έχουν συλλογικά σημαντική σχέση με την εξαρτημένη τιμή που αφορά στην αστική διάχυση. Οι προσαρμοσμένοι συντελεστές προσδιορισμού (Adjusted  $R^2$ ) είναι γενικά πολύ ισχυροί ενώ επίσης οι τιμές του κριτηρίου πληροφορίας Akaike (AIC) και του Μπεϋζιανού κριτηρίου πληροφορίας (BIC) προτείνουν μια καλή ισορροπία μεταξύ της προσαρμογής του μοντέλου και της πολυπλοκότητας. Οι τιμές του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (RMSE) δείχνουν στενή προσαρμογή του μοντέλου στα παρατηρούμενα δεδομένα υποδηλώνοντας ακριβείς προβλέψεις ενώ αντίστοιχα οι τιμές  $R^2$  predicted δείχνουν υψηλή προγνωστική ισχύ. Τέλος, τα διαγράμματα παρατηρούμενης-προβλεπόμενης τιμής της



εξαρτημένης μεταβλητής της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας (αστική διάχυση) δείχνουν ότι το μοντέλο αποτυπώνει σωστά την κατεύθυνση της τάσης, ενώ γίνεται ακριβέστερο με την πάροδο του χρόνου. Από το μοτίβο της διασποράς δεν φαίνεται να υπάρχει υπερεκτίμηση ούτε υποεκτίμηση σε όλο το εύρος των τιμών. Γενικά, το μοντέλο επιτυγχάνει καλή ισορροπία μεταξύ επεξηγηματικής ισχύος και πολυπλοκότητας χωρίς τον κίνδυνο υπερπροσαρμογής.

#### 14.5.2 Το Χωρικό Αυτοπαλίνδρομο Μοντέλο (SAR)

Το δεύτερο μοντέλο που εξετάζεται είναι το χωρικό αυτοπαλίνδρομο μοντέλο (spatial autoregressive model) ή μοντέλο χωρικής υστέρησης. Στο πλαίσιο της αστικής διάχυσης το μοντέλο διερευνά το επίπεδο επίδρασης της αστικής διάχυσης στις γειτονικές περιοχές. Το μοντέλο εξετάζει όχι μόνο τις άμεσες επιδράσεις των ανεξάρτητων μεταβλητών αλλά και τις έμμεσες επιδράσεις (spillover effects) λόγω χωρικής υστέρησης της εξαρτημένης μεταβλητής.

Η γενική μορφή του μοντέλου είναι:

$$Y = \rho WY + X\beta + \varepsilon$$

Όπου:

$Y$  η εξαρτημένη μεταβλητή της αστικής διάχυσης  
 $WY$  είναι η χωρική υστέρηση της εξαρτημένης μεταβλητής  
 $W$  είναι ο πίνακας των χωρικών βαρών  
 $\rho$  ο συντελεστής χωρικής υστέρησης  
 $X$  πίνακας ανεξάρτητων μεταβλητών  
 $\beta$  συντελεστές του μοντέλου  
 $\varepsilon$  το σφάλμα της παλινδρόμησης

Το μοντέλο έχει χρησιμοποιηθεί σε μελέτες της αστικής διάχυσης (Zeng et al. 2015).

Για την ανάλυση με το χωρικό αυτοπαλίνδρομο μοντέλο θα χρησιμοποιηθούν τα εξής τέσσερα μοντέλα, ανά χρονική περίοδο αναφοράς:

Για το 1981 το μοντέλο έχει τη μορφή:

$Πυκνότητα\ κτισμένης\ επιφάνειας_{1981} = \rho W Πυκνότητα\ κτισμένης\ επιφάνειας_{1981} + \beta_1$   
 $Πληθυσμιακή\ πυκνότητα_{1981} + \beta_2 Πυκνότητα\ οδικού\ δικτύου_{1981} + \beta_3 Υψόμετρο + \beta_4$   
 $Απόσταση\ από\ το\ κέντρο + \beta_5 Απόσταση\ από\ το\ θαλάσσιο\ μέτωπο + \beta_6 Απόσταση\ από\ τις$   
 $βιοτεχνικές\ περιοχές + \beta_7 Απόσταση\ από\ τις\ σχολικές\ μονάδες_{1981} + \beta_8$   
 $Εμπόριο/Χονδρεμπόριο/ΒΙΟΠΑ_{1981} + \beta_9 Φυσικές\ και\ ημιφυσικές\ περιοχές_{1981} + \beta_{10}$   
 $Μόνιμες\ καλλιέργειες_{1981} + \beta_{11} Ελαιοκαλλιέργειες_{1981} + \beta_{12} Περιοχές\ μειωμένης$   
 $χρήσης_{1981} + \beta_{13} Παλαιό\ σχέδιο + \beta_{14} Χρονολογία_{1980-1989} + \beta_{15} Χρονολογία_{1990-}$   
 $1999 + \beta_{16} Εκτός\ σχεδίου + \beta_{17} Απόσταση\ από\ τις\ προστατευόμενες/φυσικές\ περιοχές + \varepsilon$

Η ανεξάρτητη μεταβλητή Απόσταση από τους κόμβους της Περιμετρικής δεν χρησιμοποιείται στο μοντέλο του 1981, καθώς η Περιμετρική λειτούργησε μετά το 2000.

Για το 1991 το μοντέλο έχει τη μορφή:

$$\text{Πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας}_{1991} = \rho W \text{ Πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας}_{1991} + \beta_1 \text{ Πληθυσμιακή πυκνότητα}_{1991} + \beta_2 \text{ Πυκνότητα οδικού δικτύου}_{1991} + \beta_3 \text{ Υψόμετρο} + \beta_4 \text{ Απόσταση από το κέντρο} + \beta_5 \text{ Απόσταση από το θαλάσσιο μέτωπο} + \beta_6 \text{ Απόσταση από τις βιοτεχνικές περιοχές} + \beta_7 \text{ Απόσταση από τις σχολικές μονάδες}_{1991} + \beta_8 \text{ Εμπόριο/Χονδρεμπόριο/ΒΙΟΠΑ}_{1996} + \beta_9 \text{ Φυσικές και ημιφυσικές περιοχές}_{1996} + \beta_{10} \text{ Μόνιμες καλλιέργειες}_{1996} + \beta_{11} \text{ Ελαιοκαλλιέργειες}_{1996} + \beta_{12} \text{ Περιοχές μειωμένης χρήσης}_{1996} + \beta_{13} \text{ Παλαιό σχέδιο} + \beta_{14} \text{ Χρονολογία}_{1980-1989} + \beta_{15} \text{ Χρονολογία}_{1990-1999} + \beta_{16} \text{ Εκτός σχεδίου} + \beta_{17} \text{ Απόσταση από τις προστατευόμενες/φυσικές περιοχές} + \varepsilon$$

Η ανεξάρτητη μεταβλητή Απόσταση από τους κόμβους της Περιμετρικής δεν χρησιμοποιείται στο μοντέλο του 1991, καθώς η Περιμετρική λειτούργησε μετά το 2000.

Για το 2001 το μοντέλο έχει τη μορφή:

$$\text{Πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας}_{2001} = \rho W \text{ Πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας}_{2001} + \beta_1 \text{ Πληθυσμιακή πυκνότητα}_{2001} + \beta_2 \text{ Πυκνότητα οδικού δικτύου}_{2001} + \beta_3 \text{ Υψόμετρο} + \beta_4 \text{ Απόσταση από το κέντρο} + \beta_5 \text{ Απόσταση από το θαλάσσιο μέτωπο} + \beta_6 \text{ Απόσταση από τις βιοτεχνικές περιοχές} + \beta_7 \text{ Απόσταση από τις σχολικές μονάδες}_{2001} + \beta_8 \text{ Εμπόριο/Χονδρεμπόριο/ΒΙΟΠΑ}_{2008} + \beta_9 \text{ Φυσικές και ημιφυσικές περιοχές}_{2008} + \beta_{10} \text{ Μόνιμες καλλιέργειες}_{2008} + \beta_{11} \text{ Ελαιοκαλλιέργειες}_{2008} + \beta_{12} \text{ Περιοχές μειωμένης χρήσης}_{2008} + \beta_{13} \text{ Παλαιό σχέδιο} + \beta_{14} \text{ Χρονολογία}_{1980-1989} + \beta_{15} \text{ Χρονολογία}_{1990-1999} + \beta_{16} \text{ Εκτός σχεδίου} + \beta_{17} \text{ Απόσταση από τις προστατευόμενες/φυσικές περιοχές} + \beta_{18} \text{ Απόσταση από τους κόμβους της Περιμετρικής} + \varepsilon$$

Για το 2015 το μοντέλο έχει τη μορφή:

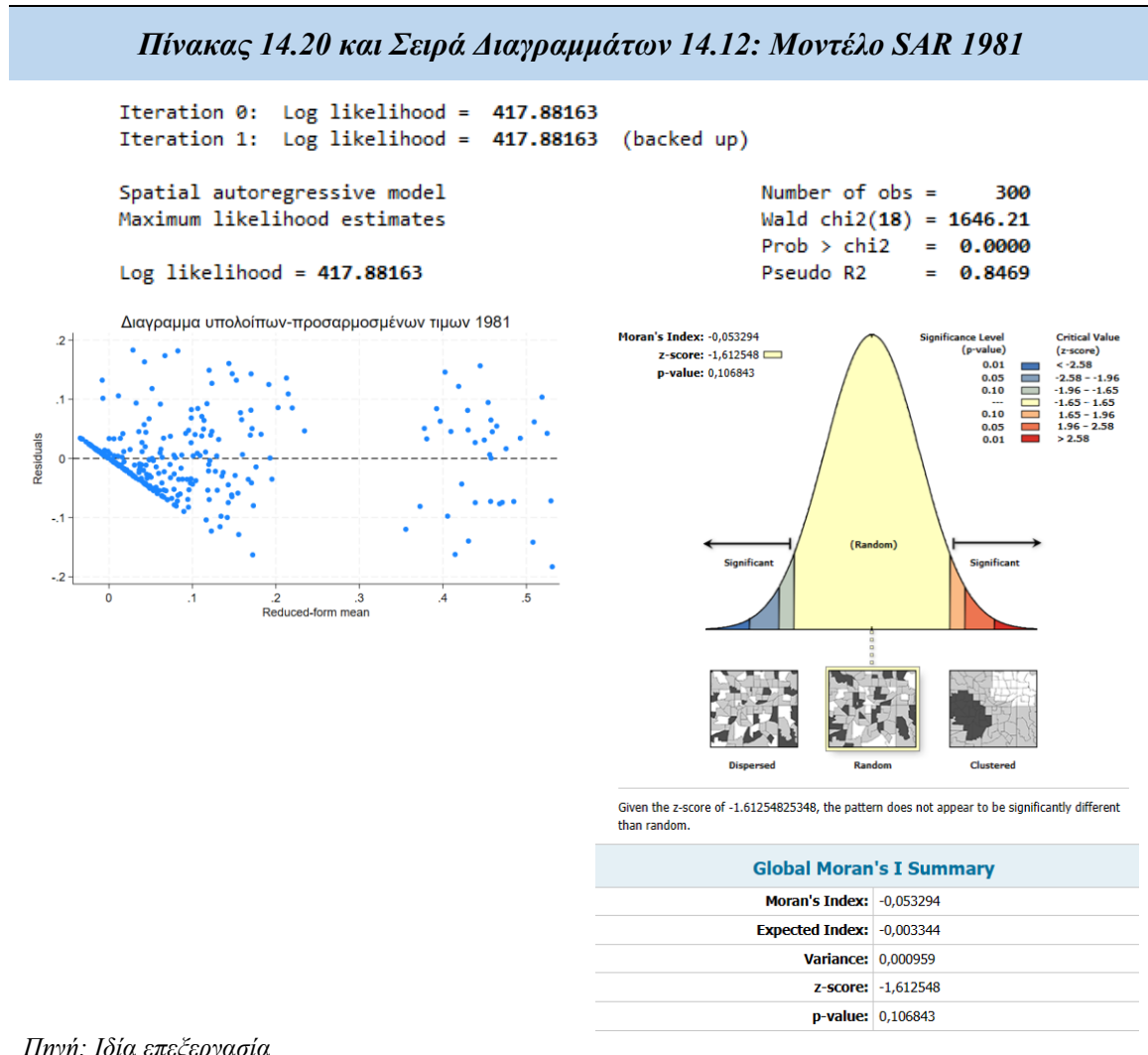
$$\text{Πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας}_{2015} = \rho W \text{ Πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας}_{2015} + \beta_1 \text{ Πληθυσμιακή πυκνότητα}_{2011} + \beta_2 \text{ Πυκνότητα οδικού δικτύου}_{2015} + \beta_3 \text{ Υψόμετρο} + \beta_4 \text{ Απόσταση από το κέντρο} + \beta_5 \text{ Απόσταση από το θαλάσσιο μέτωπο} + \beta_6 \text{ Απόσταση από τις βιοτεχνικές περιοχές} + \beta_7 \text{ Απόσταση από τις σχολικές μονάδες}_{2015} + \beta_8 \text{ Εμπόριο/Χονδρεμπόριο/ΒΙΟΠΑ}_{2015} + \beta_9 \text{ Φυσικές και ημιφυσικές περιοχές}_{2015} + \beta_{10} \text{ Μόνιμες καλλιέργειες}_{2015} + \beta_{11} \text{ Ελαιοκαλλιέργειες}_{2015} + \beta_{12} \text{ Περιοχές μειωμένης χρήσης}_{2015} + \beta_{13} \text{ Παλαιό σχέδιο} + \beta_{14} \text{ Χρονολογία}_{1980-1989} + \beta_{15} \text{ Χρονολογία}_{1990-1999} + \beta_{16} \text{ Εκτός σχεδίου} + \varepsilon$$

Στη συνέχεια ακολουθεί ο έλεγχος του μοντέλου παλινδρόμησης για κάθε έτος αναφοράς. Με στόχο την ολοκληρωμένη επισκόπηση, παρέχονται βασικές μετρήσεις απόδοσης του μοντέλου καθώς και κριτήρια για την αξιολόγηση της προγνωστικής ισχύος του.

### 14.5.2.1 Το Χωρικό Αυτοπαλίνδρομο Μοντέλο (SAR) για το 1981

Στη συνέχεια παρουσιάζεται συνοπτικός πίνακας και τα αντίστοιχα διαγράμματα από τον έλεγχο προσαρμογής του χωρικού αυτοπαλίνδρομου μοντέλου για το 1981

**Πίνακας 14.20 και Σειρά Διαγραμμάτων 14.12: Μοντέλο SAR 1981**



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Για το Χωρικό Αυτοπαλίνδρομο Μοντέλο (SAR) χρησιμοποιήθηκε ο εκτιμητής μέγιστης πιθανοφάνειας (maximum likelihood) ώστε να ενσωματώσει τη χωρική εξάρτηση των δεδομένων. Η τιμή του Wald chi2(18) 1646,21 με 18 βαθμούς ελευθερίας και p-value <0.001 υποδηλώνει ότι η πρόβλεψη σχετίζεται σημαντικά με την εξαρτημένη μεταβλητή της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας (αστική διάχυση). Ο ψευδοσυντελεστής  $R^2$  με τιμή 0,8469 δείχνει καλή προσαρμογή.

Στη συνέχεια ελέγχεται το διάγραμμα υπολοίπων-προσαρμοσμένων τιμών και το διάγραμμα χωρικής αυτοσυσχέτισης Moran's I

Το διάγραμμα υπολοίπων-προσαρμοσμένων τιμών δείχνει ότι η διακύμανση των υπολοίπων εμφανίζει μικρή ετεροσκεδαστικότητα. Προκειμένου να αντιμετωπιστεί το

πρόβλημα, επιλέγεται να προστεθεί στο Χωρικό Αυτοπαλίνδρομο Μοντέλο με εκτιμητή μέγιστης πιθανοφάνειας η λύση με ανθεκτικά τυπικά σφάλματα (robust standard errors). Η προσαρμογή επιτυγχάνεται χωρίς την ανάγκη άμεσης μοντελοποίησης της δομής διακύμανσης των σφαλμάτων, παρέχοντας έτσι μια ιδιαίτερα ευέλικτη λύση.

Ο έλεγχος για χωρική αυτοσυσχέτιση των υπολοίπων στα SAR μοντέλα θα πρέπει να δίνει τιμές κοντά στο μηδέν. Ο δείκτης Moran με τιμή -0,053294 βρίσκεται πολύ κοντά στο μηδέν υποδηλώνοντας τυχαιότητα, ενώ η τιμή p-value: 0,106843 δείχνει ότι υπάρχει 10,68% πιθανότητα το παρατηρούμενο χωρικό μοτίβο να οφείλεται σε τυχαιότητα. Αυτό δεν θεωρείται στατιστικά σημαντικό, επομένως δεν θα απορρίπταμε τη μηδενική υπόθεση της τυχαιότητας. Γενικά, το μοτίβο υποδηλώνει τυχαία κατανομή το οποίο με τη σειρά του σημαίνει ότι δεν υπάρχουν ισχυρές ενδείξεις χωρικής αυτοσυσχέτισης - είτε ομαδοποίησης είτε διασποράς - στο σύνολο των δεδομένων που αναλύονται. Ο παρατηρούμενος δείκτης εμπίπτει στην κορυφή της καμπύλης, υποδεικνύοντας ότι βρίσκεται εντός του εύρους της τυχαιότητας. Συνεπώς, το μοντέλο έχει καλύψει καλά τη χωρική δομή, καθώς δεν εμφανίζεται άλλο μοτίβο εκτός από αυτό της τυχαιότητας.

Το μοντέλο έδωσε τα παρακάτω αποτελέσματα:

**Πίνακας 14.21: Μοντέλο SAR 1981-Συντελεστές**

Builtupden	Coefficient	Robust std. err.	z	P> z	[95% conf. interval]	
<b>Builtupden</b>						
Popden_198	2.152908	.4216311	5.11	0.000	1.326527	2.97929
Nroadensit	2.298231	.3390959	6.78	0.000	1.633615	2.962847
elevation	-.0000775	.0001742	-0.44	0.657	-.0004189	.0002639
distanceto	-1.85e-07	6.84e-06	-0.03	0.978	-.0000136	.0000132
distance_1	5.06e-06	5.55e-06	0.91	0.362	-5.82e-06	.0000159
distance_2	1.20e-06	1.97e-06	0.61	0.543	-2.67e-06	5.07e-06
Factory81	-.0590853	.0628706	-0.94	0.347	-.1823094	.0641389
Nat_areas8	-.0650598	.0180165	-3.61	0.000	-.1003714	-.0297482
Permanent8	-.0550053	.0121437	-4.53	0.000	-.0788065	-.0312041
Olivetrees	-.0494276	.0110249	-4.48	0.000	-.071036	-.0278191
NoUse81	-.0526136	.0271813	-1.94	0.053	-.1058881	.0006608
y_pro	.2173112	.0187109	11.61	0.000	.1806385	.253984
Y_80	.0089453	.0138092	0.65	0.517	-.0181204	.0360109
Y_90	-.0049079	.0140369	-0.35	0.727	-.0324198	.022604
y_out	-.0153441	.0150674	-1.02	0.309	-.0448758	.0141875
disttopep	2.85e-06	2.76e-06	1.03	0.302	-2.56e-06	8.25e-06
distance_4	-8.24e-06	6.90e-06	-1.19	0.233	-.0000218	5.29e-06
_cons	.0133634	.0505457	0.26	0.791	-.0857044	.1124312
<b>W1981</b>						
Builtupden	.345392	.2146165	1.61	0.108	-.0752487	.7660327
var(e.Builtupden)	.0036074	.0003624			.0029626	.0043925

Wald test of spatial terms: chi2(1) = 2.59 Prob > chi2 = 0.1075

RMSE= 0.05998794

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

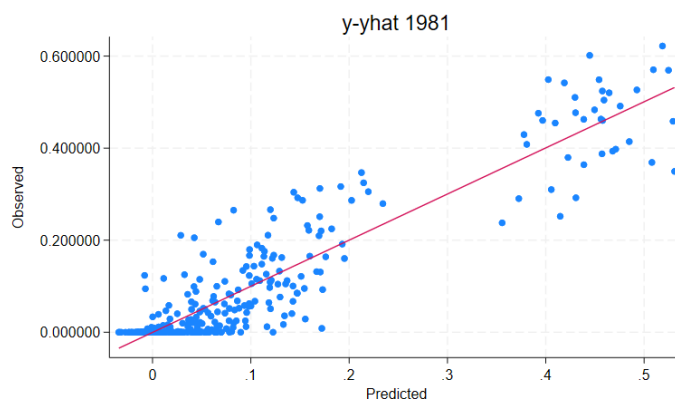
Από τα αποτελέσματα του μοντέλου προκύπτει ότι η δοκιμή Wald, η οποία χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της σημασίας της χωρικής συνιστώσας του μοντέλου, είναι μη σημαντική  $p\text{-value} = 0,1075 (> 0,05)$ . Δηλαδή, η χωρική εξάρτηση μπορεί να μην είναι αρκετά ισχυρή ώστε να ανιχνευθεί, δεδομένων των άλλων μεταβλητών που περιλαμβάνονται στο μοντέλο. Συνεπώς, οι χωρικοί όροι στο μοντέλο δεν βελτιώνουν σημαντικά την προσαρμογή του μοντέλου σε σύγκριση με ένα μη χωρικό μοντέλο. Επίσης, ο συντελεστής υστέρησης (W1981) ο οποίος μετρά την επίδραση της αστικής διάχυσης στα γειτονικά σημεία, δεν είναι σημαντικός ( $p > 0,05$ ).

Επίσης, για την αξιολόγηση του μοντέλου υπολογίστηκε η τιμή RMSE, η οποία με τιμή 0.05998794 αποδεικνύει ότι το μοντέλο έχει καλή ακρίβεια πρόβλεψης.

Στη συνέχεια, προκειμένου να αξιολογηθεί η απόδοση του μοντέλου, υπολογίζονται οι τιμές του κριτηρίου πληροφορίας Akaike (AIC) και του Μπεϋζιανού κριτηρίου πληροφορίας (BIC).

**Πίνακας 14.22 και Διάγραμμα 14.13: Κριτήρια AIC και BIC στο Μοντέλο SAR 1981 και διάγραμμα παρατηρούμενης-προβλεπόμενης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής στο Μοντέλο SAR 1981**

Model	N	ll(null)	ll(model)	df	AIC	BIC
.	300	.	418.2411	21	-794.4821	-716.7027



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Δίδονται οι τιμές των AIC -794,4821 και BIC -716,7027

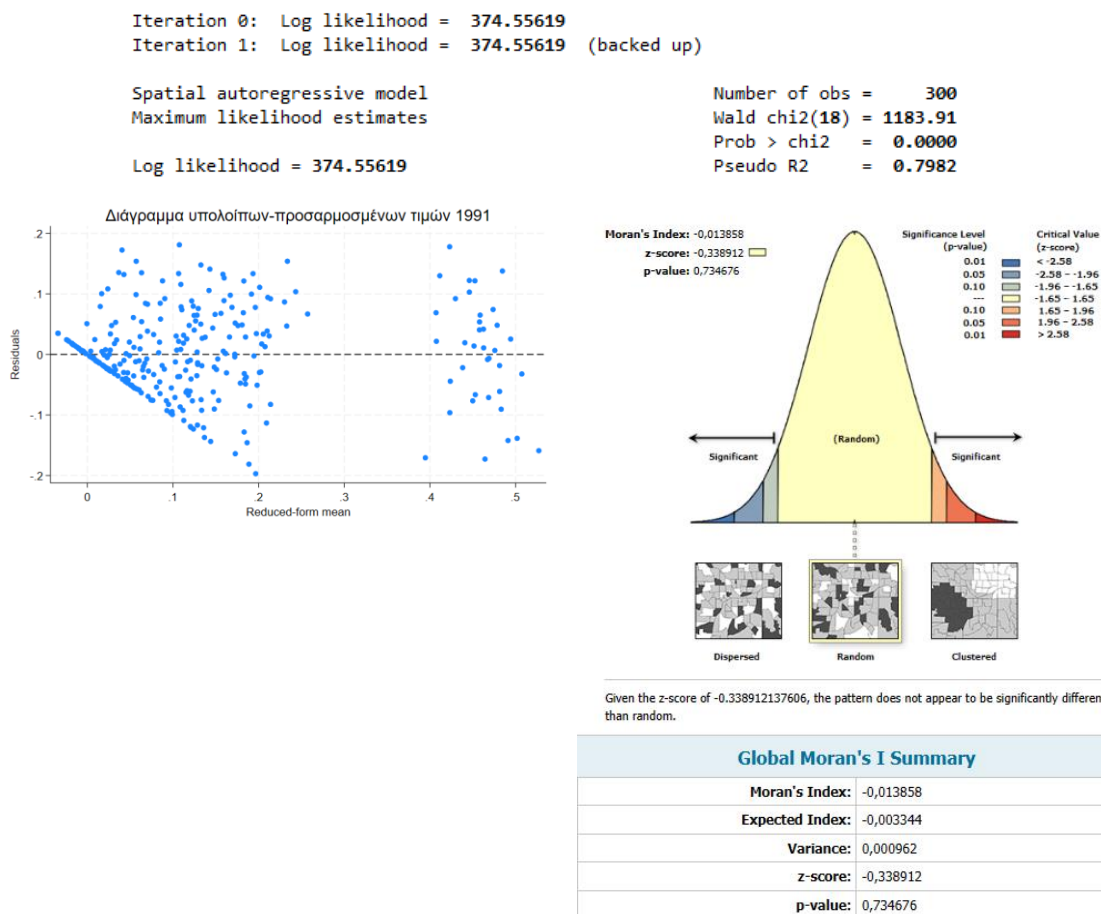
Τέλος, παρέχεται το διάγραμμα παρατηρούμενης-προβλεπόμενης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας (αστική διάχυση). Το διάγραμμα αυτό δεν διαφέρει από το αντίστοιχο της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης για το ίδιο έτος. Η θετική τάση υποδηλώνει ότι όσο αυξάνει η αστική διάχυση (παρατηρούμενες τιμές) τόσο αυξάνουν και οι προβλέψεις, γεγονός που σημαίνει ότι η γενική τάση της αστικής διάχυσης έχει αναληφθεί αρκετά καλά από το μοντέλο. Παρατηρούνται κάποιες ακραίες τιμές στο μεσαίο εύρος ενώ καθώς

βρισκόμαστε στο 1981 πολλά από τα σημεία δεν έχουν κτισμένη επιφάνεια, με αποτέλεσμα να υπάρχουν αρκετές μηδενικές τιμές.

### 14.5.2.2 Το Χωρικό Αυτοπαλίνδρομο Μοντέλο (SAR) για το 1991

Στη συνέχεια παρουσιάζεται συνοπτικός πίνακας και τα αντίστοιχα διαγράμματα από τον έλεγχο προσαρμογής του χωρικού αυτοπαλίνδρομου μοντέλου για το 1991

**Πίνακας 14.23 και Σειρά Διαγραμμάτων 14.14: Μοντέλο SAR 1991**



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Για το Χωρικό Αυτοπαλίνδρομο Μοντέλο (SAR) χρησιμοποιήθηκε ο εκτιμητής μέγιστης πιθανοφάνειας (maximum likelihood) ώστε να ενσωματώσει τη χωρική εξάρτηση των δεδομένων. Η τιμή του Wald chi2(18) 1183,91 με 18 βαθμούς ελευθερίας και p-value <0.001 υποδηλώνει ότι η πρόβλεψη σχετίζεται σημαντικά με την εξαρτημένη μεταβλητή της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας (αστική διάχυση). Ο ψευδοσυντελεστής  $R^2$  με τιμή 0,7982 δείχνει καλή προσαρμογή.

Στη συνέχεια ελέγχεται το διάγραμμα υπολοίπων-προσαρμοσμένων τιμών και το διάγραμμα χωρικής αυτοσυσχέτισης Moran's I

Το διάγραμμα υπολοίπων-προσαρμοσμένων τιμών δείχνει ότι η διακύμανση των υπολοίπων εμφανίζει μικρή ετεροσκεδαστικότητα. Προκειμένου να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα, επιλέγεται να προστεθεί στο Χωρικό Αυτοπαλίνδρομο Μοντέλο με εκτιμητή μέγιστης πιθανοφάνειας η λύση με ανθεκτικά τυπικά σφάλματα (robust standard errors). Η προσαρμογή επιτυγχάνεται χωρίς την ανάγκη άμεσης μοντελοποίησης της δομής διακύμανσης των σφαλμάτων, παρέχοντας έτσι μια ιδιαίτερα ευέλικτη λύση.

Ο έλεγχος για χωρική αυτοσυσχέτιση των υπολοίπων στα SAR μοντέλα θα πρέπει να δίνει τιμές κοντά στο μηδέν. Οι τιμές Moran's I κυμαίνονται από -1 (που υποδηλώνει τέλεια διασπορά) έως +1 (τέλεια συσχέτιση). Μια τιμή κοντά στο 0 υποδηλώνει ένα τυχαίο χωρικό μοτίβο. Ο δείκτης Moran με τιμή -0,013858 βρίσκεται πολύ κοντά στο μηδέν υποδηλώνοντας τυχειότητα. Η τιμή του z-score είναι -0,338912, πολύ κοντά στο μηδέν. Το μοτίβο υποδηλώνει τυχαία κατανομή το οποίο με τη σειρά του σημαίνει ότι δεν υπάρχουν ισχυρές ενδείξεις χωρικής στο σύνολο των δεδομένων που αναλύονται. Ο παρατηρούμενος δείκτης εμπίπτει στην κορυφή της καμπύλης, υποδεικνύοντας ότι βρίσκεται εντός του εύρους της τυχειότητας. Συνεπώς, το μοντέλο έχει καλύψει καλά τη χωρική δομή, καθώς δεν εμφανίζεται άλλο μοτίβο εκτός από αυτό της τυχειότητας.

Το μοντέλο έδωσε τα παρακάτω αποτελέσματα:

**Πίνακας 14.24: Μοντέλο SAR 1991-Συντελεστές**

Builtupden	Coefficient	Robust std. err.	z	P> z	[95% conf. interval]	
<b>Builtupden</b>						
Popden_199	.7789205	.326762	2.38	0.017	.1384787	1.419362
Nroadensit	2.434732	.3742978	6.50	0.000	1.701122	3.168342
elevation	4.97e-06	.0002034	0.02	0.981	-.0003937	.0004037
distanceto	-2.43e-06	8.09e-06	-0.30	0.764	-.0000183	.0000134
distance_1	4.51e-06	6.41e-06	0.70	0.482	-8.05e-06	.0000171
distance_2	-6.41e-07	2.38e-06	-0.27	0.787	-5.30e-06	4.01e-06
y_pro	.2342524	.0189746	12.35	0.000	.1970629	.2714419
Y_80	-.0266452	.0161403	-1.65	0.099	-.0582795	.0049892
Y_90	-.0187226	.0164891	-1.14	0.256	-.0510407	.0135954
y_out	-.0380522	.0175512	-2.17	0.030	-.0724518	-.0036526
Factory96	.0037021	.0372371	0.10	0.921	-.0692812	.0766855
Nat_areas9	-.0841757	.0261783	-3.22	0.001	-.1354841	-.0328672
Permanent9	-.0715999	.0149109	-4.80	0.000	-.1008248	-.0423751
Olivetrees	-.064635	.0127304	-5.08	0.000	-.0895862	-.0396838
NoUse96	-.0718304	.0372205	-1.93	0.054	-.1447813	.0011206
disttopep	3.61e-06	3.27e-06	1.10	0.270	-2.81e-06	.00001
distsc1991	-.0000133	.0000101	-1.32	0.187	-.0000331	6.47e-06
_cons	.0866959	.0677034	1.28	0.200	-.0460004	.2193923
<b>W1991</b>						
Builtupden	.1502751	.2434818	0.62	0.537	-.3269404	.6274906
var(e.Builtupden)	.0048195	.0004083			.0040821	.0056901
Wald test of spatial terms:			chi2(1) = 0.38	Prob > chi2 = 0.5371		

RMSE= 0,06941053

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

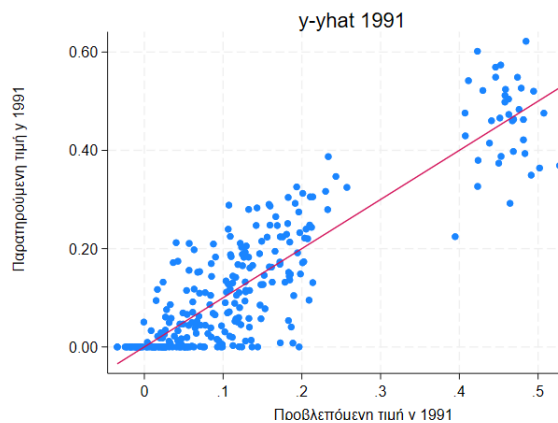
Από τα αποτελέσματα του μοντέλου προκύπτει ότι η δοκιμή Wald, με τιμή 0,38 η οποία χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της σημασίας της χωρικής συνιστώσας του μοντέλου, είναι μη σημαντική  $p\text{-value} = 0,5371 (> 0,05)$ . Δηλαδή, η χωρική εξάρτηση μπορεί να μην είναι αρκετά ισχυρή ώστε να ανιχνευθεί, δεδομένων των άλλων μεταβλητών που περιλαμβάνονται στο μοντέλο. Συνεπώς, οι χωρικοί όροι στο μοντέλο δεν βελτιώνουν σημαντικά την προσαρμογή του μοντέλου σε σύγκριση με ένα μη χωρικό μοντέλο. Παρότι λοιπόν οι μεμονωμένοι προγνωστικοί παράγοντες δείχνουν σημαντικές σχέσεις με την εξαρτημένη μεταβλητή, συνολικά αμφισβητείται η ανάγκη για τέτοιο μοντέλο.

Επίσης, για την αξιολόγηση του μοντέλου υπολογίστηκε η τιμή RMSE. Η τιμή 0,06941053 θεωρείται ότι προσφέρει καλή ακρίβεια πρόβλεψης.

Στη συνέχεια, προκειμένου να αξιολογηθεί η απόδοση του μοντέλου, υπολογίζονται οι τιμές του κριτηρίου πληροφορίας Akaike (AIC) και του Μπεϋζιανού κριτηρίου πληροφορίας (BIC).

**Πίνακας 14.25 και Διάγραμμα 14.15: Κριτήρια AIC και BIC και διάγραμμα παρατηρούμενης-προβλεπόμενης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής στο Μοντέλο SAR 1991**

Model	N	ll(null)	ll(model)	df	AIC	BIC
.	300	.	374.5562	20	-709.1124	-635.0367



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Δίδονται οι τιμές των AIC -709,1124 και BIC -635,0367

Τέλος, παρέχεται το διάγραμμα παρατηρούμενης-προβλεπόμενης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας (αστική διάχυση). Το διάγραμμα αυτό δεν διαφέρει από το αντίστοιχο της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης για το ίδιο έτος. Παρατηρείται θετική συσχέτιση μεταξύ των



προβλεπόμενων και των πραγματικών τιμών. Η γενική τάση της αστικής διάχυσης έχει αναληφθεί αρκετά καλά από το μοντέλο, ενώ παρατηρούνται κάποιες ακραίες τιμές

### 14.5.2.3 Το Χωρικό Αυτοπαλίνδρομο Μοντέλο (SAR) για το 2001

Στη συνέχεια παρουσιάζεται συνοπτικός πίνακας και τα αντίστοιχα διαγράμματα από τον έλεγχο προσαρμογής του χωρικού αυτοπαλίνδρομου μοντέλου για το 2001

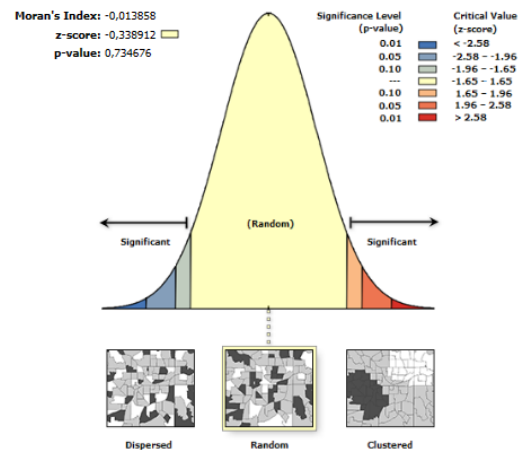
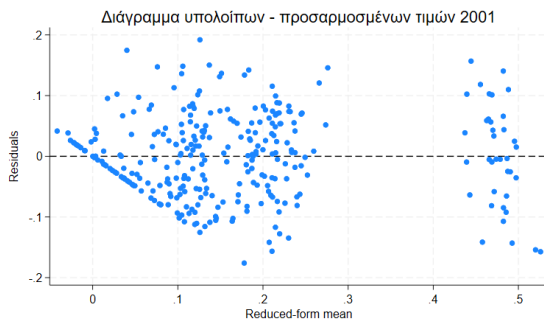
**Πίνακας 14.26 και Σειρά Διαγραμμάτων 14.16: Μοντέλο SAR 2001**

Iteration 0: Log likelihood = 376.83742  
Iteration 1: Log likelihood = 376.83742 (backed up)

Spatial autoregressive model  
Maximum likelihood estimates

Log likelihood = 376.83742

Number of obs = 300  
Wald chi2(19) = 1144.38  
Prob > chi2 = 0.0000  
Pseudo R2 = 0.7926



Given the z-score of -0.338912137606, the pattern does not appear to be significantly different than random.

#### Global Moran's I Summary

Moran's Index: -0,013858

Expected Index: -0,003344

Variance: 0,000962

z-score: -0,338912

p-value: 0,734676

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Για το Χωρικό Αυτοπαλίνδρομο Μοντέλο (SAR) χρησιμοποιήθηκε ο εκτιμητής μέγιστης πιθανοφάνειας (maximum likelihood) ώστε να ενσωματώσει τη χωρική εξάρτηση των δεδομένων. Η τιμή του Wald chi2(19) με 19 βαθμούς ελευθερίας και p-value <0.001 υποδηλώνει ότι η πρόβλεψη σχετίζεται σημαντικά με την εξαρτημένη μεταβλητή της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας (αστική διάχυση). Ο ψευδοσυντελεστής R<sup>2</sup> με τιμή 0,7926 δείχνει καλή προσαρμογή.

Στη συνέχεια ελέγχεται το διάγραμμα υπολοίπων-προσαρμοσμένων τιμών και το διάγραμμα χωρικής αυτοσυσχέτισης Moran's I

Το διάγραμμα υπολοίπων-προσαρμοσμένων τιμών δείχνει ότι η διακύμανση των υπολοίπων εμφανίζει μικρή ετεροσκεδαστικότητα. Προκειμένου να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα, επιλέγεται να προστεθεί στο Χωρικό Αυτοπαλίνδρομο Μοντέλο με εκτιμητή μέγιστης πιθανοφάνειας η λύση με ανθεκτικά τυπικά σφάλματα (robust standard errors). Η προσαρμογή επιτυγχάνεται χωρίς την ανάγκη άμεσης μοντελοποίησης της δομής διακύμανσης των σφαλμάτων, παρέχοντας έτσι μια ιδιαίτερα ευέλικτη λύση.

Ο έλεγχος για χωρική αυτοσυσχέτιση των υπολοίπων στα SAR μοντέλα θα πρέπει να δίνει τιμές κοντά στο μηδέν. Ο δείκτης Moran με τιμή  $-0.013858$  βρίσκεται πολύ κοντά στο μηδέν υποδηλώνοντας τυχαιότητα, ενώ η τιμή  $p\text{-value } 0.734676 > 0,05$  δείχνει ότι δεν είναι στατιστικά σημαντικό, επομένως δεν θα απορρίπταμε τη μηδενική υπόθεση της τυχειότητας. Η τιμή του  $z\text{-score}$  είναι  $-0,338912$ . Αυτός είναι ο αριθμός των τυπικών αποκλίσεων της παρατηρούμενης τιμής του Moran's  $I$  από την αναμενόμενη τιμή. Τιμή  $z$  μεταξύ  $-1,96$  και  $+1,96$  θεωρείται συνήθως μη σημαντική στο επίπεδο  $5\%$ . Γενικά, το μοτίβο υποδηλώνει τυχαία κατανομή το οποίο με τη σειρά του σημαίνει ότι δεν υπάρχουν ισχυρές ενδείξεις χωρικής αυτοσυσχέτισης στο σύνολο των δεδομένων που αναλύονται. Ο παρατηρούμενος δείκτης εμπίπτει στην κορυφή της καμπύλης, υποδεικνύοντας ότι βρίσκεται εντός του εύρους της τυχειότητας. Συνεπώς, το μοντέλο έχει καλύψει καλά τη χωρική δομή, καθώς δεν εμφανίζεται άλλο μοτίβο εκτός από αυτό της τυχειότητας.

Το μοντέλο έδωσε τα παρακάτω αποτελέσματα:

**Πίνακας 14.27: Μοντέλο SAR 2001-Συντελεστές**

Builtupden	Coefficient	Robust std. err.	z	P> z	[95% conf. interval]	
<b>Builtupden</b>						
Popden_200	.4358806	.2685516	1.62	0.105	-.0904709	.9622321
Nroadensit	1.766342	.3829143	4.61	0.000	1.015844	2.51684
elevation	.0000555	.0002115	0.26	0.793	-.000359	.00047
distanceto	3.93e-06	8.39e-06	0.47	0.640	-.0000125	.0000204
distance_1	8.40e-07	6.40e-06	0.13	0.896	-.0000117	.0000134
distance_2	3.37e-06	2.38e-06	1.42	0.157	-1.29e-06	8.03e-06
distance_3	3.45e-06	4.85e-06	0.71	0.477	-6.06e-06	.000013
y_pro	.2325648	.01762	13.20	0.000	.1980303	.2670993
Y_80	-.0824363	.0165471	-4.98	0.000	-.1148679	-.0500046
Y_90	-.0671365	.0164635	-4.08	0.000	-.0994044	-.0348687
y_out	-.0889623	.0182062	-4.89	0.000	-.1246458	-.0532788
Factory08	-.0353285	.0259654	-1.36	0.174	-.0862199	.0155628
Nat_areas0	-.0973403	.0300729	-3.24	0.001	-.156282	-.0383985
Permanent0	-.1066724	.0212706	-5.02	0.000	-.148362	-.0649827
Olivetrees	-.0694083	.0151428	-4.58	0.000	-.0990876	-.0397291
NoUse08	-.0716814	.0505017	-1.42	0.156	-.1706628	.0273
disttopep	5.41e-06	3.43e-06	1.58	0.114	-1.31e-06	.0000121
distance_4	-.0000206	.0000104	-1.98	0.047	-.0000409	-2.31e-07
_cons	.0968808	.0808225	1.20	0.231	-.0615284	.2552899
<b>W2001</b>						
Builtupden	.1082018	.2358654	0.46	0.646	-.3540858	.5704894
var(e.Builtupden)	.0047471	.000358			.0040949	.0055033
Wald test of spatial terms:		chi2(1) = 0.21		Prob > chi2 = 0.6464		

RMSE= 0.06889939

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

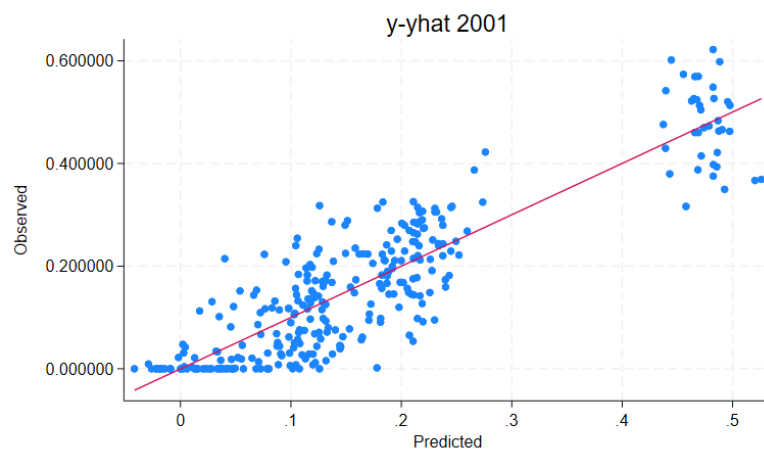
Από τα αποτελέσματα του μοντέλου προκύπτει ότι η δοκιμή Wald, με τιμή 0,21, η οποία χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της σημασίας της χωρικής συνιστώσας του μοντέλου είναι μη σημαντική, καθώς η τιμή p-value είναι 0,6464 (> 0,05). Δηλαδή, η χωρική εξάρτηση μπορεί να μην είναι αρκετά ισχυρή ώστε να ανιχνευθεί, δεδομένων των άλλων μεταβλητών που περιλαμβάνονται στο μοντέλο. Συνεπώς, οι χωρικοί όροι στο μοντέλο δεν βελτιώνουν σημαντικά την προσαρμογή του μοντέλου σε σύγκριση με ένα μη χωρικό μοντέλο. Παρότι λοιπόν οι μεμονωμένοι προγνωστικοί παράγοντες δείχνουν σημαντικές σχέσεις με την εξαρτημένη μεταβλητή, συνολικά αμφισβητείται η ανάγκη για τέτοιο μοντέλο.

Επίσης, για την αξιολόγηση του μοντέλου υπολογίστηκε η τιμή RMSE, η οποία με τιμή 0.06889939 αποδεικνύει ότι το μοντέλο έχει καλή ακρίβεια πρόβλεψης

Στη συνέχεια, προκειμένου να αξιολογηθεί η απόδοση του μοντέλου, υπολογίζονται οι τιμές του κριτηρίου πληροφορίας Akaike (AIC) και του Μπεϋζιανού κριτηρίου πληροφορίας (BIC).

**Πίνακας 14.28 και Διάγραμμα 14.17: Κριτήρια AIC και BIC και διάγραμμα παρατηρούμενης-προβλεπόμενης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής στο Μοντέλο SAR 2001**

Model	N	ll(null)	ll(model)	df	AIC	BIC
.	300	.	376.8374	21	-711.6748	-633.8954



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Δίδονται οι τιμές των AIC -711,6748 και BIC -633,8954

Τέλος, παρέχεται το διάγραμμα παρατηρούμενης-προβλεπόμενης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας (αστική διάχυση). Το διάγραμμα αυτό δεν διαφέρει από το αντίστοιχο της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης για το ίδιο έτος. Παρατηρείται θετική συσχέτιση μεταξύ των προβλεπόμενων και των πραγματικών τιμών. Η γενική τάση της αστικής διάχυσης έχει αναληφθεί αρκετά καλά από το μοντέλο, ενώ παρατηρούνται κάποιες ακραίες τιμές

#### 14.5.2.4 Το Χωρικό Αυτοπαλίνδρομο Μοντέλο (SAR) για το 2015

Στη συνέχεια παρουσιάζεται συνοπτικός πίνακας και τα αντίστοιχα διαγράμματα από τον έλεγχο προσαρμογής του χωρικού αυτοπαλίνδρομου μοντέλου για το 2015

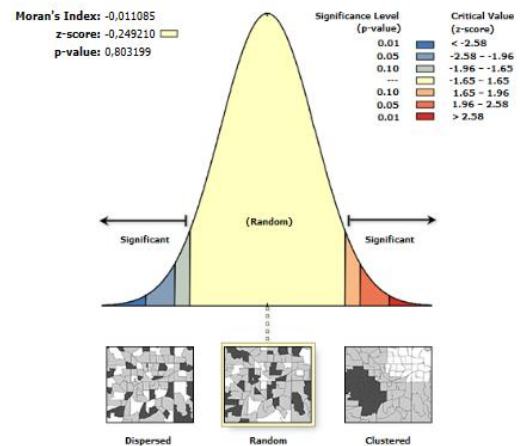
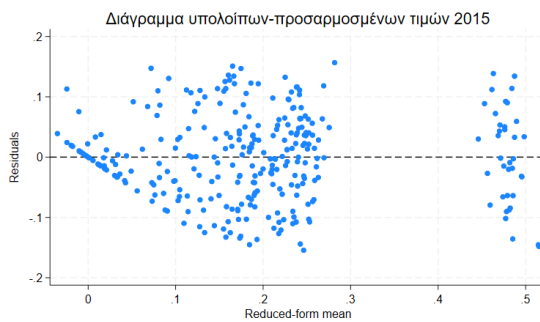
**Πίνακας 14.29 και Σειρά Διαγραμμάτων 14.18: Μοντέλο SAR 2015**

Iteration 0: Log likelihood = 367.85092  
 Iteration 1: Log likelihood = 367.85092 (backed up)

Spatial autoregressive model  
 Maximum likelihood estimates

Log likelihood = 367.85092

Number of obs = 300  
 Wald chi2(19) = 1015.64  
 Prob > chi2 = 0.0000  
 Pseudo R2 = 0.7717



Given the z-score of -0.249209528799, the pattern does not appear to be significantly different than random.

Global Moran's I Summary	
Moran's Index:	-0,011085
Expected Index:	-0,003344
Variance:	0,000965
z-score:	-0,249210
p-value:	0,803199

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Για το Χωρικό Αυτοπαλίνδρομο Μοντέλο (SAR) χρησιμοποιήθηκε ο εκτιμητής μέγιστης πιθανοφάνειας (maximum likelihood) ώστε να ενσωματώσει τη χωρική εξάρτηση των δεδομένων. Η τιμή του Wald  $\chi^2(19)$  με 19 βαθμούς ελευθερίας και p-value  $< 0.001$  υποδηλώνει ότι η πρόβλεψη σχετίζεται σημαντικά με την εξαρτημένη μεταβλητή της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας (αστική διάχυση). Ο ψευδοσυντελεστής  $R^2$  με τιμή 0,7717 δείχνει καλή προσαρμογή.

Στη συνέχεια ελέγχεται το διάγραμμα υπολοίπων-προσαρμοσμένων τιμών και το διάγραμμα χωρικής αυτοσυσχέτισης Moran's I

Το διάγραμμα υπολοίπων-προσαρμοσμένων τιμών δείχνει ότι η διακύμανση των υπολοίπων εμφανίζει μικρή ετεροσκεδαστικότητα. Προκειμένου να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα, επιλέγεται να προστεθεί στο Χωρικό Αυτοπαλίνδρομο Μοντέλο με εκτιμητή μέγιστης πιθανοφάνειας η λύση με ανθεκτικά τυπικά σφάλματα (robust standard errors). Η προσαρμογή επιτυγχάνεται χωρίς την ανάγκη άμεσης μοντελοποίησης της δομής διακύμανσης των σφαλμάτων, παρέχοντας έτσι μια ιδιαίτερα ευέλικτη λύση.

Ο έλεγχος για χωρική αυτοσυσχέτιση των υπολοίπων στα SAR μοντέλα θα πρέπει να δίνει τιμές κοντά στο μηδέν. Ο δείκτης Moran με τιμή -0,011085 βρίσκεται πολύ κοντά στο μηδέν υποδηλώνοντας τυχαιότητα, ενώ η τιμή p-value: 0,803199 > 0,05 δείχνει ότι δεν είναι στατιστικά σημαντικό, επομένως δεν θα απορρίπταμε τη μηδενική υπόθεση της τυχαιότητας. Το μοτίβο υποδηλώνει τυχαία κατανομή το οποίο με τη σειρά του σημαίνει ότι δεν υπάρχουν ισχυρές ενδείξεις χωρικής αυτοσυσχέτισης στο σύνολο των δεδομένων που αναλύονται. Ο παρατηρούμενος δείκτης εμπίπτει στην κορυφή της καμπύλης, υποδεικνύοντας ότι βρίσκεται εντός του εύρους της τυχαιότητας. Συνεπώς, το μοντέλο έχει καλύψει καλά τη χωρική δομή, καθώς δεν εμφανίζεται άλλο μοτίβο εκτός από αυτό της τυχαιότητας

Το μοντέλο έδωσε τα παρακάτω αποτελέσματα:

**Πίνακας 14.30: Μοντέλο SAR 2015-Συντελεστές**

Builtupden	Coefficient	Robust std. err.	z	P> z	[95% conf. interval]	
<b>Builtupden</b>						
Popden_201	.2008382	.2159583	0.93	0.352	-.2224324	.6241087
Nroadensit	1.099643	.4226099	2.60	0.009	.2713424	1.927943
elevation	-.0000449	.0002175	-0.21	0.836	-.0004711	.0003814
distanceto	-7.06e-07	8.79e-06	-0.08	0.936	-.0000179	.0000165
distance_1	8.37e-07	6.60e-06	0.13	0.899	-.0000121	.0000138
distance_2	2.27e-06	2.60e-06	0.87	0.382	-2.83e-06	7.37e-06
distance_3	6.84e-06	4.99e-06	1.37	0.171	-2.95e-06	.0000166
y_pro	.2238934	.0176544	12.68	0.000	.1892915	.2584953
Y_80	-.0613338	.0173127	-3.54	0.000	-.0952661	-.0274014
Y_90	-.0599996	.0173275	-3.46	0.001	-.0939609	-.0260383
y_out	-.0991628	.0189695	-5.23	0.000	-.1363423	-.0619833
Factory15	-.0303375	.024211	-1.25	0.210	-.0777903	.0171153
Nat_areas1	-.1143409	.0308561	-3.71	0.000	-.1748178	-.0538641
Permanent1	-.1123066	.0252504	-4.45	0.000	-.1617964	-.0628168
Olivetrees	-.092476	.0168746	-5.48	0.000	-.1255495	-.0594025
NoUse15	-.0770606	.0519205	-1.48	0.138	-.178823	.0247017
disttoscho	-.0000237	.0000109	-2.19	0.029	-.000045	-2.46e-06
disttopep	1.87e-06	3.64e-06	0.51	0.608	-5.27e-06	9.01e-06
_cons	.1961421	.0928631	2.11	0.035	.0141338	.3781503
<b>W2015</b>						
Builtupden	-.0684499	.2392638	-0.29	0.775	-.5373984	.4004986
var(e.Builtupden)	.0050405	.0003413			.0044141	.0057558

Wald test of spatial terms: chi2(1) = 0.08 Prob > chi2 = 0.7748

RMSE= 0.07099648

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Από τα αποτελέσματα του μοντέλου προκύπτει ότι η δοκιμή Wald με τιμή 0,08, η οποία χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της σημασίας της χωρικής συνιστώσας του μοντέλου, είναι μη σημαντική p-value = 0,7748 (> 0,05). Δηλαδή, η χωρική εξάρτηση μπορεί να μην είναι αρκετά ισχυρή ώστε να ανιχνευθεί, δεδομένων των άλλων

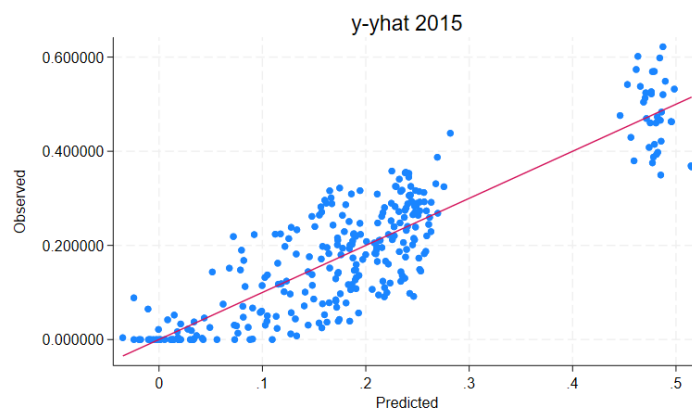
μεταβλητών που περιλαμβάνονται στο μοντέλο. Συνεπώς, οι χωρικοί όροι στο μοντέλο δεν βελτιώνουν σημαντικά την προσαρμογή του μοντέλου σε σύγκριση με ένα μη χωρικό μοντέλο. Παρότι λοιπόν οι μεμονωμένοι προγνωστικοί παράγοντες δείχνουν σημαντικές σχέσεις με την εξαρτημένη μεταβλητή, συνολικά αμφισβητείται η ανάγκη για τέτοιο μοντέλο.

Επίσης, για την αξιολόγηση του μοντέλου υπολογίστηκε η τιμή RMSE, η οποία με τιμή 0.07099648 αποδεικνύει ότι το μοντέλο έχει καλή ακρίβεια πρόβλεψης

Στη συνέχεια, προκειμένου να αξιολογηθεί η απόδοση του μοντέλου, υπολογίζονται οι τιμές του κριτηρίου πληροφορίας Akaike (AIC) και του Μπεϋζιανού κριτηρίου πληροφορίας (BIC).

**Πίνακας 14.31 και Διάγραμμα 14.19: Κριτήρια AIC και BIC και διάγραμμα παρατηρούμενης-προβλεπόμενης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής στο Μοντέλο SAR 2015**

Model	N	ll(null)	ll(model)	df	AIC	BIC
.	300	.	367.8509	21	-693.7018	-615.9224



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Δίδονται οι τιμές των AIC -693,7018 και BIC -615,9224

Τέλος, παρέχεται το διάγραμμα παρατηρούμενης-προβλεπόμενης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας (αστική διάχυση). Το διάγραμμα αυτό δεν διαφέρει από το αντίστοιχο της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης για το ίδιο έτος. Παρατηρείται θετική συσχέτιση μεταξύ των προβλεπόμενων και των πραγματικών τιμών. Η γενική τάση της αστικής διάχυσης έχει αναληφθεί αρκετά καλά από το μοντέλο, ενώ παρατηρούνται κάποιες ακραίες τιμές

#### 14.5.2.5 Γενικά συμπεράσματα για το Χωρικό Αυτοπαλίνδρομο Μοντέλο (Spatial Autoregressive Model) για τα έτη 1981, 1991, 2001 και 2015

Οι τιμές που έδωσε το Χωρικό Αυτοπαλίνδρομο Μοντέλο για όλα τα έτη εφαρμογής της ανάλυσης παλινδρόμησης συγκεντρώνουν πολύ καλά χαρακτηριστικά. Οι τιμές του Wald chi<sup>2</sup> υποδηλώνουν ότι η πρόβλεψη σχετίζεται σημαντικά με την εξαρτημένη μεταβλητή της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας (αστική διάχυση) ενώ οι τιμές του ψευδοσυντελεστή  $R^2$  δείχνουν καλή προσαρμογή. Οι έλεγχοι που πραγματοποιήθηκαν για κάθε έτος εφαρμογής της ανάλυσης παλινδρόμησης έδειξαν ότι δεν παραβιάζονται οι κανόνες χρήσης του μοντέλου (έλλειψη πολυσυγγραμμικότητας, δείκτης Moran's I ο οποίος υποδηλώνει τυχαία κατανομή των υπολοίπων) ενώ η μικρή ετεροσκεδασιμότητα λήφθηκε υπόψη μέσω της λύσης του χωρικού αυτοπαλίνδρομου μοντέλου με ανθεκτικά τυπικά σφάλματα. Όμως, αν και όλοι οι υπόλοιποι δείκτες πρόβλεψης είναι υψηλοί, από τα αποτελέσματα του μοντέλου σε όλα τα έτη εφαρμογής προέκυψε ότι η δοκιμή Wald, η οποία χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της σημασίας της χωρικής συνιστώσας του μοντέλου, είναι μη σημαντική ( $p\text{-value} > 0,05$ ). Δηλαδή, η χωρική εξάρτηση δεν είναι αρκετά ισχυρή ώστε να ανιχνευθεί, δεδομένων των άλλων μεταβλητών που περιλαμβάνονται στο μοντέλο. Συνεπώς, οι χωρικοί όροι στο μοντέλο δεν βελτιώνουν σημαντικά την προσαρμογή του μοντέλου σε σύγκριση με ένα μη χωρικό μοντέλο. Ως αποτέλεσμα, αμφισβητείται η ανάγκη για τέτοιο μοντέλο και δεν προάγεται η χρήση του για την ανάλυση των κινητηρίων δυνάμεων της αστικής διάχυσης στην περιοχή μελέτης.



## 14.6 Ανάλυση της αστικής διάχυσης στην περιοχή μελέτης με το Μοντέλο Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης

Όπως αναλύθηκε διεξοδικά, το μοντέλο της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης είναι εκείνο το οποίο επιλέχθηκε για την ανάλυση, την ποσοτικοποίηση και την ερμηνεία των κινητηρίων δυνάμεων της αστικής διάχυσης στην περιοχή καθώς δεν παραβιάζονται οι κανόνες χρήσης του μοντέλου, είναι στατιστικά σημαντικό, έχει ισχυρή ικανότητα πρόβλεψης και οι ανεξάρτητες μεταβλητές έχουν συλλογικά σημαντική σχέση με την εξαρτημένη τιμή που αφορά στην αστική διάχυση. Επίσης, το μοντέλο επιτυγχάνει καλή ισορροπία μεταξύ επεξηγηματικής ισχύος και πολυπλοκότητας χωρίς τον κίνδυνο υπερπροσαρμογής. Στη συνέχεια πραγματοποιείται ανάλυση της αστικής διάχυσης της περιοχής μελέτης για κάθε περίοδο αναφοράς.

### 14.6.1 Ανάλυση της αστικής διάχυσης στην περιοχή μελέτης με το Μοντέλο Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης για το έτος 1981

#### 14.6.1.1 Βελτιστοποίηση μοντέλου Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 1981 και διασφάλιση ακεραιότητας

Από την ανάλυση του μοντέλου πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης για το έτος 1981 με ανθεκτικά τυπικά σφάλματα, προέκυψε ο πίνακας 14.9 του υποκεφαλαίου 14.5.1.1 ο οποίος παρουσιάζει τους συντελεστές με διάστημα εμπιστοσύνης 95%,

**Πίνακας 14.9: Μοντέλο Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 1981-Συντελεστές**

Builtupden_1981	Robust				
	Coefficient	std. err.	t	P> t	[95% conf. interval]
Popden_1981	2.159496	.631247	3.42	0.001	.9169416 3.40205
Nroadensity_1981	2.336613	.4343621	5.38	0.000	1.48161 3.191617
elevation	-.000093	.00014	-0.66	0.507	-.0003687 .0001826
distancetocenter	-7.27e-06	5.35e-06	-1.36	0.175	-.0000178 3.26e-06
distancetoshoeline	5.46e-06	4.57e-06	1.19	0.234	-3.55e-06 .0000145
distancetofactory	2.71e-07	1.77e-06	0.15	0.878	-3.21e-06 3.75e-06
Factory81	-.0648865	.0163558	-3.97	0.000	-.0970814 -.0326916
Nat_areas81	-.0661199	.0135986	-4.86	0.000	-.0928874 -.0393523
Permanent81	-.0552952	.0113305	-4.88	0.000	-.0775983 -.032992
Olivetrees81	-.0478636	.0113157	-4.23	0.000	-.0701375 -.0255896
NoUse81	-.0496413	.0151522	-3.28	0.001	-.079467 -.0198157
y_pro	.2307533	.0238754	9.66	0.000	.1837566 .2777499
Y_80	.0057928	.012318	0.47	0.639	-.0184541 .0300398
Y_90	-.0092705	.0121929	-0.76	0.448	-.033271 .0147301
y_out	-.0187358	.0132266	-1.42	0.158	-.0447712 .0072996
disttopep	2.02e-06	2.80e-06	0.72	0.471	-3.49e-06 7.54e-06
distancetoschool1981	-6.29e-06	5.23e-06	-1.20	0.230	-.0000166 4.00e-06
_cons	.0861986	.024298	3.55	0.000	.0383701 .134027

$R^2 = 84,46\%$

RMSE= 0.06221

$R^2 \text{ Adj} = 83.52\%$

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Συνεπώς, η εξίσωση με τη βοήθεια των συντελεστών διαμορφώνεται ως εξής:

$$\begin{aligned} \text{Πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας}_{1981} &= 0.0861986 + 2.159496 \text{ Πληθυσμιακή} \\ &\text{πυκνότητα}_{1981} + 2.336613 \text{ Πυκνότητα οδικού δικτύου}_{1981} - 0.000093 \text{ Ψύμετρο} + \\ &7.27e-06 \text{ Απόσταση από το κέντρο} + 5.46e-06 \text{ Απόσταση από το θαλάσσιο μέτωπο} + \\ &2.71e-07 \text{ Απόσταση από τις βιοτεχνικές περιοχές} - 6.29e-06 \text{ Απόσταση από τις} \\ &\text{σχολικές μονάδες}_{1981} - 0.0648865 \text{ Εμπόριο/Χονδρεμπόριο/ΒΙΟΠΑ}_{1981} - 0.0661199 \\ &\text{Φυσικές και ημιφυσικές περιοχές}_{1981} - 0.0552952 \text{ Μόνιμες καλλιέργειες}_{1981} - 0.0478636 \\ &\text{Ελαιοκαλλιέργειες}_{1981} - 0.0496413 \text{ Περιοχές μειωμένης χρήσης}_{1981} + 0.2307533 \text{ Παλαιό} \\ &\text{σχέδιο} + 0.0057928 \text{ Χρονολογία}_{1980-1989} - 0.0092705 \text{ Χρονολογία}_{1990-1999} \\ &- 0.0187358 \text{ Εκτός σχεδίου} + 2.02e-06 \text{ Απόσταση από τις προστατευόμενες/φυσικές} \\ &\text{περιοχές} + \varepsilon \end{aligned}$$

Από τα παραπάνω, στατιστικά σημαντική θετική επιρροή στην αστική διάχυση με τιμή p-value <0,05 έχουν οι εξής μεταβλητές;

*Πληθυσμιακή πυκνότητα<sub>1981</sub>*: Με συντελεστή 2,159496 και τιμή p-value= 0,001 αυτή η μεταβλητή είναι στατιστικά σημαντική. Η θετική συσχέτιση της πληθυσμιακής πυκνότητας με την αστική διάχυση σημαίνει ότι αυξήσεις στην πληθυσμιακή πυκνότητα πληθυσμού συνδέονται με αυξημένη αστική διάχυση, κάτι που έχει αναλυθεί διεξοδικά σε προηγούμενα κεφάλαια. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με την παλινδρόμηση, η αύξηση κατά μία μονάδα στην πληθυσμιακή πυκνότητα το 1981 σχετίζεται με αύξηση της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας (διάχυση) και εκτιμάται σε 2,16 μονάδες.

*Πυκνότητα οδικού δικτύου<sub>1981</sub>*: Παρόμοια με την πληθυσμιακή πυκνότητα, η πυκνότητα του οδικού δικτύου εμφανίζεται στατιστικά σημαντική με θετικό συντελεστή 2,336613. Καθώς το πυκνότερο και περισσότερο αναπτυγμένο οδικό δίκτυο διευκολύνει την προσβασιμότητα, περιοχές με πυκνότερο οδικό δίκτυο εμφανίζουν αυξημένη αστική διάχυση.

*Παλαιό σχέδιο (y\_pro)*: Η χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης-παλαιό σχέδιο εμφανίζεται στατιστικά σημαντική με θετικό συντελεστή. Περιοχές του παλαιού σχεδίου ως περισσότερο πυκνοδομημένες έχουν υψηλότερη πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας εάν συγκριθούν με την κατηγορία αναφοράς, που στην περίπτωση της χρονολογίας ένταξης στο σχέδιο πόλης είναι η μεταβλητή χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης 1970-1979, αν όλες οι μεταβλητές παραμείνουν σταθερές.

Στατιστικά σημαντική αρνητική επιρροή στην αστική διάχυση με τιμή p-value <0,05 έχουν οι εξής μεταβλητές;

*Εμπόριο/Χονδρεμπόριο/ΒΙΟΠΑ<sub>1981</sub>*: Η αρνητική συσχέτιση της χρήσης/κάλυψη γης Εμπόριο/Χονδρεμπόριο/ΒΙΟΠΑ<sub>1981</sub> με την αστική διάχυση, υποδηλώνει ότι οι περιοχές αυτές είναι λιγότερο ελκυστικές και έχουν χαμηλότερη πυκνότητα κτισμένης

επιφάνειας εάν συγκριθούν με την κατηγορία αναφοράς που στην περίπτωση των χρήσεων γης είναι ο αστικός ιστός, διατηρώντας όλες τις άλλες μεταβλητές σταθερές.

*Φυσικές και ημιφυσικές περιοχές<sup>1981</sup>*: Η αρνητική συσχέτιση των φυσικών και ημιφυσικών περιοχών με την αστική διάχυση δείχνει ότι οι περιοχές αυτές έχουν χαμηλότερη αστική διάχυση από την κατηγορία αναφοράς που στην περίπτωση των χρήσεων γης είναι ο αστικός ιστός

*Μόνιμες καλλιέργειες<sup>1981</sup>*: Η αρνητική συσχέτιση που εμφανίζουν το 1981 οι μόνιμες καλλιέργειες, δείχνει ότι την περίοδο εκείνη οι καλλιέργειες έχουν χαμηλότερη αστική διάχυση από την κατηγορία αναφοράς που στην περίπτωση των χρήσεων γης είναι ο αστικός ιστός

*Ελαιοκαλλιέργειες<sup>1981</sup>*: Όμοια με τις μόνιμες καλλιέργειες, οι ελαιοκαλλιέργειες έχουν χαμηλότερη αστική διάχυση από την κατηγορία αναφοράς που στην περίπτωση των χρήσεων γης είναι ο αστικός ιστός

*Περιοχές μειωμένης χρήσης<sup>1981</sup>*: Αρνητική συσχέτιση εμφανίζουν επίσης οι περιοχές μειωμένης χρήσης, που σημαίνει ότι έχουν χαμηλότερη αστική διάχυση από την κατηγορία αναφοράς που στην περίπτωση των χρήσεων γης είναι ο αστικός ιστός

Οι μεταβλητές με  $p \geq 0,05$  δεν έχουν στατιστικά σημαντική επίδραση στην πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας με επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Αυτό σημαίνει ότι οι επιδράσεις τους δεν είναι ιδιαίτερα σημαντικές για την αστική διάχυση καθώς παράγοντες που εκφράζονται από άλλες μεταβλητές είναι περισσότερο κρίσιμες επισκιάζοντας τον αντίκτυπο των συγκεκριμένων μεταβλητών. Τέτοιες μεταβλητές είναι:

*Υψόμετρο*: Ο συντελεστής είναι πολύ μικρός (-,000093) και στατιστικά μη σημαντικός ( $p$ -value = 0,507). Το υψόμετρο συνεπώς δεν φαίνεται να επηρεάζει την αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης.

*Απόσταση από το κέντρο*: Ο συντελεστής είναι πάρα πολύ μικρός (-7.27e-06) και στατιστικά μη σημαντικός. Αυτό είναι συμβατό με την εικόνα της περιοχής μελέτης το 1981 καθώς αρκετές αδόμετες και πράσινες επιφάνειες βρίσκονται περιμετρικά του κτισμένου κεντρικού τμήματος. Η απόσταση από το κέντρο δεν επηρεάζει την αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης.

*Απόσταση από το θαλάσσιο μέτωπο*: Μη σημαντικός, θετικός συντελεστής ο οποίος αφορά στην γειννίαση με το θαλάσσιο μέτωπο. Η μεταβλητή αυτή δεν επηρεάζει την αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης.

*Απόσταση από τις βιοτεχνικές περιοχές*: Ο συντελεστής εδώ είναι αμελητέος, υποδηλώνοντας σχεδόν καμιά συσχέτιση της αστικής διάχυσης με την απόσταση από τις βιομηχανικές περιοχές

*Απόσταση από τις σχολικές μονάδες<sup>1981</sup>*: Ο συντελεστής είναι αρνητικός και μη σημαντικός, γεγονός που δείχνει ότι όσο αυξάνεται η απόσταση από τα σχολεία μειώνεται η πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας. Αυτό βρίσκεται σε απόλυτη συμφωνία με την πολεοδομική εικόνα της περιοχής μελέτης το 1981 καθώς γύρω από τις σχολικές μονάδες συγκεντρώνεται κατοικία αλλά και εμπορικές χρήσεις, ενώ σε αραιότερες περιοχές δεν είχαν εγκατασταθεί σχολικές μονάδες.

*Απόσταση από τις προστατευόμενες/φυσικές περιοχές*: Ο θετικός, μη στατιστικά σημαντικός συντελεστής δηλώνει ότι η αστική διάχυση συντελείται μακρύτερα από αυτές τις ζώνες.

*Χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης 1980-1989*: Ο στατιστικά μη σημαντικός θετικός συντελεστής δηλώνει μικρή αύξηση της αστικής διάχυσης στις περιοχές αυτές εάν συγκριθούν με την κατηγορία αναφοράς, που στην περίπτωση αυτή είναι η μεταβλητή χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης 1970-1979, αν όλες οι μεταβλητές παραμείνουν σταθερές

*Χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης 1990-1999*: Ο στατιστικά μη σημαντικός αρνητικός συντελεστής δείχνει ότι οι περιοχές αυτές έχουν μικρότερη αστική διάχυση εάν συγκριθούν με την κατηγορία αναφοράς, που στην περίπτωση αυτή είναι η μεταβλητή χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης 1970-1979

*Εκτός σχεδίου*: Ο αρνητικός μη σημαντικός συντελεστής δηλώνει ότι οι εκτός σχεδίου περιοχές έχουν λιγότερη αστική διάχυση εάν συγκριθούν με την κατηγορία αναφοράς, που στην περίπτωση αυτή είναι η μεταβλητή χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης 1970-1979

Καθώς ο αριθμός των επεξηγηματικών μεταβλητών είναι πολύ μεγάλος και η στατιστική σημαντικότητα κάθε μεταβλητής διαφέρει, ακολουθήθηκε η μεθοδολογία της βηματικής (stepwise) παλινδρόμησης με επανέλεγχο των μεταβλητών. Η διαδικασία αυτή προσθέτει μεταβλητές και ελέγχει εάν κάποια από τις μεταβλητές που υπάρχουν ήδη στο μοντέλο έχει γίνει στατιστικά μη σημαντική και πρέπει να αφαιρεθεί. Αυτή η διαδικασία συνεχίζεται έως ότου δεν μπορούν να προστεθούν ή να αφαιρεθούν άλλες μεταβλητές σύμφωνα με το κριτήριο. Με τον τρόπο αυτό επιλέγονται οι προγνωστικοί παράγοντες που έχουν τον πιο σημαντικό αντίκτυπο στην εξαρτημένη μεταβλητή, ενώ αποκλείονται περιττές μεταβλητές που δεν συμβάλλουν στην προγνωστική ακρίβεια του μοντέλου. Αυτή η διαδικασία ενισχύει τη γενίκευση του μοντέλου και μειώνει τον κίνδυνο υπερπροσαρμογής

Με τη χρήση της βηματικής παλινδρόμησης δημιουργήθηκε ο παρακάτω πίνακας;

**Πίνακας 14.32: Μοντέλο Βηματικής Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 1981- Συντελεστές**

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	300
Model	5.90841002	9	.656490002	F(9, 290)	=	171.04
Residual	1.11311636	290	.003838332	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.8415
				Adj R-squared	=	0.8366
Total	7.02152637	299	.023483366	Root MSE	=	.06195

Builtupden_1981	Coefficient	Std. err.	t	P> t	[95% conf. interval]
Popden_1981	2.15056	.4301476	5.00	0.000	1.303953 2.997167
Nroadensity_1981	2.311817	.3441268	6.72	0.000	1.634514 2.98912
NoUse81	-.046122	.0274621	-1.68	0.094	-.1001722 .0079282
distancetocenter	-7.47e-06	3.33e-06	-2.25	0.025	-.000014 -9.23e-07
y_pro	.2309497	.0167625	13.78	0.000	.1979581 .2639414
y_out	-.0170707	.0093901	-1.82	0.070	-.035552 .0014106
Nat_areas81	-.0729628	.0176475	-4.13	0.000	-.1076963 -.0382294
Permanent81	-.0535257	.0120133	-4.46	0.000	-.07717 -.0298815
Olivetrees81	-.0452131	.0105133	-4.30	0.000	-.0659051 -.0245211
_cons	.0955508	.0172366	5.54	0.000	.061626 .1294756

$R^2 = 84,15\%$

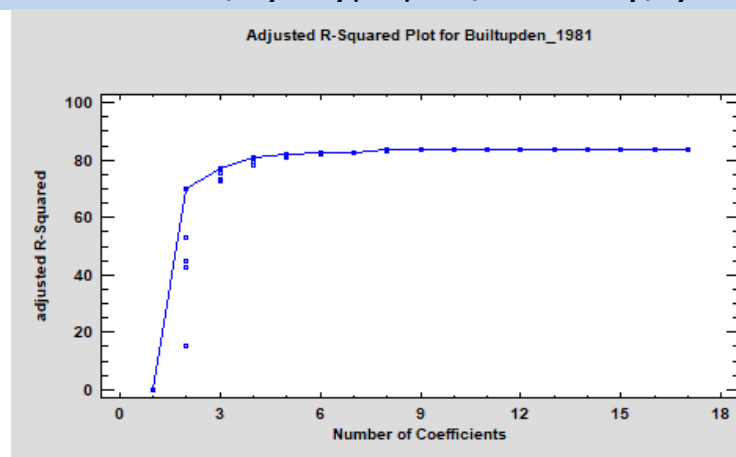
RMSE= 0.06195

$R^2$  Adj= 83.66%

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Η τιμή του προσαρμοσμένου συντελεστή προσδιορισμού (Adjusted  $R^2$ ) που παρουσιάζεται εδώ, είναι η μεγαλύτερη τιμή όλων των συνδυασμών και αντικατοπτρίζει ένα φειδωλό μοντέλο το οποίο αποκλείει μεταβλητές οι οποίες δεν εισφέρουν ουσιαστικά στην επεξηγηματική ισχύ του. Η διαδικασία επιτυγχάνεται με τη βοήθεια του τεστ Wald η οποία δίνει προτεραιότητα στις μεταβλητές που έχουν ισχυρή συσχέτιση με την εξαρτημένη μεταβλητή διασφαλίζοντας την αιτιολογημένη παρουσία τους στο μοντέλο. Στο διάγραμμα που ακολουθεί με τις τιμές του προσαρμοσμένου συντελεστή προσδιορισμού, φαίνεται ότι η προσθήκη μεταβλητών μετά την ένατη δεν θα βελτιώσουν ιδιαίτερα το μοντέλο

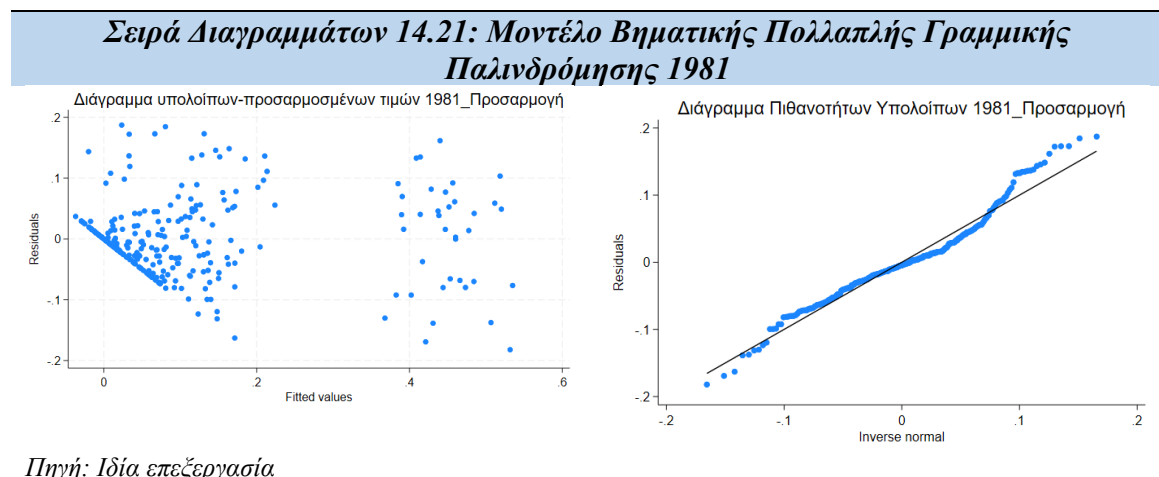
**Διάγραμμα 14.20: Συντελεστές-Προσαρμοσμένος συντελεστής προσδιορισμού 1981**



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Από τα αποτελέσματα της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης φαίνεται ότι το μοντέλο είναι στατιστικά ιδιαίτερα σημαντικό, έχει ικανότητα πρόβλεψης και οι ανεξάρτητες μεταβλητές έχουν συλλογικά σημαντική σχέση με την εξαρτημένη τιμή που αφορά στην αστική διάχυση. Ο συντελεστής προσδιορισμού  $R^2$  με τιμή 84,15% δείχνει πολύ καλή προσαρμογή του μοντέλου, ενώ ο προσαρμοσμένος συντελεστής προσδιορισμού (Adjusted  $R^2$ ) υποδηλώνει ότι το 83,66% της διακύμανσης της κτισμένης επιφάνειας εξηγείται από τις ανεξάρτητες μεταβλητές του μοντέλου. Η προσαρμογή αυτή είναι πολύ ισχυρή υποδεικνύοντας ότι το μοντέλο καταγράφει ένα σημαντικό μέρος της μεταβλητότητας της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας (αστική διάχυση). Η τιμή RMSE 0.06195 δείχνει στενή προσαρμογή του μοντέλου στα παρατηρούμενα δεδομένα, με το αποτέλεσμα να υποδηλώνει ακριβείς προβλέψεις

Στη συνέχεια ελέγχεται το διάγραμμα υπολοίπων-προσαρμοσμένων τιμών και το διάγραμμα πιθανοτήτων υπολοίπων



Πηγή: *Ιδία επεξεργασία*

Το διάγραμμα πιθανοτήτων υπολοίπων είναι πολύ καλά προσαρμοσμένο στο κύριο σώμα της κατανομής το οποίο ακολουθεί τη διαγώνιο. Αυτό σημαίνει ότι το κεντρικό τμήμα είναι συνεπές με την κανονικότητα. Μικρή απόκλιση παρατηρείται και στα δύο άκρα, εξαιτίας κάποιων ακραίων τιμών. Δεδομένου ότι το μέγεθος του δείγματος είναι 300 σημεία, σύμφωνα με το Κεντρικό Οριακό Θεώρημα, το συμπέρασμα που βασίζεται στις εκτιμήσεις της παλινδρόμησης παραμένει έγκυρο ακόμα και με ορισμένες μικρές αποκλίσεις των υπολοίπων.

Το διάγραμμα υπολοίπων-προσαρμοσμένων τιμών δείχνει ότι η διακύμανση των υπολοίπων δεν είναι σταθερή σε όλο το εύρος των προσαρμοσμένων τιμών υποδηλώνοντας ετεροσκεδαστικότητα. Προκειμένου να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα, επιλέγεται η λύση της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης με ανθεκτικά τυπικά σφάλματα (multiple linear regression with robust standard errors). Η μεθοδολογία αυτή είναι ιδιαίτερα ισχυρή (White, 1980) και χρησιμεύει για την προσαρμογή της εκτιμώμενης διακύμανσης των συντελεστών παλινδρόμησης, διασφαλίζοντας έτσι την αξιοπιστία των υποθέσεων και των διαστημάτων εμπιστοσύνης ακόμη και παρουσία

ετεροσκεδαστικότητα. Η προσαρμογή επιτυγχάνεται χωρίς την ανάγκη άμεσης μοντελοποίησης της δομής διακύμανσης των σφαλμάτων, παρέχοντας έτσι μια ιδιαίτερα ευέλικτη λύση. Κατά συνέπεια, τα μοντέλα αυτά προσφέρουν αυξημένη ευρωστία και εγκυρότητα. Το μοντέλο έδωσε τα παρακάτω αποτελέσματα:

**Πίνακας 14.33: Τελικό Μοντέλο Βηματικής Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 1981-Συντελεστές**

Builtupden_1981	Robust		t	P> t	[95% conf. interval	
	Coefficient	std. err.				
Popden_1981	2.15056	.6189703	3.47	0.001	.9323167	3.36880
Nroadensity_1981	2.311817	.4185708	5.52	0.000	1.487995	3.13563
distancetocenter	-7.47e-06	3.43e-06	-2.18	0.030	-.0000142	-7.25e-0
NoUse81	-.046122	.0137908	-3.34	0.001	-.0732648	-.018979
y_pro	.2309497	.0231728	9.97	0.000	.1853415	.276557
y_out	-.0170707	.0068588	-2.49	0.013	-.03057	-.003571
Nat_areas81	-.0729628	.0122532	-5.95	0.000	-.0970792	-.048846
Permanent81	-.0535257	.0106669	-5.02	0.000	-.07452	-.032531
Olivetrees81	-.0452131	.0102905	-4.39	0.000	-.0654668	-.024959
_cons	.0955508	.0205854	4.64	0.000	.0550351	.136066

$R^2 = 84,15\%$

RMSE= 0.06195

$R^2$  Adj= 83.66%

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

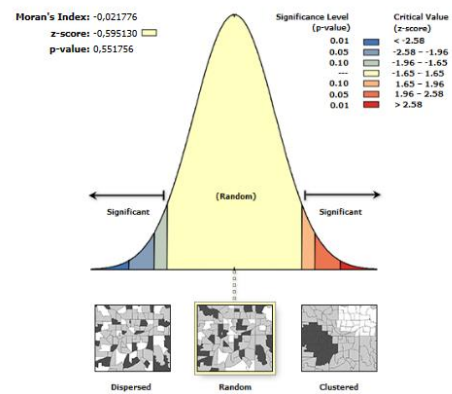
Στη συνέχεια, προκειμένου να αξιολογηθεί η απόδοση του μοντέλου, υπολογίζονται οι τιμές του κριτηρίου πληροφορίας του Akaike (AIC) και του Μπεϋζιανού κριτηρίου πληροφορίας (BIC). Επίσης, επαναλαμβάνεται ο έλεγχος πολυσυγγραμμικότητας στις εναπομείνουσες μεταβλητές με τη χρήση του Εκτιμητή Διόγκωσης της Διακύμανσης (VIF).

**Πίνακας 14.34 και Διαγράμματα 14.22 : Κριτήρια AIC, BIC, VIF και Διαγράμματα Moran's I και παρατηρούμενης-προβλεπόμενης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής στο Τελικό Μοντέλο Βηματικής Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 1981**

Model	N	ll(null)	ll(model)	df	AIC	BIC
.	300	137.5387	413.8113	10	-807.6225	-770.5847

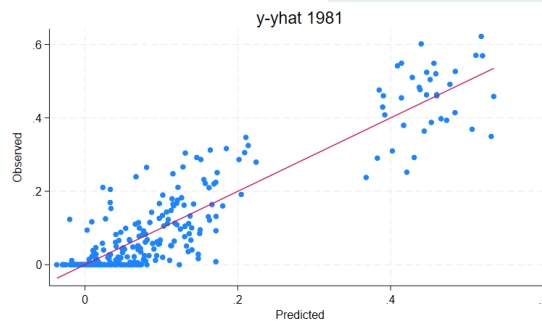
Κεφάλαιο 14- Μελέτη περίπτωσης: Ανάλυση των δυνάμεων μετασηματισμού της αστικής διάχυσης μέσω της ανάλυσης παλινδρόμησης

Variable	VIF	1/VIF
distanceto~r	2.43	0.412306
y_pro	2.37	0.421141
Popden_1981	2.11	0.473766
Olivetrees81	1.86	0.538012
Nroaden~1981	1.61	0.621520
Permanent81	1.39	0.722003
y_out	1.36	0.736205
Nat_areas81	1.23	0.813689
NoUse81	1.16	0.865564
Mean VIF	1.72	



Given the z-score of -0.595130493994, the pattern does not appear to be significantly different than random.

Global Moran's I Summary	
Moran's Index:	-0,021776
Expected Index:	-0,003344
Variance:	0,000959
z-score:	-0,595130
p-value:	0,551756



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Δίδονται οι τιμές των AIC -807,6225 και BIC -770,5847

Η τιμή 413,81136 log-likelihood ( $l(\text{model})$ ) δείχνει επίσης ότι το μοντέλο ταιριάζει καλά στα δεδομένα. Ο έλεγχος πολυσυγγραμικότητας με τη βοήθεια του Εκτιμητή Διόγκωσης της Διακύμανσης (VIF) δείχνει ότι το σύνολο των μεταβλητών έχει τιμές αρκετά κάτω από 5 υποστηρίζοντας την αξιοπιστία της ανάλυσης

Προκειμένου να μην παραβιάζονται οι υποθέσεις της παλινδρόμησης οι οποίες υποθέτουν ότι τα υπόλοιπα είναι ανεξάρτητα, ελέγχονται οι τιμές των υπολοίπων με τη βοήθεια του διαγράμματος χωρικής αυτοσυσχέτισης Moran's I. Αυτός ο έλεγχος κρίνεται απαραίτητος καθώς τα δεδομένα είναι χωρικά. Ο δείκτης Moran με τιμή -0,021776 βρίσκεται πολύ κοντά στο μηδέν υποδηλώνοντας τυχαιότητα, ενώ η αναμενόμενη τιμή -0,003344 επιβεβαιώνει το εύρημα της τυχαιότητας καθώς η τιμή του πραγματικού δείκτη Moran βρίσκεται πολύ κοντά στην αναμενόμενη τιμή. Η τιμή του Z-score -0,595130 υποδηλώνει επίσης ότι το χωρικό μοτίβο δεν διαφέρει σημαντικά από το τυχαίο. Στατιστικά, τιμές του Z-score που δεν είναι χαμηλότερες από -1,96 ή υψηλότερες από 1,96 δείχνουν μη σημαντικά αποτελέσματα στο επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Η τιμή p-value 0,551756 > 0,05 δείχνει ότι στατιστικά είναι μη σημαντικό, επομένως δεν θα απορρίπταμε τη μηδενική υπόθεση της τυχαιότητας. Συνεπώς, το μοτίβο υποδηλώνει τυχαία κατανομή. Ο παρατηρούμενος δείκτης εμπίπτει



στην κορυφή της καμπύλης, υποδεικνύοντας ότι βρίσκεται εντός του εύρους της τυχαιότητας.

Τέλος, παρέχεται το διάγραμμα παρατηρούμενης-προβλεπόμενης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας (αστική διάχυση). Τα σημεία ακολουθούν την ευθεία, υποδεικνύοντας ότι οι προβλέψεις συμφωνούν με τις πραγματικές τιμές. Καθώς βρισκόμαστε στο 1981, πολλά από τα σημεία δεν έχουν κτισμένη επιφάνεια, με αποτέλεσμα να υπάρχουν αρκετές μηδενικές τιμές. Η προσαρμογή σε υψηλότερες τιμές είναι πολύ καλή παρότι υπάρχει μικρή διασπορά.

#### 14.6.1.2 Επικύρωση τελικού μοντέλου Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 1981

Για την διασφάλιση της ακρίβειας και αξιοπιστίας του μοντέλου, χρησιμοποιούνται δεδομένα εκπαίδευσης και δεδομένα επικύρωσης, τα οποία δημιουργούνται με τη μεθοδολογία της διχοτόμησης των δεδομένων (70%-30%). Στη συνέχεια αξιολογείται η προσαρμογή του μοντέλου τόσο στα δεδομένα εκπαίδευσης όσο και στα δεδομένα επικύρωσης με μετρήσεις όπως ο συντελεστής προσδιορισμού  $R^2$  και ο προσαρμοσμένος συντελεστής προσδιορισμού (Adjusted  $R^2$ ) ενώ ακολουθείται έλεγχος υπολοίπων.

Επιπλέον, ελέγχεται η προγνωστική ισχύς του μοντέλου σε ένα ξεχωριστό σύνολο δεδομένων που δεν χρησιμοποιήθηκε κατά τη φάση εκπαίδευσης του μοντέλου. Με τη βοήθεια μετρήσεων όπως predicted  $R^2$ , κεντρική μέτρηση που εστιάζει στην προγνωστική ισχύ του μοντέλου αξιολογώντας πόσο καλά αναμένεται να αποδώσει το μοντέλο σε νέα άγνωστα δεδομένα, και μετρήσεων σφάλματος όπως το Μέσο τετραγωνικό σφάλμα (RMSE), το Μέσο απόλυτο σφάλμα (MAE) και το Μέσο τετραγωνισμένο σφάλμα (MSE) τεκμηριώνεται η ισχυρή προγνωστική δυνατότητα του μοντέλου.

Οι μετρήσεις έδωσαν τα κάτωθι αποτελέσματα:

Μετρήσεις στα δεδομένα εκπαίδευσης:

Συντελεστής προσδιορισμού  $R^2= 83,87\%$

Προσαρμοσμένος συντελεστής προσδιορισμού (Adjusted  $R^2$ )= 83,15%

Μέσο τετραγωνικό σφάλμα (RMSE)= 0,06596514

Μέσο απόλυτο σφάλμα (MAE)= 0,04938433

Μέσο τετραγωνισμένο σφάλμα (MSE)= 0,0043514

Η τιμή του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (RMSE) η οποία μετρά την τυπική απόκλιση των υπολειμμάτων είναι χαμηλή, υποδηλώνοντας καλή προσαρμογή. Η χαμηλή τιμή του μέσου απόλυτου σφάλματος (MAE) υποδηλώνει την αποτελεσματικότητα του μοντέλου ενώ η τιμή του μέσου τετραγωνισμένου σφάλματος (MSE) δείχνει ότι το μοντέλο έχει υψηλό βαθμό ακρίβειας στις προβλέψεις. Ο υψηλός συντελεστής προσδιορισμού  $R^2$  εννοεί ότι το 83,87% της διακύμανσης της

εξαρτημένης μεταβλητής (αστική διάχυση) μπορεί να εξηγηθεί από το μοντέλο ενώ η επίσης υψηλή τιμή του προσαρμοσμένου συντελεστή προσδιορισμού υποδεικνύει ότι οι προγνωστικοί παράγοντες είναι κατάλληλοι για το μοντέλο και ότι το μοντέλο δεν έχει περιττή πολυπλοκότητα.

Συνολικά, οι μετρήσεις αποδεικνύουν ότι το μοντέλο ταιριάζει καλά στα δεδομένα και έχει υψηλή επεξηγηματική ισχύ.

Μετρήσεις στα δεδομένα επικύρωσης:

Μέσο τετραγωνικό σφάλμα (RMSE)= 0,05843116

Μέσο απόλυτο σφάλμα (MAE)= 0,04089081

Μέσο τετραγωνισμένο σφάλμα (MSE)= 0,0034142

Predicted  $R^2$  = 83,86%

Η τιμή του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (RMSE) είναι χαμηλή, χαμηλότερη από την τιμή που έχει στα δεδομένα εκπαίδευσης, το οποίο υποδηλώνει ότι οι προβλέψεις του μοντέλου ευθυγραμμίζονται με τις πραγματικές τιμές των δεδομένων. Η χαμηλή τιμή του μέσου απόλυτου σφάλματος (MAE) υποδηλώνει επίσης την ισχυρή προγνωστική ισχύ όπως και η τιμή του μέσου τετραγωνισμένου σφάλματος (MSE). Το μοντέλο δείχνει ιδιαίτερα αξιόπιστο, γεγονός που ενισχύεται από την τιμή του Predicted  $R^2$ . Δεν υπάρχει υπερπροσαρμογή στα δεδομένα εκπαίδευσης ενώ διατηρείται η υψηλή επεξηγηματική του ικανότητα.

**Συνολική εκτίμηση:** Τα χαρακτηριστικά που συγκεντρώνει το μοντέλο δείχνουν ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση, την ποσοτικοποίηση και την ερμηνεία των κινητηρίων δυνάμεων της αστικής διάχυσης στην περιοχή μελέτης. Οι έλεγχοι που πραγματοποιήθηκαν έδειξαν ότι δεν παραβιάζονται οι κανόνες χρήσης του μοντέλου (έλλειψη πολυσυγγραμμικότητας, κανονικότητα) ενώ η μικρή ετεροσκεδασιμότητα λήφθηκε υπόψη μέσω της λύσης της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης με ανθεκτικά τυπικά σφάλματα. Το μοντέλο είναι στατιστικά σημαντικό, έχει ικανότητα πρόβλεψης και οι ανεξάρτητες μεταβλητές έχουν συλλογικά σημαντική σχέση με την εξαρτημένη τιμή που αφορά στην αστική διάχυση. Ο προσαρμοσμένος συντελεστής προσδιορισμού (Adjusted  $R^2$ ) είναι πολύ ισχυρός ενώ επίσης οι τιμές του κριτηρίου πληροφορίας Akaike (AIC) και του Μπεϋζιανού κριτηρίου πληροφορίας (BIC) προτείνουν μια καλή ισορροπία μεταξύ της προσαρμογής του μοντέλου και της πολυπλοκότητας. Η τιμή του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (RMSE) δείχνει στενή προσαρμογή του μοντέλου στα παρατηρούμενα δεδομένα ενώ αντίστοιχα οι τιμές του μέσου απόλυτου σφάλματος (MAE) και του μέσου τετραγωνισμένου σφάλματος (MSE) υποδηλώνουν αποτελεσματικότητα και ακρίβεια πρόβλεψης. Η τιμή  $R^2$  predicted δείχνει υψηλή προγνωστική ισχύ. Τέλος, το διάγραμμα παρατηρούμενης-προβλεπόμενης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας (αστική διάχυση) δείχνει ότι το μοντέλο αποτυπώνει σωστά την κατεύθυνση της τάσης και από το μοτίβο της διασποράς δεν φαίνεται να υπάρχει υπερεκτίμηση ούτε υποεκτίμηση σε όλο το εύρος των τιμών. Γενικά, το μοντέλο επιτυγχάνει καλή ισορροπία μεταξύ επεξηγηματικής ισχύος και πολυπλοκότητας χωρίς τον κίνδυνο υπερπροσαρμογής.

### 14.6.1.3 Η αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης το 1981. Ανάλυση του τελικού μοντέλου πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης

Το τελικό μοντέλο παλινδρόμησης εξηγεί την αστική διάχυση, μετρημένη ως πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας, για το έτος 1981 στην περιοχή μελέτης. Το μοντέλο χρησιμοποιεί ανθεκτικά τυπικά σφάλματα, τα οποία εξηγούν την ετεροσκεδαστικότητα, παρέχοντας πιο αξιόπιστα τυπικά σφάλματα και τιμές p-values. Η εξίσωση που περιγράφει την αστική διάχυση το 1981:

*Πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας*<sub>1981</sub> = 0.0955508 + 2,15056 *Πληθυσμιακή πυκνότητα*<sub>1981</sub> + 2,311817 *Πυκνότητα οδικού δικτύου*<sub>1981</sub> - 7.47e-06 *Απόσταση από το κέντρο* - 0.0729628 *Φυσικές και ημιφυσικές περιοχές*<sub>1981</sub> - 0.0535257 *Μόνιμες καλλιέργειες*<sub>1981</sub> - 0.0452131 *Ελαιοκαλλιέργειες*<sub>1981</sub> - 0.046122 *Περιοχές μειωμένης χρήσης*<sub>1981</sub> + 0.2309497 *Παλιό σχέδιο* - 0.0170707 *Εκτός σχεδίου* + ε

Ο σταθερός όρος 0.0955508 με p-value < 0.001 αντιπροσωπεύει την προβλεπόμενη τιμή της αστικής διάχυσης όταν όλοι οι άλλοι προγνωστικοί παράγοντες είναι μηδέν

*Πληθυσμιακή πυκνότητα*<sub>1981</sub>: η μεταβλητή έχει υψηλό, θετικό συντελεστή, γεγονός που υποδεικνύει ότι η υψηλότερη πληθυσμιακή πυκνότητα συνδέεται με αυξημένη αστική διάχυση. Η μεταβλητή είναι στατιστικά σημαντική (p-value = 0.001), υποδηλώνοντας αξιοπιστία.

*Πυκνότητα οδικού δικτύου*<sub>1981</sub>: Ο θετικός συντελεστής με την ισχυρή στατιστική σημασία, υποδεικνύει ότι περιοχές με πυκνότερο οδικό δίκτυο εμφανίζουν αυξημένη αστική διάχυση

*Απόσταση από το κέντρο*: Ο αρνητικός συντελεστής (-7.47e-06) είναι στατιστικά σημαντικός (p-value = 0.030), υποδηλώνοντας ότι όσο αυξάνει η απόσταση από το κέντρο η πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας μειώνεται, δηλ. ότι η αστική διάχυση είναι λιγότερη μακρύτερα από τις περισσότερες κεντρικές περιοχές

*Φυσικές και ημιφυσικές περιοχές*<sub>1981</sub>: Ο αρνητικός συντελεστής (-0,0729628) και η στατιστικά σημαντική (p-value < 0,001) τιμή υποδηλώνουν ότι οι περιοχές αυτές έχουν λιγότερη αστική διάχυση από την κατηγορία αναφοράς που στην περίπτωση των χρήσεων γης είναι ο αστικός ιστός

*Μόνιμες καλλιέργειες*<sub>1981</sub>: Ο αρνητικός συντελεστής (-0,0535257) και η στατιστικά σημαντική (p-value < 0,001) τιμή υποδηλώνουν ότι οι περιοχές αυτές έχουν λιγότερη αστική διάχυση από την κατηγορία αναφοράς που στην περίπτωση των χρήσεων γης είναι ο αστικός ιστός

*Ελαιοκαλλιέργειες<sub>1981</sub>* : Ο αρνητικός συντελεστής (-0,0452131) υποδηλώνει ότι οι εκτάσεις με ελαιοκαλλιέργειες έχουν λιγότερη αστική διάχυση από την κατηγορία αναφοράς που στην περίπτωση των χρήσεων γης είναι ο αστικός ιστός

*Περιοχές μειωμένης χρήσης<sub>1981</sub>*: Ο αρνητικός συντελεστής (-0,046122) υποδεικνύει ότι άγονες/βραχώδεις εκτάσεις ή περιοχές χωρίς χρήση έχουν λιγότερη αστική διάχυση από την κατηγορία αναφοράς που στην περίπτωση των χρήσεων γης είναι ο αστικός ιστός

*Παλιό σχέδιο πόλης*: Ο θετικός συντελεστής (0,2309497) υποδηλώνει ότι οι περιοχές του παλαιού σχεδίου πόλης έχουν υψηλή πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας σε σχέση με την μεταβλητή αναφοράς που είναι η χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης την δεκαετία 1970-1979.

*Εκτός σχεδίου*: Ο αρνητικός συντελεστής (-0,0170707) υποδηλώνει ότι οι εκτός σχεδίου περιοχές έχουν χαμηλότερη αστική διάχυση σε σχέση με την μεταβλητή αναφοράς που είναι η χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης την δεκαετία 1970-1979.

**Συνολική εκτίμηση-συμπεράσματα:** η εικόνα που αναδύεται από τα αποτελέσματα της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης είναι απολύτως σύμφωνη με τα ευρήματα της διδακτορικής διατριβής για την ίδια περίοδο τα οποία αναλύθηκαν στα κεφάλαια 10,11, 12 και 13. Το 1981, σύμφωνα με τον ιστορικό σχεδιασμό της πόλης, το κέντρο (κεντρική περιοχή) είχε υψηλότερες πυκνότητες ενώ οι ζώνες που εντάχθηκαν στο σχέδιο πόλης την δεκαετία του '70 δημιούργησαν αύξηση της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας. Η περιφέρεια της περιοχής μελέτης είχε πολύ αραιή πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας ενώ κυριαρχείτο από γεωργική γη και ανοικτούς, ελεύθερους-αδόμητους χώρους. Μεγάλες εκτάσεις της περιοχής μελέτης ήταν εκτός σχεδίου ή βρίσκονταν στο καθεστώς των οικισμών προ '23. Η παλινδρόμηση αποτυπώνει παράγοντες θετικούς της διάχυσης όπως η αύξηση της πληθυσμιακής πυκνότητας και η αύξηση της πυκνότητας του οδικού δικτύου, αποδεικνύοντας ότι περιοχές με καλή προσβασιμότητα εμφανίζουν αυξημένη αστική διάχυση. Αντίστοιχα αποτυπώνονται παράγοντες αρνητικής συσχέτισης όπως η απόσταση από το κέντρο, που υποδηλώνει ότι περιοχές μακρύτερα της κεντρικής περιοχής παρουσιάζουν μειωμένη διάχυση. Επίσης, μειωμένη διάχυση σε σχέση με την αστική χρήση/ κάλυψη γης παρουσιάζουν όλες οι υπόλοιπες κατηγορίες χρήσεων όπως η γεωργική γη, οι προστατευόμενες περιοχές και οι περιοχές εκτός σχεδίου. Το συμπέρασμα ότι η αστική διάχυση είναι μικρότερη όσο απομακρυνόμαστε από τις κεντρικές περιοχές συνάδει επίσης και με το μοτίβο της επέκταση ακμών που εμφανίζεται ως η επικρατούσα μορφή της διάχυσης.

#### **14.6.2 Ανάλυση της αστικής διάχυσης στην περιοχή μελέτης με το Μοντέλο Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης για το έτος 1991**

##### **14.6.2.1 Βελτιστοποίηση μοντέλου Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 1991 και διασφάλιση ακεραιότητας**

Από την ανάλυση του μοντέλου πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης για το έτος 1991 με ανθεκτικά τυπικά σφάλματα, προέκυψε ο πίνακας 14.12 του υποκεφαλαίου 14.5.1.2 ο οποίος παρουσιάζει τους συντελεστές με διάστημα εμπιστοσύνης 95%,

**Πίνακας 14.12: Μοντέλο Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 1991-Συντελεστές**

Builtupden_1991	Coefficient	Robust std. err.	t	P> t	[95% conf. interval]	
Popden_1991	.7754864	.5264954	1.47	0.142	-.2608734	1.811846
Nroadensity_1991	2.456179	.4571414	5.37	0.000	1.556337	3.356022
elevation	-4.05e-06	.0001787	-0.02	0.982	-.0003559	.0003478
distancetocenter	-5.88e-06	6.38e-06	-0.92	0.357	-.0000184	6.66e-06
distancetoshoreline	4.80e-06	5.35e-06	0.90	0.371	-5.73e-06	.0000153
distancetofactory	-1.23e-06	2.07e-06	-0.59	0.552	-5.30e-06	2.84e-06
y_pro	.2386388	.0239607	9.96	0.000	.1914743	.2858033
Y_80	-.0285351	.015985	-1.79	0.075	-.0600003	.00293
Y_90	-.0207404	.0169401	-1.22	0.222	-.0540855	.0126046
y_out	-.0402731	.0183085	-2.20	0.029	-.0763117	-.0042344
Factory96	.0034855	.0281019	0.12	0.901	-.0518306	.0588017
Nat_areas96	-.0847564	.0185348	-4.57	0.000	-.1212405	-.0482723
Permanent96	-.0716331	.0135502	-5.29	0.000	-.0983055	-.0449608
Olivetrees96	-.0643215	.0130848	-4.92	0.000	-.0900778	-.0385652
NoUse96	-.0712325	.0164423	-4.33	0.000	-.1035978	-.0388673
disttopep	3.19e-06	3.57e-06	0.89	0.373	-3.84e-06	.0000102
distsc1991	-.0000122	8.33e-06	-1.46	0.146	-.0000286	4.24e-06
_cons	.1254972	.0274487	4.57	0.000	.0714668	.1795276

$R^2 = 79,76\%$

RMSE= 0.7165

$R^2 \text{ Adj} = 78,54\%$

Πηγή: *Ιδία επεξεργασία*

Συνεπώς, η εξίσωση με τη βοήθεια των συντελεστών διαμορφώνεται ως εξής:

*Πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας*<sub>1991</sub> = 0.1254972+0.7754864 *Πληθυσμιακή πυκνότητα*<sub>1991</sub>+2.456179 *Πυκνότητα οδικού δικτύου*<sub>1991</sub> -4.05e-06*Υψόμετρο*- 5.88e-06 *Απόσταση από το κέντρο*+ 4.80e-06 *Απόσταση από το θαλάσσιο μέτωπο*- 1.23e-06 *Απόσταση από τις βιοτεχνικές περιοχές* -0.000122 *Απόσταση από τις σχολικές μονάδες*<sub>1991</sub> +0.034855 *Εμπόριο/Χονδρεμπόριο/ΒΙΟΠΑ*<sub>1996</sub> -0.0847564 *Φυσικές και ημιφυσικές περιοχές*<sub>1996</sub>-0.0716331 *Μόνιμες καλλιέργειες*<sub>1996</sub>-0.0643215 *Ελαιοκαλλιέργειες*<sub>1996</sub>-0.0712325 *Περιοχές μειωμένης χρήσης*<sub>1996</sub>+ 0.2386388 *Παλιό σχέδιο* - 0.0285351 *Χρονολογια*<sub>1980-1989</sub> -0.0207404 *Χρονολογια*<sub>1990-1999</sub> -0.0402731 *Εκτός σχεδίου*+3.19e-06*Απόσταση από τις προστατευόμενες/φυσικές περιοχές* +ε

Από τα παραπάνω, στατιστικά σημαντική θετική επιρροή στην αστική διάχυση με τιμή p-value <0,05 έχουν οι εξής μεταβλητές;

*Πυκνότητα οδικού δικτύου*<sub>1991</sub>: Με συντελεστή 2.456179 και τιμή p-value <0,001 η πυκνότητα του οδικού δικτύου εμφανίζεται στατιστικά σημαντική. Οι περιοχές με πυκνότερο οδικό δίκτυο εμφανίζουν αυξημένη αστική διάχυση καθώς διευκολύνεται η προσβασιμότητα.

*Παλαιό σχέδιο (y\_pro)*: Η χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης-παλαιό σχέδιο είναι στατικά σημαντική με θετικό συντελεστή. Περιοχές του παλαιού σχεδίου ως περισσότερο πυκνοδομημένες έχουν υψηλότερη πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας σε σχέση με την μεταβλητή αναφοράς που είναι η χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης την δεκαετία 1970-1979.

Στατιστικά σημαντική αρνητική επιρροή στην αστική διάχυση με τιμή p-value <0,05 έχουν οι εξής μεταβλητές;

*Φυσικές και ημιφυσικές περιοχές<sup>1996</sup>*: Η αρνητική συσχέτιση των φυσικών και ημιφυσικών περιοχών με την αστική διάχυση δείχνει ότι οι περιοχές αυτές έχουν λιγότερη αστική διάχυση από την κατηγορία αναφοράς που στην περίπτωση των χρήσεων γης είναι ο αστικός ιστός

*Μόνιμες καλλιέργειες<sup>1996</sup>*: Οι μόνιμες καλλιέργειες συνεχίζουν και σε αυτήν την ανάλυση παλινδρόμησης να έχουν αρνητική συσχέτιση όπως και το 1981, δείχνοντας ότι οι περιοχές αυτές έχουν λιγότερη αστική διάχυση από την κατηγορία αναφοράς που στην περίπτωση των χρήσεων γης είναι ο αστικός ιστός

*Ελαιοκαλλιέργειες<sup>1996</sup>*: Όμοια με τις μόνιμες καλλιέργειες, οι ελαιοκαλλιέργειες συσχετίζονται αρνητικά με την αστική διάχυση δείχνοντας ότι οι περιοχές αυτές έχουν λιγότερη αστική διάχυση από την κατηγορία αναφοράς που στην περίπτωση των χρήσεων γης είναι ο αστικός ιστός

*Περιοχές μειωμένης χρήσης<sup>1996</sup>*: Αρνητική συσχέτιση στατιστικά σημαντική εμφανίζουν επίσης οι περιοχές μειωμένης χρήσης δείχνοντας ότι οι περιοχές αυτές έχουν λιγότερη αστική διάχυση από την κατηγορία αναφοράς που στην περίπτωση των χρήσεων γης είναι ο αστικός ιστός

Οι μεταβλητές με  $p \geq 0,05$  δεν έχουν στατιστικά σημαντική επίδραση στην πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας με επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Αυτό σημαίνει ότι οι επιδράσεις τους δεν είναι ιδιαίτερα σημαντικές για την αστική διάχυση καθώς παράγοντες που εκφράζονται από άλλες μεταβλητές είναι περισσότερο κρίσιμες επισκιάζοντας τον αντίκτυπο των συγκεκριμένων μεταβλητών. Τέτοιες μεταβλητές είναι:

*Πληθυσμιακή πυκνότητα<sup>1991</sup>*: Με συντελεστή 0,7754864 και τιμή p-value= 0,142 η μεταβλητή δεν είναι στατιστικά σημαντική. Αν και η πληθυσμιακή πυκνότητα ήταν στατιστικά σημαντική το 1981 στη συγκεκριμένη παλινδρόμηση φαίνεται ότι δεν αποτελεί αξιόπιστο προγνωστικό παράγοντα.

*Υψόμετρο*: Ο συντελεστής είναι πολύ μικρός ( $-4.05e-06$ ) και στατιστικά μη σημαντικός (p-value = 0,982) γεγονός που δείχνει ότι δεν υπάρχει ιδιαίτερη εξάρτηση με την αστική διάχυση

*Απόσταση από το κέντρο:* Ο συντελεστής είναι πολύ μικρός και στατιστικά μη σημαντικός ( $p$ -value = 0,357). Η αρνητική συσχέτιση δείχνει ότι αποστάσεις μακρύτερα από το κέντρο εμφανίζουν μειωμένη διάχυση.

*Απόσταση από το θαλάσσιο μέτωπο:* Μικρός, μη σημαντικός, θετικός συντελεστής ο οποίος δείχνει την ελκυστικότητα της γειτνίασης με το θαλάσσιο μέτωπο

*Απόσταση από τις βιοτεχνικές περιοχές:* Μικρός, μη σημαντικός, αρνητικός συντελεστής συσχέτισης της αστικής διάχυσης με την απόσταση από τις βιομηχανικές περιοχές

*Απόσταση από τις σχολικές μονάδες<sup>1991</sup>:* Αν και το μοντέλο δείχνει ότι περιοχές κοντά σε σχολικές μονάδες έχουν υψηλότερες τιμές πυκνότητας κτισμένης επιφάνειας, η τιμή είναι στατιστικά μη σημαντική ( $p$ -value = 0,386).

*Απόσταση από τις προστατευόμενες/φυσικές περιοχές:* Ο θετικός, μη στατιστικά σημαντικός συντελεστής δηλώνει ότι η αστική διάχυση συντελείται μακρύτερα από αυτές τις ζώνες.

*Χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης 1980-1989:* Στατιστικά μη σημαντικός συντελεστής που δείχνει ότι οι περιοχές αυτές έχουν χαμηλότερη αστική διάχυση σε σχέση με την μεταβλητή αναφοράς που είναι η χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης την δεκαετία 1970-1979.

*Χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης 1990-1999:* Στατιστικά μη σημαντικός συντελεστής που δείχνει ότι οι περιοχές αυτές έχουν χαμηλότερη αστική διάχυση σε σχέση με την μεταβλητή αναφοράς που είναι η χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης την δεκαετία 1970-1979.

*Εκτός σχεδίου:* Ο αρνητικός μη σημαντικός συντελεστής δηλώνει ότι οι εκτός σχεδίου περιοχές έχουν χαμηλότερη αστική διάχυση σε σχέση με την μεταβλητή αναφοράς που είναι η χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης την δεκαετία 1970-1979.

Καθώς ο αριθμός των επεξηγηματικών μεταβλητών είναι πολύ μεγάλος και η στατιστική σημαντικότητα κάθε μεταβλητής διαφέρει, ακολουθήθηκε η μεθοδολογία της βηματικής (stepwise) παλινδρόμησης με επανέλεγχο των μεταβλητών. Η διαδικασία αυτή προσθέτει μεταβλητές και ελέγχει εάν κάποια από τις μεταβλητές που υπάρχουν ήδη στο μοντέλο έχει γίνει στατιστικά μη σημαντική και πρέπει να αφαιρεθεί. Αυτή η διαδικασία συνεχίζεται έως ότου δεν μπορούν να προστεθούν ή να αφαιρεθούν άλλες μεταβλητές σύμφωνα με το κριτήριο. Με τον τρόπο αυτό επιλέγονται οι προγνωστικοί παράγοντες που έχουν τον πιο σημαντικό αντίκτυπο στην εξαρτημένη μεταβλητή, ενώ αποκλείονται περιττές μεταβλητές που δεν συμβάλλουν στην προγνωστική ακρίβεια του μοντέλου. Αυτή η διαδικασία ενισχύει τη γενίκευση του μοντέλου και μειώνει τον κίνδυνο υπερπροσαρμογής

Με τη χρήση της βηματικής παλινδρόμησης δημιουργήθηκε ο παρακάτω πίνακας;

**Πίνακας 14.35: Μοντέλο Βηματικής Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 1991-Συντελεστές**

Source	SS	df	MS	Number of obs =	300
Model	5.66120358	10	.566120358	F(10, 289)	= 109.75
Residual	1.49068118	289	.005158066	Prob > F	= 0.0000
				R-squared	= 0.7916
				Adj R-squared	= 0.7844
Total	7.15188476	299	.023919347	Root MSE	= .07182

Builtupden_1991	Coefficient	Std. err.	t	P> t	[95% conf. interval]	
Popden_1991	.8878753	.332041	2.67	0.008	.23435	1.5414
Nroadensity_1991	2.550711	.3750372	6.80	0.000	1.812561	3.288862
Permanent96	-.0632617	.0146603	-4.32	0.000	-.0921162	-.0344072
NoUse96	-.0724181	.0374253	-1.94	0.054	-.1460789	.0012426
Olivetrees96	-.0579197	.0121955	-4.75	0.000	-.081923	-.0339164
y_pro	.2472026	.0157999	15.65	0.000	.2161052	.2783001
Y_80	-.0367268	.014229	-2.58	0.010	-.0647323	-.0087212
Y_90	-.0321872	.0138309	-2.33	0.021	-.0594092	-.0049652
y_out	-.0506548	.013232	-3.83	0.000	-.076698	-.0246115
Nat_areas96	-.0873749	.0262278	-3.33	0.001	-.1389966	-.0357532
_cons	.1062018	.0110516	9.61	0.000	.0844499	.1279537

$R^2 = 79,16\%$

RMSE= 0.07182

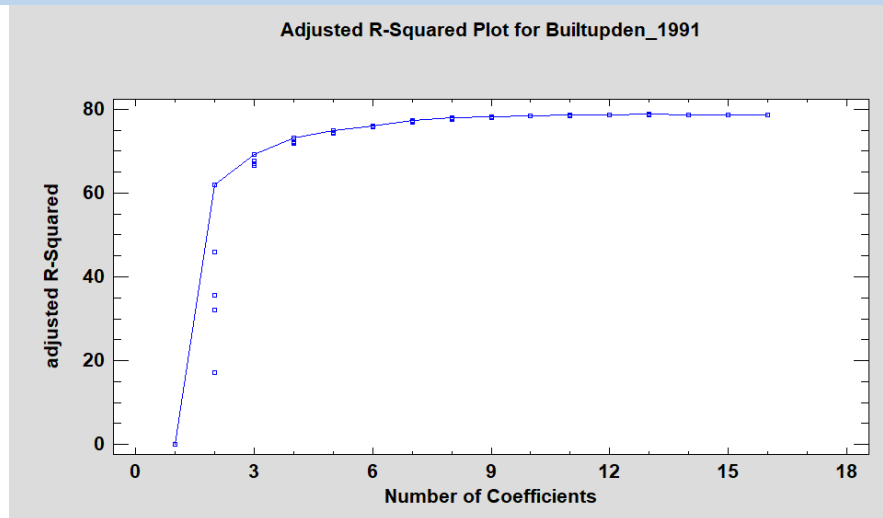
$R^2$  Adj= 78.44%

Πηγή: *Ιδία επεξεργασία*

Η τιμή του προσαρμοσμένου συντελεστή προσδιορισμού (Adjusted  $R^2$ ) που παρουσιάζεται εδώ, αντικατοπτρίζει ένα φειδωλό μοντέλο το οποίο αποκλείει μεταβλητές οι οποίες δεν εισφέρουν ουσιαστικά στην επεξηγηματική ισχύ του, παρά τις δυνατότητές τους να διογκώνουν την τιμή του προσαρμοσμένου συντελεστή. Η διαδικασία επιτυγχάνεται με τη βοήθεια του τεστ Wald η οποία δίνει προτεραιότητα στις μεταβλητές που έχουν ισχυρή συσχέτιση με την εξαρτημένη μεταβλητή διασφαλίζοντας την αιτιολογημένη παρουσία τους στο μοντέλο. Στο διάγραμμα που ακολουθεί με τις τιμές του προσαρμοσμένου συντελεστή προσδιορισμού, φαίνεται ότι η προσθήκη μεταβλητών μετά την δέκατη δεν θα βελτιώσουν ιδιαίτερα το μοντέλο



**Διάγραμμα 14.23: Συντελεστές-Προσαρμοσμένος συντελεστής προσδιορισμού 1991**

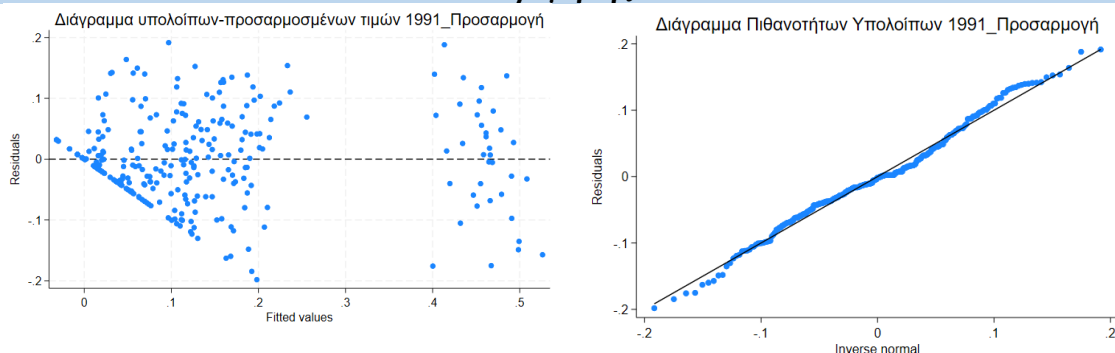


Πηγή: Ιδία επεξεργασία.

Από τα αποτελέσματα της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης φαίνεται ότι το μοντέλο είναι στατιστικά ιδιαίτερα σημαντικό και οι ανεξάρτητες μεταβλητές έχουν συλλογικά σημαντική σχέση με την εξαρτημένη τιμή που αφορά στην αστική διάχυση. Ο συντελεστής προσδιορισμού  $R^2$  με τιμή 79,16% δείχνει καλή προσαρμογή του μοντέλου, ενώ ο προσαρμοσμένος συντελεστής προσδιορισμού (Adjusted  $R^2$ ) υποδηλώνει ότι το 78,44% της διακύμανσης της κτισμένης επιφάνειας εξηγείται από τις ανεξάρτητες μεταβλητές του μοντέλου. Η προσαρμογή αυτή είναι πολύ ισχυρή υποδεικνύοντας ότι το μοντέλο καταγράφει ένα σημαντικό μέρος της μεταβλητότητας της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας (αστική διάχυση). Η τιμή RMSE 0.07182 δείχνει στενή προσαρμογή του μοντέλου στα παρατηρούμενα δεδομένα, με το αποτέλεσμα να υποδηλώνει ακριβείς προβλέψεις

Στη συνέχεια ελέγχεται το διάγραμμα υπολοίπων-προσαρμοσμένων τιμών και το διάγραμμα πιθανοτήτων υπολοίπων

**Σειρά Διαγραμμάτων 14.24: Μοντέλο Βηματικής Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 1991**



Πηγή: Ιδία επεξεργασία.

Το διάγραμμα πιθανοτήτων υπολοίπων είναι πολύ καλά προσαρμοσμένο στο κύριο σώμα της κατανομής το οποίο ακολουθεί τη διαγώνιο. Αυτό σημαίνει ότι το κεντρικό τμήμα είναι συνεπές με την κανονικότητα. Πολύ μικρή απόκλιση παρατηρείται και στα δύο άκρα, εξαιτίας κάποιων ακραίων τιμών. Δεδομένου ότι το μέγεθος του δείγματος είναι 300 σημεία, σύμφωνα με το Κεντρικό Οριακό Θεώρημα, το συμπέρασμα που βασίζεται στις εκτιμήσεις της παλινδρόμησης παραμένει έγκυρο ακόμα και με ορισμένες μικρές αποκλίσεις των υπολοίπων.

Το διάγραμμα υπολοίπων-προσαρμοσμένων τιμών δείχνει ότι η διακύμανση των υπολοίπων δεν είναι σταθερή σε όλο το εύρος των προσαρμοσμένων τιμών υποδηλώνοντας ετεροσκεδαστικότητα. Προκειμένου να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα, επιλέγεται η λύση της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης με ανθεκτικά τυπικά σφάλματα (multiple linear regression with robust standard errors. Η προσαρμογή επιτυγχάνεται χωρίς την ανάγκη άμεσης μοντελοποίησης της δομής διακύμανσης των σφαλμάτων, παρέχοντας έτσι μια ιδιαίτερα ευέλικτη λύση. Κατά συνέπεια, τα μοντέλα αυτά προσφέρουν αυξημένη ευρωστία και εγκυρότητα. Το μοντέλο έδωσε τα παρακάτω αποτελέσματα:

**Πίνακας 14.36: Τελικό Μοντέλο Βηματικής Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 1991-Συντελεστές**

Builtupden_1991	Coefficient	Robust std. err.	t	P> t	[95% conf. interval]
Popden_1991	.8878753	.5221811	1.70	0.090	-.1398849 1.915635
Nroadensity_1991	2.550711	.4410973	5.78	0.000	1.682541 3.418882
y_pro	.2472026	.021489	11.50	0.000	.2049079 .2894973
Y_80	-.0367268	.0146922	-2.50	0.013	-.0656441 -.0078095
Y_90	-.0321872	.0133592	-2.41	0.017	-.0584809 -.0058935
y_out	-.0506548	.0127413	-3.98	0.000	-.0757323 -.0255772
Nat_areas96	-.0873749	.0163211	-5.35	0.000	-.1194981 -.0552517
Permanent96	-.0632617	.012498	-5.06	0.000	-.0878604 -.0386631
Olivetrees96	-.0579197	.0116985	-4.95	0.000	-.0809447 -.0348946
NoUse96	-.0724181	.0182445	-3.97	0.000	-.1083271 -.0365091
_cons	.1062018	.0129588	8.20	0.000	.0806963 .1317073

$R^2 = 79,16\%$

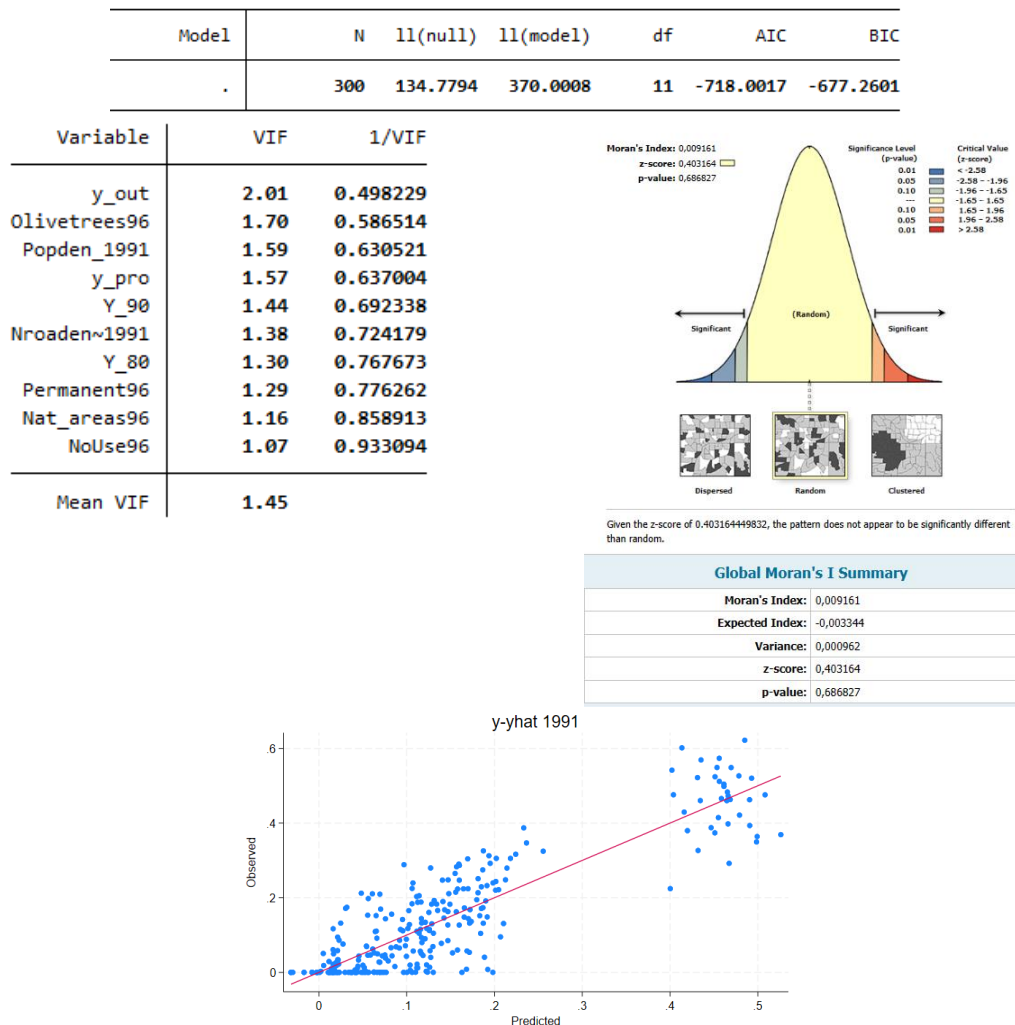
RMSE= 0.07182

$R^2 \text{ Adj} = 78.44\%$

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Στη συνέχεια, προκειμένου να αξιολογηθεί η απόδοση του μοντέλου, υπολογίζονται οι τιμές του κριτηρίου πληροφoρίας του Akaike (AIC) και του Μπεϋζιανού κριτηρίου πληροφoρίας (BIC). Επίσης, επαναλαμβάνεται ο έλεγχος πολυσυγγραμμικότητας στις εναπομείναντες μεταβλητές με τη χρήση του Εκτιμητή Διόγκωσης της Διακύμανσης (VIF).

**Πίνακας 14.37 και Διαγράμματα 14.25: Κριτήρια AIC, BIC, VIF και Διαγράμματα Moran's I και παρατηρούμενης-προβλεπόμενης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής και στο Τελικό Μοντέλο Βηματικής Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 1991**



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Δίδονται οι τιμές των AIC -718,0017 και BIC -677,2601

Η τιμή 370,0008 log-likelihood (ll(model)) δείχνει επίσης ότι το μοντέλο ταιριάζει καλά στα δεδομένα. Ο έλεγχος πολυσυγγραμμικότητας με τη βοήθεια του Εκτιμητή Διόγκωσης της Διακύμανσης (VIF) δείχνει ότι το σύνολο των μεταβλητών έχει τιμές αρκετά κάτω από 5 υποστηρίζοντας την αξιοπιστία της ανάλυσης

Προκειμένου να μην παραβιάζονται οι υποθέσεις της παλινδρόμησης οι οποίες υποθέτουν ότι τα υπόλοιπα είναι ανεξάρτητα, ελέγχονται οι τιμές των υπολοίπων με τη βοήθεια του διαγράμματος χωρικής αυτοσυσχέτισης Moran's I. Αυτός ο έλεγχος κρίνεται απαραίτητος καθώς τα δεδομένα είναι χωρικά. Ο δείκτης Moran με τιμή 0.009161 βρίσκεται πολύ κοντά στο μηδέν υποδηλώνοντας τυχαιότητα, ενώ η αναμενόμενη τιμή -0,003344 επιβεβαιώνει το εύρημα της τυχαιότητας καθώς η τιμή του πραγματικού δείκτη Moran βρίσκεται πολύ κοντά στην αναμενόμενη τιμή. Η τιμή του Z-score 0.403164 υποδηλώνει επίσης ότι το χωρικό μοτίβο δεν διαφέρει σημαντικά από το τυχαίο. Στατιστικά, τιμές του Z-score που δεν είναι χαμηλότερες από -1,96 ή

υψηλότερες από 1,96 δείχνουν μη σημαντικά αποτελέσματα στο επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Η τιμή p-value  $0.686827 > 0,05$  δείχνει ότι δεν θα απορρίπταμε τη μηδενική υπόθεση της τυχαιότητας. Συνεπώς, το μοτίβο υποδηλώνει τυχαία κατανομή. Ο παρατηρούμενος δείκτης εμπίπτει στην κορυφή της καμπύλης, υποδεικνύοντας ότι βρίσκεται εντός του εύρους της τυχαιότητας.

Τέλος, παρέχεται το διάγραμμα παρατηρούμενης-προβλεπόμενης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας (αστική διάχυση). Τα σημεία ακολουθούν την ευθεία, υποδεικνύοντας ότι οι προβλέψεις συμφωνούν με τις πραγματικές τιμές. Υπάρχει μικρή διασπορά γύρω από την προσαρμοσμένη γραμμή, αλλά καθώς οι τιμές αυξάνονται, το μοντέλο προσαρμόζεται καλύτερα στα δεδομένα. Περιοχές με εδραιωμένη διάχυση περιγράφονται ικανοποιητικά.

#### 14.6.2.2 Επικύρωση τελικού μοντέλου Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 1991

Για την διασφάλιση της ακρίβειας και αξιοπιστίας του μοντέλου, χρησιμοποιούνται δεδομένα εκπαίδευσης και δεδομένα επικύρωσης, τα οποία δημιουργούνται με τη μεθοδολογία της διχοτόμησης των δεδομένων (70%-30%). Στη συνέχεια αξιολογείται η προσαρμογή του μοντέλου τόσο στα δεδομένα εκπαίδευσης όσο και στα δεδομένα επικύρωσης με μετρήσεις όπως ο συντελεστής προσδιορισμού  $R^2$  και ο προσαρμοσμένος συντελεστής προσδιορισμού (Adjusted  $R^2$ ) ενώ ακολουθείται έλεγχος υπολοίπων.

Επιπλέον, ελέγχεται η προγνωστική ισχύς του μοντέλου σε ένα ξεχωριστό σύνολο δεδομένων που δεν χρησιμοποιήθηκε κατά τη φάση εκπαίδευσης του μοντέλου. Με τη βοήθεια μετρήσεων όπως predicted  $R^2$ , κεντρική μέτρηση που εστιάζει στην προγνωστική ισχύ του μοντέλου αξιολογώντας πόσο καλά αναμένεται να αποδώσει το μοντέλο σε νέα άγνωστα δεδομένα, και μετρήσεων σφάλματος όπως το Μέσο τετραγωνικό σφάλμα (RMSE), το Μέσο απόλυτο σφάλμα (MAE) και το Μέσο τετραγωνισμένο σφάλμα (MSE) τεκμηριώνεται η ισχυρή προγνωστική δυνατότητα του μοντέλου.

Οι μετρήσεις έδωσαν τα κάτωθι αποτελέσματα:

Μετρήσεις στα δεδομένα εκπαίδευσης:

Συντελεστής προσδιορισμού  $R^2 = 77,77\%$

Προσαρμοσμένος συντελεστής προσδιορισμού (Adjusted  $R^2$ ) = 76,58%

Μέσο τετραγωνικό σφάλμα (RMSE) = 0,07288806

Μέσο απόλυτο σφάλμα (MAE) = 0,05479351

Μέσο τετραγωνισμένο σφάλμα (MSE) = 0,00531267

Η τιμή του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (RMSE) είναι χαμηλή, υποδηλώνοντας ότι οι προβλέψεις του μοντέλου είναι κοντά στις πραγματικές παρατηρήσεις. Η χαμηλή τιμή του μέσου απόλυτου σφάλματος (MAE) υποδηλώνει την αποτελεσματικότητα του

μοντέλου ενώ η τιμή του μέσου τετραγωνισμένου σφάλματος (MSE) δείχνει ότι το μοντέλο έχει υψηλό βαθμό ακρίβειας στις προβλέψεις. Ο υψηλός συντελεστής προσδιορισμού  $R^2$  υποδηλώνει ότι το 77,77% της διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής (αστική διάχυση) μπορεί να εξηγηθεί από το μοντέλο ενώ η επίσης υψηλή τιμή του προσαρμοσμένου συντελεστή προσδιορισμού υποδεικνύει ότι οι προγνωστικοί παράγοντες είναι κατάλληλοι για το μοντέλο και ότι το μοντέλο δεν έχει περιττή πολυπλοκότητα. Συνολικά, οι μετρήσεις αποδεικνύουν ότι το μοντέλο ταιριάζει καλά στα δεδομένα και έχει υψηλή επεξηγηματική ισχύ.

Μετρήσεις στα δεδομένα επικύρωσης:

Μέσο τετραγωνικό σφάλμα (RMSE)= 0,0697818

Μέσο απόλυτο σφάλμα (MAE)= 0,05393336

Μέσο τετραγωνισμένο σφάλμα (MSE)=0,0048695

Predicted  $R^2 = 77,77\%$

Η τιμή του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (RMSE) είναι χαμηλή, χαμηλότερη από την τιμή που έχει στα δεδομένα εκπαίδευσης, το οποίο υποδηλώνει ότι οι προβλέψεις του μοντέλου ευθυγραμμίζονται με τις πραγματικές τιμές των δεδομένων. Η χαμηλή τιμή του μέσου απόλυτου σφάλματος (MAE) υποδηλώνει επίσης την ισχυρή προγνωστική ισχύ όπως και η τιμή του μέσου τετραγωνισμένου σφάλματος (MSE). Το μοντέλο δείχνει ιδιαίτερα αξιόπιστο, γεγονός που ενισχύεται από την τιμή του Predicted  $R^2$ . Δεν υπάρχει υπερπροσαρμογή στα δεδομένα εκπαίδευσης ενώ διατηρείται η υψηλή επεξηγηματική του ικανότητα.

**Συνολική εκτίμηση:** Τα χαρακτηριστικά που συγκεντρώνει το μοντέλο δείχνουν ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση, την ποσοτικοποίηση και την ερμηνεία των κινητηρίων δυνάμεων της αστικής διάχυσης στην περιοχή μελέτης. Οι έλεγχοι που πραγματοποιήθηκαν έδειξαν ότι δεν παραβιάζονται οι κανόνες χρήσης του μοντέλου (έλλειψη πολυσυγγραμμικότητας, κανονικότητα) ενώ η μικρή ετεροσκεδασιμότητα λήφθηκε υπόψη μέσω της λύσης της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης με ανθεκτικά τυπικά σφάλματα. Το μοντέλο είναι στατιστικά σημαντικό, έχει ικανότητα πρόβλεψης και οι ανεξάρτητες μεταβλητές έχουν συλλογικά σημαντική σχέση με την εξαρτημένη τιμή που αφορά στην αστική διάχυση. Ο προσαρμοσμένος συντελεστής προσδιορισμού (Adjusted  $R^2$ ) είναι πολύ ισχυρός ενώ επίσης οι τιμές του κριτηρίου πληροφορίας Akaike (AIC) και του Μπεϋζιανού κριτηρίου πληροφορίας (BIC) προτείνουν μια καλή ισορροπία μεταξύ της προσαρμογής του μοντέλου και της πολυπλοκότητας. Η τιμή του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (RMSE) δείχνει στενή προσαρμογή του μοντέλου στα παρατηρούμενα δεδομένα ενώ αντίστοιχα οι τιμές του μέσου απόλυτου σφάλματος (MAE) και του μέσου τετραγωνισμένου σφάλματος (MSE) υποδηλώνουν αποτελεσματικότητα και ακρίβεια πρόβλεψης. Η τιμή  $R^2$  predicted δείχνει πολύ υψηλή προγνωστική ισχύ. Τέλος, το διάγραμμα παρατηρούμενης-προβλεπόμενης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας (αστική διάχυση) δείχνει ότι το μοντέλο αποτυπώνει σωστά την κατεύθυνση της τάσης και από το μοτίβο της διασποράς δεν φαίνεται να υπάρχει υπερεκτίμηση ούτε υποεκτίμηση σε όλο το εύρος των τιμών. Γενικά, το μοντέλο

επιτυγχάνει καλή ισορροπία μεταξύ επεξηγηματικής ισχύος και πολυπλοκότητας χωρίς τον κίνδυνο υπερπροσαρμογής.

#### 14.6.2.3 Η αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης το 1991. Ανάλυση του τελικού μοντέλου πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης

Το τελικό μοντέλο παλινδρόμησης εξηγεί την αστική διάχυση, μετρημένη ως πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας, για το έτος 1991 στην περιοχή μελέτης. Το μοντέλο χρησιμοποιεί ανθεκτικά τυπικά σφάλματα, τα οποία εξηγούν την ετεροσκεδαστικότητα, παρέχοντας πιο αξιόπιστα τυπικά σφάλματα και τιμές p-values. Η εξίσωση που περιγράφει την αστική διάχυση το 1991:

$$\text{Πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας}_{1991} = 0.1062018 + 0.8878753 \text{ Πληθυσμιακή πυκνότητα}_{1991} + 2.550711 \text{ Πυκνότητα οδικού δικτύου}_{1991} - 0.0873749 \text{ Φυσικές και ημιφυσικές περιοχές}_{1996} - 0.0632617 \text{ Μόνιμες καλλιέργειες}_{1996} - 0.0579197 \text{ Ελαιοκαλλιέργειες}_{1996} - 0.0724181 \text{ Περιοχές μειωμένης χρήσης}_{1996} + 0.2472026 \text{ Παλαιό σχέδιο} - 0.0367268 \text{ Χρονολογία}_{1980-1989} - 0.0321872 \text{ Χρονολογία}_{1990-1999} - 0.0506548 \text{ Εκτός σχεδίου} + \varepsilon$$

Ο σταθερός όρος 0.1062018 με p-value<0.001 αντιπροσωπεύει την προβλεπόμενη τιμή της αστικής διάχυσης όταν όλοι οι άλλοι προγνωστικοί παράγοντες είναι μηδέν.

*Πληθυσμιακή πυκνότητα<sub>1991</sub>*: η μεταβλητή έχει θετικό συντελεστή, γεγονός που υποδεικνύει ότι η αύξηση της πληθυσμιακής πυκνότητας συσχετίζεται με την αύξηση της αστικής διάχυσης. Η μεταβλητή έχει (p-value=0.090), υποδηλώνοντας κάποια αβεβαιότητα σχετικά με τον αντίκτυπο της πληθυσμιακής πυκνότητας στην παρούσα δεκαετία.

*Πυκνότητα οδικού δικτύου<sub>1991</sub>*: Με υψηλό θετικό συντελεστή 2,550711 και με τιμή p-value<0.001, η μεταβλητή αυτή προβλέπει πολύ καλά την αστική διάχυση, υποδεικνύοντας ότι περιοχές με πυκνότερο οδικό δίκτυο εμφανίζουν αυξημένη αστική διάχυση.

*Φυσικές και ημιφυσικές περιοχές<sub>1996</sub>*: Ο αρνητικός συντελεστής (-0,0873749) και η στατιστικά σημαντική (p-value < 0,001) τιμή υποδηλώνουν μια αντίστροφη σχέση μεταξύ των φυσικών/ημιφυσικών περιοχών και της αστικής διάχυσης, καθώς οι περιοχές αυτές έχουν λιγότερη αστική διάχυση από την κατηγορία αναφοράς που στην περίπτωση των χρήσεων γης είναι ο αστικός ιστός

*Μόνιμες καλλιέργειες<sub>1996</sub>*: Ο αρνητικός συντελεστής (-0,0632617) και η στατιστικά σημαντική (p-value < 0,001) τιμή υποδηλώνουν ότι οι περιοχές αυτές έχουν λιγότερη αστική διάχυση από την κατηγορία αναφοράς που στην περίπτωση των χρήσεων γης είναι ο αστικός ιστός

*Ελαιοκαλλιέργειες<sub>1996</sub>* : Ο αρνητικός συντελεστής (-0,0579197) και η στατιστικά σημαντική (p-value < 0,001) τιμή υποδηλώνουν ότι οι περιοχές αυτές έχουν λιγότερη αστική διάχυση από την κατηγορία αναφοράς που στην περίπτωση των χρήσεων γης είναι ο αστικός ιστός

*Περιοχές μειωμένης χρήσης<sub>1996</sub>*: Ο αρνητικός συντελεστής (-0,0724181) και η στατιστικά σημαντική (p-value < 0,001) τιμή υποδηλώνουν ότι οι άγονες/βραχώδεις εκτάσεις ή περιοχές χωρίς χρήση έχουν λιγότερη αστική διάχυση από την κατηγορία αναφοράς που στην περίπτωση των χρήσεων γης είναι ο αστικός ιστός

*Παλιό σχέδιο πόλης*: Ο θετικός συντελεστής (0,2472026) και η στατιστικά σημαντική (p-value < 0,001) τιμή υποδηλώνει ότι οι περιοχές του παλαιού σχεδίου πόλης παρουσιάζουν υψηλότερη πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας σε σχέση με την μεταβλητή αναφοράς που είναι η χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης την δεκαετία 1970-1979.

*Χρονολογία 1980-1989*: Οι περιοχές που εντάχθηκαν στο σχέδιο πόλης μεταξύ 1980-1989, παρουσιάζουν μικρότερη αστική διάχυση σε σχέση με την μεταβλητή αναφοράς που είναι η χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης την δεκαετία 1970-1979, όπως αποδεικνύεται από τον αρνητικό συντελεστή (-0,0367268) και την τιμή του (p-value = 0,013).

*Χρονολογία 1990-1999*: παρόμοια με την μεταβλητή Χρονολογία 1980-1989, οι περιοχές που εντάχθηκαν στο σχέδιο πόλης μεταξύ 1990-1999, παρουσιάζουν μικρότερη αστική διάχυση σε σχέση με την μεταβλητή αναφοράς που είναι η χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης την δεκαετία 1970-1979, όπως αποδεικνύεται από τον αρνητικό συντελεστή (-0,0321872) και την τιμή του (p-value = 0,017).

*Εκτός σχεδίου*: Οι εκτός σχεδίου περιοχές παρουσιάζουν σημαντικά μικρότερη αστική διάχυση σε σχέση με την μεταβλητή αναφοράς που είναι η χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης την δεκαετία 1970-1979, όπως αποδεικνύεται από τον αρνητικό συντελεστή (-0,0506548) και την τιμή του (p-value < 0,001).

**Συνολική εκτίμηση**: η εικόνα που αναδύεται από τα αποτελέσματα της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης είναι απολύτως σύμφωνη με τα ευρήματα της διδακτορικής διατριβής τα οποία αναλύθηκαν στα αντίστοιχα κεφάλαια της μελέτης περίπτωσης. Το 1991 η ευρύτερη περιοχή του κέντρου παραμένει πυκνοκατοικημένη, αλλά η δόμηση έχει ξεκινήσει να αυξάνει στις βόρειες περιοχές της Αγυιάς, Εξω Αγυιάς και Καστελλόκαμπου, στις ανατολικές της Β' Ανατολικομεσημβρινής επέκτασης αλλά και στις νότιες περιοχές των Ζαρουχλείκων και του Ψαροφαίου. Αντίστοιχα, αυξάνει η πληθυσμιακή πυκνότητα στις ίδιες ζώνες, ενώ μακρύτερα των αναφερομένων περιοχών ο πληθυσμός παραμένει χαμηλός. Το οδικό δίκτυο πυκνώνει, κυρίως στις περιοχές της Αγυιάς και της Α' Ανατολικομεσημβρινής επέκτασης/Ζαρουχλείκα/Ψαροφαί. Η παλινδρόμηση αποτυπώνει με θετικό συντελεστή τους παραπάνω παράγοντες. Αντίστοιχα, αποτυπώνονται και παράγοντες αρνητικής συσχέτισης, όπως όλοι οι

συντελεστές των μεταβλητών των χρήσεων/κάλυψη γης, καθώς συνδέονται με μεταβλητή αναφοράς που είναι ο αστικός ιστός. Την περίοδο αυτή ξεκινά και η μείωση της αγροτικής γης με τις μόνιμες καλλιέργειες να είναι περισσότερο ευάλωτες από τις ελαιοκαλλιέργειες. Επίσης, μειώνεται το αστικό πράσινο και οι περιοχές χωρίς χρήση λόγω αστικοποίησης. Η περιοχή του κέντρου (παλαιό σχέδιο) διατηρεί το ρόλο της, ενώ οι περιοχές των εντάξεων μετά το '86, μετά το '90 και εκτός σχεδίου περιοχές παραμένουν αραιοκατοικημένες

### 14.6.3 Ανάλυση της αστικής διάχυσης στην περιοχή μελέτης με το Μοντέλο Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης για το έτος 2001

#### 14.6.3.1 Βελτιστοποίηση μοντέλου Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 2001 και διασφάλιση ακεραιότητας

Από την ανάλυση του μοντέλου πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης για το έτος 2001 με ανθεκτικά τυπικά σφάλματα, προέκυψε ο πίνακας 14.15 του υποκεφαλαίου 14.5.1.3 ο οποίος παρουσιάζει τους συντελεστές με διάστημα εμπιστοσύνης 95%,

**Πίνακας 14.15: Μοντέλο Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 2001-Συντελεστές**

Builtupden_2001	Coefficient	Robust std. err.	t	P> t	[95% conf. interval]	
Popden_2001	.4288685	.2943634	1.46	0.146	-.1505688	1.008306
Nroadensity_2001	1.773022	.4142558	4.28	0.000	.957584	2.588461
elevation	.000043	.000171	0.25	0.802	-.0002935	.0003795
distancetocenter	1.32e-06	6.27e-06	0.21	0.833	-.000011	.0000137
distancetoshoreline	1.26e-06	5.59e-06	0.22	0.822	-9.75e-06	.0000123
distancetofactory	2.98e-06	2.12e-06	1.41	0.160	-1.18e-06	7.15e-06
distancetoartery	3.67e-06	4.42e-06	0.83	0.408	-5.04e-06	.0000124
y_pro	.2344875	.019612	11.96	0.000	.1958823	.2730926
Y_80	-.0843667	.0162198	-5.20	0.000	-.1162945	-.0524389
Y_90	-.0690875	.0164547	-4.20	0.000	-.1014775	-.0366974
y_out	-.0916822	.0167219	-5.48	0.000	-.1245982	-.0587662
Factory08	-.0348479	.0224067	-1.56	0.121	-.0789542	.0092584
Nat_areas08	-.0972874	.0201005	-4.84	0.000	-.136854	-.0577207
Permanent08	-.1063004	.0146268	-7.27	0.000	-.1350924	-.0775084
Olivetrees08	-.068813	.0142852	-4.82	0.000	-.0969325	-.0406934
NoUse08	-.0719171	.0293294	-2.45	0.015	-.1296504	-.0141837
disttopep	5.04e-06	3.29e-06	1.53	0.127	-1.43e-06	.0000115
distancetoschool2001	-.0000201	9.43e-06	-2.13	0.034	-.0000387	-1.52e-06
_cons	.129391	.0331989	3.90	0.000	.0640408	.1947411

$R^2 = 79,22\%$

RMSE= 0.7122

$R^2 \text{ Adj} = 77,88\%$

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Συνεπώς, η εξίσωση με τη βοήθεια των συντελεστών διαμορφώνεται ως εξής:

$$\text{Πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας}_{2001} = 1.293931 + 0.4298865 \text{ Πληθυσμιακή πυκνότητα}_{2001} + 1.773022 \text{ Πυκνότητα οδικού δικτύου}_{2001} + 0.000043 \text{ Υψόμετρο} +$$



$1.32e-06$  Απόσταση από το κέντρο +  $3.32e-06$  Απόσταση από το θαλάσσιο μέτωπο +  $3.98e-06$  Απόσταση από τις βιοτεχνικές περιοχές -  $2.21e-06$  Απόσταση από τους κόμβους της περιμετρικής -  $0.0000201$  Απόσταση από τις σχολικές μονάδες<sub>2001</sub> -  $0.0348479$  Εμπόριο/Χονδρεμπόριο/ΒΙΟΠΑ<sub>2008</sub> -  $0.1972714$  Φυσικές και ημιφυσικές περιοχές<sub>2008</sub> -  $0.1063004$  Μόνιμες καλλιέργειες<sub>2008</sub> -  $0.068813$  Ελαιοκαλλιέργειες<sub>2008</sub> -  $0.0791711$  Περιοχές μειωμένης χρήσης<sub>2008</sub> +  $0.2344875$  Παλαιό σχέδιο -  $0.0843667$  Χρονολογια1980-1989 -  $0.06909875$  Χρονολογια1990-1999 -  $0.0916822$  Εκτός σχεδίου +  $5.04e-06$  Απόσταση από τις προστατευόμενες/φυσικές περιοχές +ε

Από τα παραπάνω, στατιστικά σημαντική θετική επιρροή στην αστική διάχυση με τιμή p-value <0,05 έχουν οι εξής μεταβλητές;

*Πυκνότητα οδικού δικτύου<sub>2001</sub>*: Με συντελεστή 1.773022 και τιμή p-value <0,001 η πυκνότητα του οδικού δικτύου εμφανίζεται στατιστικά σημαντική. Οι περιοχές με πυκνότερο οδικό δίκτυο εμφανίζουν αυξημένη αστική διάχυση καθώς διευκολύνεται η προσβασιμότητα. Για κάθε μονάδα αύξησης της πυκνότητας του οδικού δικτύου, η αστική διάχυση αναμένεται να αυξηθεί περίπου 1.773022 μονάδες, αν όλες οι μεταβλητές παραμείνουν σταθερές.

*Παλαιό σχέδιο (y\_pro)*: Η χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης-παλαιό σχέδιο είναι στατικά σημαντική με θετικό συντελεστή το οποίο υποδηλώνει ότι οι περιοχές του παλαιού σχεδίου πόλης παρουσιάζουν υψηλότερη πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας σε σχέση με την μεταβλητή αναφοράς που είναι η χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης την δεκαετία 1970-1979

Στατιστικά σημαντική αρνητική επιρροή στην αστική διάχυση με τιμή p-value <0,05 έχουν οι εξής μεταβλητές;

*Απόσταση από τις σχολικές μονάδες<sub>2001</sub>*: Το μοντέλο δείχνει ότι περιοχές κοντά σε σχολικές μονάδες έχουν υψηλότερες τιμές πυκνότητας κτισμένης επιφάνειας και η τιμή είναι στατιστικά σημαντική (p-value = 0,031).

*Φυσικές και ημιφυσικές περιοχές<sub>2008</sub>*: Η αρνητική συσχέτιση των φυσικών και ημιφυσικών περιοχών με την αστική διάχυση υποδηλώνει ότι οι περιοχές αυτές έχουν λιγότερη αστική διάχυση από την κατηγορία αναφοράς που στην περίπτωση των χρήσεων γης είναι ο αστικός ιστός.

*Μόνιμες καλλιέργειες<sub>2008</sub>*: Οι μόνιμες καλλιέργειες συνεχίζουν και σε αυτήν την ανάλυση παλινδρόμησης να έχουν αρνητική συσχέτιση δείχνοντας ότι οι περιοχές αυτές έχουν λιγότερη αστική διάχυση από την κατηγορία αναφοράς που στην περίπτωση των χρήσεων γης είναι ο αστικός ιστός.

*Ελαιοκαλλιέργειες<sub>2008</sub>*: Όμοια με τις μόνιμες καλλιέργειες, οι ελαιοκαλλιέργειες συσχετίζονται αρνητικά με την αστική διάχυση υποδηλώνοντας ότι οι περιοχές αυτές

έχουν λιγότερη αστική διάχυση από την κατηγορία αναφοράς που στην περίπτωση των χρήσεων γης είναι ο αστικός ιστός.

*Περιοχές μειωμένης χρήσης<sup>2008</sup>*: Αρνητική συσχέτιση στατιστικά σημαντική εμφανίζουν επίσης οι περιοχές μειωμένης χρήσης, γεγονός που υποδηλώνει ότι οι περιοχές αυτές έχουν λιγότερη αστική διάχυση από την κατηγορία αναφοράς που στην περίπτωση των χρήσεων γης είναι ο αστικός ιστός.

*Χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης 1980-1989*: Στατιστικά σημαντικός αρνητικός συντελεστής που δείχνει ότι οι περιοχές αυτές έχουν χαμηλότερη αστική διάχυση σε σχέση με την μεταβλητή αναφοράς που είναι η χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης την δεκαετία 1970-1979

*Χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης 1990-1999*: Στατιστικά σημαντικός αρνητικός συντελεστής που δείχνει ότι οι περιοχές αυτές έχουν χαμηλότερη αστική διάχυση σε σχέση με την μεταβλητή αναφοράς που είναι η χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης την δεκαετία 1970-1979

*Εκτός σχεδίου*: Στατιστικά σημαντικός αρνητικός συντελεστής που δείχνει ότι οι περιοχές αυτές έχουν χαμηλότερη αστική διάχυση σε σχέση με την μεταβλητή αναφοράς που είναι η χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης την δεκαετία 1970-1979

Οι μεταβλητές με  $p \geq 0,05$  δεν έχουν στατιστικά σημαντική επίδραση στη πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας με επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Αυτό σημαίνει ότι οι επιδράσεις τους δεν είναι ιδιαίτερα σημαντικές για την αστική διάχυση καθώς παράγοντες που εκφράζονται από άλλες μεταβλητές είναι περισσότερο κρίσιμες επισκιάζοντας τον αντίκτυπο των συγκεκριμένων μεταβλητών. Τέτοιες μεταβλητές είναι:

*Πληθυσμιακή πυκνότητα<sup>2001</sup>*: Με συντελεστή 0.4298865 και τιμή p-value= 0,146 η μεταβλητή δεν είναι στατιστικά σημαντική δεν αποτελεί αξιόπιστο προγνωστικό παράγοντα.

*Υψόμετρο*: Ο συντελεστής είναι μικρός 0.000043 και στατιστικά μη σημαντικός (p-value = 0,802) γεγονός που δείχνει ότι δεν υπάρχει ιδιαίτερη εξάρτηση με την αστική διάχυση

*Απόσταση από το κέντρο*: Ο συντελεστής είναι πάρα πολύ μικρός 1.32e-06 και στατιστικά μη σημαντικός (p-value = 0,833) που δείχνει ότι δεν υπάρχει ιδιαίτερη εξάρτηση με την αστική διάχυση

*Απόσταση από τους κόμβους της περιμετρικής*: Ο συντελεστής είναι πάρα πολύ μικρός -2.21e-06 και στατιστικά μη σημαντικός (p-value = 0,400) που δείχνει ότι δεν υπάρχει ιδιαίτερη εξάρτηση με την αστική διάχυση

*Απόσταση από το θαλάσσιο μέτωπο:* Μικρός, μη σημαντικός ( $p$ -value = 0,863), θετικός συντελεστής ο οποίος δείχνει την ελκυστικότητα της γειτνίασης με το θαλάσσιο μέτωπο

*Απόσταση από τις βιοτεχνικές περιοχές:* Μικρός, μη σημαντικός ( $p$ -value = 0,160) θετικός συντελεστής συσχέτισης της αστικής διάχυσης με την απόσταση από τις βιομηχανικές περιοχές

*Απόσταση από τις προστατευόμενες/φυσικές περιοχές:* Ο θετικός, μη στατιστικά σημαντικός συντελεστής δηλώνει ότι η αστική διάχυση συντελείται μακρύτερα από αυτές τις ζώνες.

*Εμπόριο/Χονδρεμπόριο/BIOΠΑ<sub>2008</sub>:* Ο συντελεστής υποδηλώνει μια ελαφρά αρνητική συσχέτιση με την πυκνότητα δείχνοντας ότι οι περιοχές αυτές έχουν περισσότερη αστική διάχυση από την κατηγορία αναφοράς που στην περίπτωση των χρήσεων γης είναι ο αστικός ιστός

Καθώς ο αριθμός των επεξηγηματικών μεταβλητών είναι πολύ μεγάλος και η στατιστική σημαντικότητα κάθε μεταβλητής διαφέρει, ακολουθήθηκε η μεθοδολογία της βηματικής (stepwise) παλινδρόμησης με επανέλεγχο των μεταβλητών. Η διαδικασία αυτή προσθέτει μεταβλητές και ελέγχει εάν κάποια από τις μεταβλητές που υπάρχουν ήδη στο μοντέλο έχει γίνει στατιστικά μη σημαντική και πρέπει να αφαιρεθεί. Στόχος είναι η εξισορρόπηση της πολυπλοκότητας του μοντέλου και της επεξηγηματικής ισχύς του. Αυτή η διαδικασία συνεχίζεται έως ότου δεν μπορούν να προστεθούν ή να αφαιρεθούν άλλες μεταβλητές σύμφωνα με το κριτήριο. Με τον τρόπο αυτό επιλέγονται οι προγνωστικοί παράγοντες που έχουν τον πιο σημαντικό αντίκτυπο στην εξαρτημένη μεταβλητή, ενώ αποκλείονται περιττές μεταβλητές που δεν συμβάλλουν στην προγνωστική ακρίβεια του μοντέλου. Αυτή η διαδικασία ενισχύει τη γενίκευση του μοντέλου και μειώνει τον κίνδυνο υπερπροσαρμογής

Με τη χρήση της βηματικής παλινδρόμησης δημιουργήθηκε ο παρακάτω πίνακας;

**Πίνακας 14.38: Μοντέλο Βηματικής Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 2001-Συντελεστές**

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	300
Model	5.3983736	10	.53983736	F(10, 289)	=	106.98
Residual	1.45839211	289	.005046339	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.7873
				Adj R-squared	=	0.7799
Total	6.8567657	299	.022932327	Root MSE	=	.07104

Builtupden_2001	Coefficient	Std. err.	t	P> t	[95% conf. interval]	
Popden_2001	.5171799	.270683	1.91	0.057	-.0155801	1.04994
Nroadensity_2001	1.771813	.377489	4.69	0.000	1.028837	2.514789
Permanent08	-.1012017	.0213868	-4.73	0.000	-.1432954	-.0591079
y_out	-.0871039	.0147098	-5.92	0.000	-.1160559	-.0581519
distancetoschool2001	-.0000163	9.20e-06	-1.77	0.077	-.0000345	1.78e-06
Nat_areas08	-.087986	.0287569	-3.06	0.002	-.1445854	-.0313866
Olivetrees08	-.0583774	.0144675	-4.04	0.000	-.0868525	-.0299024
y_pro	.2359315	.014953	15.78	0.000	.2065009	.2653621
Y_80	-.077059	.0140452	-5.49	0.000	-.104703	-.0494151
Y_90	-.0689039	.0134519	-5.12	0.000	-.09538	-.0424278
_cons	.1759988	.012785	13.77	0.000	.1508352	.2011623

$R^2 = 78,73\%$

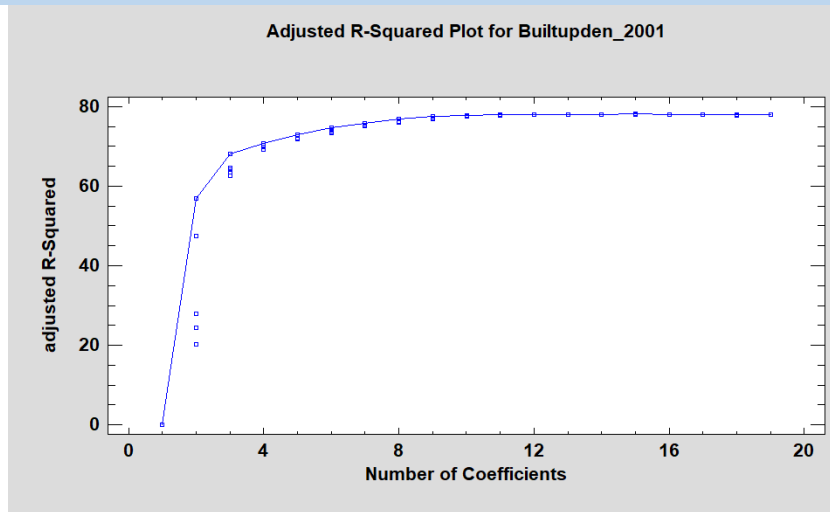
RMSE= 0.07104

$R^2$  Adj= 77.99%

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Η τιμή του προσαρμοσμένου συντελεστή προσδιορισμού (Adjusted  $R^2$ ) που παρουσιάζεται εδώ, αντικατοπτρίζει ένα φειδωλό μοντέλο το οποίο αποκλείει μεταβλητές οι οποίες δεν εισφέρουν ουσιαστικά στην επεξηγηματική ισχύ του, παρά τις δυνατότητές τους να διογκώνουν την τιμή του προσαρμοσμένου συντελεστή. Η διαδικασία επιτυγχάνεται με τη βοήθεια του τεστ Wald η οποία δίνει προτεραιότητα στις μεταβλητές που έχουν ισχυρή συσχέτιση με την εξαρτημένη μεταβλητή διασφαλίζοντας την αιτιολογημένη παρουσία τους στο μοντέλο. Στο διάγραμμα που ακολουθεί με τις τιμές του προσαρμοσμένου συντελεστή προσδιορισμού, φαίνεται ότι η προσθήκη μεταβλητών μετά την δέκατη δεν θα βελτιώσουν ιδιαίτερα το μοντέλο

**Διάγραμμα 14.26: Συντελεστές-Προσαρμοσμένος συντελεστής προσδιορισμού 2001**

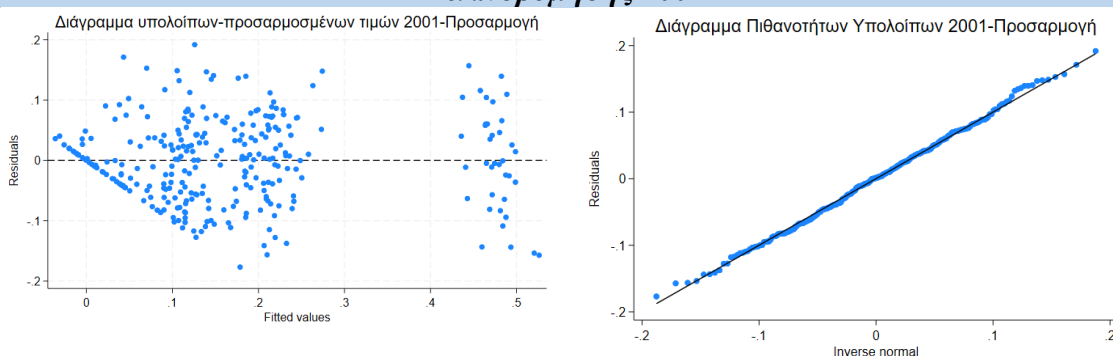


Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Από τα αποτελέσματα της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης προκύπτει ότι το μοντέλο είναι στατιστικά σημαντικό, έχει ικανότητα πρόβλεψης και οι ανεξάρτητες μεταβλητές έχουν συλλογικά σημαντική σχέση με την εξαρτημένη τιμή που αφορά στην αστική διάχυση. Το μοντέλο περιλαμβάνει στατιστικά σημαντικές μεταβλητές και οριακά σημαντικές οι οποίες βοηθούν την εξηγηματική ικανότητα του μοντέλου. Ο συντελεστής προσδιορισμού  $R^2$  με τιμή 78,73% δείχνει πολύ καλή προσαρμογή του μοντέλου, ενώ ο προσαρμοσμένος συντελεστής προσδιορισμού (Adjusted  $R^2$ ) υποδηλώνει ότι το 77,99% της διακύμανσης της κτισμένης επιφάνειας εξηγείται από τις ανεξάρτητες μεταβλητές του μοντέλου. Η προσαρμογή αυτή είναι πολύ ισχυρή υποδεικνύοντας ότι το μοντέλο καταγράφει ένα σημαντικό μέρος της μεταβλητότητας της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας (αστική διάχυση). Η τιμή RMSE 0.07104 δείχνει στενή προσαρμογή του μοντέλου στα παρατηρούμενα δεδομένα, με το αποτέλεσμα να υποδηλώνει ακριβείς προβλέψεις

Στη συνέχεια ελέγχεται το διάγραμμα υπολοίπων-προσαρμοσμένων τιμών και το διάγραμμα πιθανοτήτων υπολοίπων

**Σειρά Διαγραμμάτων 14.27: Μοντέλο Βηματικής Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 2001**



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Το διάγραμμα πιθανοτήτων υπολοίπων είναι πολύ καλά προσαρμοσμένο στο κύριο σώμα της κατανομής το οποίο ακολουθεί τη διαγώνιο. Αυτό σημαίνει ότι το κεντρικό τμήμα είναι συνεπές με την κανονικότητα, ενώ παρατηρούνται ελάχιστες ακραίες τιμές. Δεδομένου ότι το μέγεθος του δείγματος είναι 300 σημεία, σύμφωνα με το Κεντρικό Οριακό Θεώρημα, το συμπέρασμα που βασίζεται στις εκτιμήσεις της παλινδρόμησης παραμένει έγκυρο ακόμα και με ορισμένες μικρές αποκλίσεις των υπολοίπων.

Το διάγραμμα υπολοίπων-προσαρμοσμένων τιμών δείχνει ότι η διακύμανση των υπολοίπων δεν είναι σταθερή σε όλο το εύρος των προσαρμοσμένων τιμών υποδηλώνοντας ετεροσκεδαστικότητα. Προκειμένου να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα, επιλέγεται η λύση της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης με ανθεκτικά τυπικά σφάλματα (multiple linear regression with robust standard errors). Η μεθοδολογία αυτή είναι ιδιαίτερα ισχυρή (White, 1980) και χρησιμεύει για την προσαρμογή της εκτιμώμενης διακύμανσης των συντελεστών παλινδρόμησης, διασφαλίζοντας έτσι την αξιοπιστία των υποθέσεων και των διαστημάτων εμπιστοσύνης ακόμη και παρουσία ετεροσκεδαστικότητας. Η προσαρμογή επιτυγχάνεται χωρίς την ανάγκη άμεσης μοντελοποίησης της δομής διακύμανσης των σφαλμάτων, παρέχοντας έτσι μια ιδιαίτερα ευέλικτη λύση. Κατά συνέπεια, τα μοντέλα αυτά προσφέρουν αυξημένη ευρωστία και εγκυρότητα. Το μοντέλο έδωσε τα παρακάτω αποτελέσματα:

**Πίνακας 14.39: Τελικό Μοντέλο Βηματικής Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 2001-Συντελεστές**

Builtupden_2001	Coefficient	Robust std. err.	t	P> t	[95% conf. interval]	
Popden_2001	.5171799	.2900391	1.78	0.076	-.0536769	1.088037
Nroadensity_2001	1.771813	.4033025	4.39	0.000	.9780306	2.565596
y_pro	.2359315	.0168856	13.97	0.000	.2026972	.2691658
Y_80	-.077059	.0141996	-5.43	0.000	-.1050067	-.0491114
Y_90	-.0689039	.0143673	-4.80	0.000	-.0971817	-.0406261
y_out	-.0871039	.0141302	-6.16	0.000	-.114915	-.0592928
Nat_areas08	-.087986	.0177072	-4.97	0.000	-.1228374	-.0531346
Permanent08	-.1012017	.0153783	-6.58	0.000	-.1314693	-.070934
Olivetrees08	-.0583774	.012873	-4.53	0.000	-.0837141	-.0330408
distancetoschool2001	-.0000163	7.93e-06	-2.06	0.040	-.0000319	-7.24e-07
_cons	.1759988	.0134727	13.06	0.000	.1494818	.2025157

$R^2 = 78,73\%$

RMSE= 0.07104

$R^2$  Adj= 77.99%

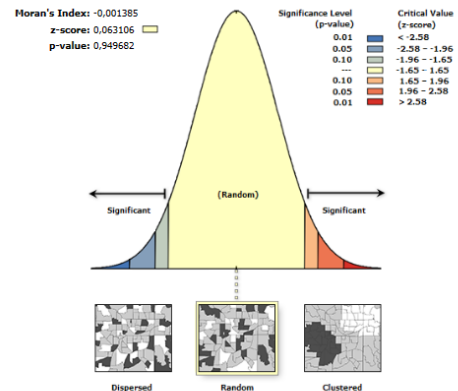
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Στη συνέχεια, προκειμένου να αξιολογηθεί η απόδοση του μοντέλου, υπολογίζονται οι τιμές του κριτηρίου πληροφoρίας του Akaike (AIC) και του Μπεϋζιανού κριτηρίου πληροφoρίας (BIC). Επίσης, επαναλαμβάνεται ο έλεγχος πολυσυγγραμικότητας στις εναπομείναντες μεταβλητές με τη χρήση του Εκτιμητή Διόγκωσης της Διακύμανσης (VIF).

**Πίνακας 14.40 και Διαγράμματα 14.28 : Κριτήρια AIC, BIC, VIF και Διαγράμματα Moran's I και παρατηρούμενης-προβλεπόμενης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής και στο Τελικό Μοντέλο Βηματικής Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 2001**

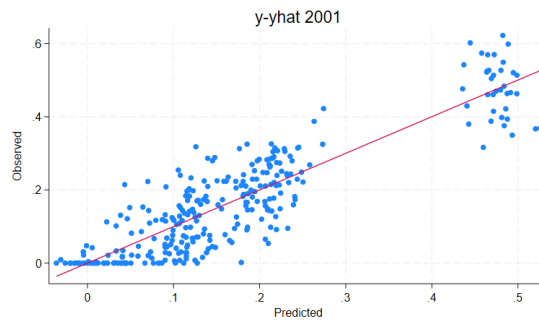
Model	N	ll(null)	ll(model)	df	AIC	BIC
.	300	141.1004	373.2856	11	-724.5713	-683.8297

Variable	VIF	1/VIF
y_out	2.54	0.394414
distanc~2001	1.58	0.632839
Olivetrees08	1.53	0.654498
y_pro	1.44	0.695798
Popden_2001	1.40	0.714975
Y_90	1.40	0.716044
Nroaden~2001	1.34	0.748312
Y_80	1.30	0.770823
Permanent08	1.13	0.887113
Nat_areas08	1.12	0.892584
Mean VIF	1.48	



Given the z-score of 0.063106438176, the pattern does not appear to be significantly different than random.

Global Moran's I Summary	
Moran's Index:	-0,001385
Expected Index:	-0,003344
Variance:	0,000964
z-score:	0,063106
p-value:	0,949682



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Δίδονται οι τιμές των AIC -724,5713 και BIC -683,8297

Η τιμή 373,2856 log-likelihood (ll(model)) δείχνει επίσης ότι το μοντέλο ταιριάζει καλά στα δεδομένα. Ο έλεγχος πολυσυγγραμμικότητας με τη βοήθεια του Εκτιμητή Διόγκωσης της Διακύμανσης (VIF) δείχνει ότι το σύνολο των μεταβλητών έχει τιμές αρκετά κάτω από 5 υποστηρίζοντας την αξιοπιστία της ανάλυσης

Προκειμένου να μην παραβιάζονται οι υποθέσεις της παλινδρόμησης οι οποίες υποθέτουν ότι τα υπόλοιπα είναι ανεξάρτητα, ελέγχονται οι τιμές των υπολοίπων με τη βοήθεια του διαγράμματος χωρικής αυτοσυσχέτισης Moran's I. Αυτός ο έλεγχος κρίνεται απαραίτητος καθώς τα δεδομένα είναι χωρικά. Ο δείκτης Moran με τιμή -0.001385 βρίσκεται πολύ κοντά στο μηδέν υποδηλώνοντας τυχαιότητα, ενώ η

αναμενόμενη τιμή  $-0,003344$  επιβεβαιώνει το εύρημα της τυχαιότητας καθώς η τιμή του πραγματικού δείκτη Moran βρίσκεται πολύ κοντά στην αναμενόμενη τιμή. Η τιμή του Z-score  $-0,063106$  υποδηλώνει επίσης ότι το χωρικό μοτίβο δεν διαφέρει σημαντικά από το τυχαίο. Στατιστικά, τιμές του Z-score που δεν είναι χαμηλότερες από  $-1,96$  ή υψηλότερες από  $1,96$  δείχνουν μη σημαντικά αποτελέσματα στο επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Η τιμή p-value  $0,949682 > 0,05$  δείχνει ότι δεν θα απορρίπταμε τη μηδενική υπόθεση της τυχαιότητας. Συνεπώς, το μοτίβο υποδηλώνει τυχαία κατανομή. Ο παρατηρούμενος δείκτης εμπίπτει στην κορυφή της καμπύλης, υποδεικνύοντας ότι βρίσκεται εντός του εύρους της τυχαιότητας ενώ δεν υπάρχει τυχαία χωρική δομή η οποία επηρεάζει τα υπόλοιπα

Τέλος, παρέχεται το διάγραμμα παρατηρούμενης-προβλεπόμενης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας (αστική διάχυση). Τα σημεία ακολουθούν την ευθεία, υποδεικνύοντας ότι οι προβλέψεις συμφωνούν με τις πραγματικές τιμές. Υπάρχει μικρή διασπορά γύρω από την προσαρμοσμένη γραμμή όμως το κυρίως σώμα είναι καλά προσαρμοσμένο. Περιοχές με εδραιωμένη διάχυση περιγράφονται ικανοποιητικά. Η εικόνα που παρατηρείται αντανακλά την πολυπλοκότητα της αστικής διάχυσης, η οποία επηρεάζεται από πολλούς διαφορετικούς παράγοντες.

#### **14.6.3.2 Επικύρωση τελικού μοντέλου Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 2001**

Για την διασφάλιση της ακρίβειας και αξιοπιστίας του μοντέλου, χρησιμοποιούνται δεδομένα εκπαίδευσης και δεδομένα επικύρωσης, τα οποία δημιουργούνται με τη μεθοδολογία της διχοτόμησης των δεδομένων (70%-30%). Στη συνέχεια αξιολογείται η προσαρμογή του μοντέλου τόσο στα δεδομένα εκπαίδευσης όσο και στα δεδομένα επικύρωσης με μετρήσεις όπως ο συντελεστής προσδιορισμού  $R^2$  και ο προσαρμοσμένος συντελεστής προσδιορισμού (Adjusted  $R^2$ ) ενώ ακολουθείται ο έλεγχος υπολοίπων.

Επιπλέον, ελέγχεται η προγνωστική ισχύς του μοντέλου σε ένα ξεχωριστό σύνολο δεδομένων που δεν χρησιμοποιήθηκε κατά τη φάση εκπαίδευσης του μοντέλου. Με τη βοήθεια μετρήσεων όπως predicted  $R^2$ , κεντρική μέτρηση που εστιάζει στην προγνωστική ισχύ του μοντέλου αξιολογώντας πόσο καλά αναμένεται να αποδώσει το μοντέλο σε νέα άγνωστα δεδομένα, και μετρήσεων σφάλματος όπως το Μέσο τετραγωνικό σφάλμα (RMSE), το Μέσο απόλυτο σφάλμα (MAE) και το Μέσο τετραγωνισμένο σφάλμα (MSE) τεκμηριώνεται η ισχυρή προγνωστική δυνατότητα του μοντέλου.

Οι μετρήσεις έδωσαν τα κάτωθι αποτελέσματα:

Μετρήσεις στα δεδομένα εκπαίδευσης:

Συντελεστής προσδιορισμού  $R^2 = 75,32\%$

Προσαρμοσμένος συντελεστής προσδιορισμού (Adjusted  $R^2$ ) =  $74,01\%$



Μέσο τετραγωνικό σφάλμα (RMSE)= 0,07061841  
Μέσο απόλυτο σφάλμα (MAE)=0,05641569  
Μέσο τετραγωνισμένο σφάλμα (MSE)= 0,00498696

Η τιμή του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (RMSE) είναι χαμηλή, υποδηλώνοντας ότι οι προβλέψεις του μοντέλου είναι κοντά στις πραγματικές παρατηρήσεις. Η χαμηλή τιμή του μέσου απόλυτου σφάλματος (MAE) υποδηλώνει την αποτελεσματικότητα του μοντέλου ενώ η τιμή του μέσου τετραγωνισμένου σφάλματος (MSE) δείχνει ότι το μοντέλο έχει υψηλό βαθμό ακρίβειας στις προβλέψεις. Ο υψηλός συντελεστής προσδιορισμού  $R^2$  υποδηλώνει ότι το 75,32% της διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής (αστική διάχυση) μπορεί να εξηγηθεί από το μοντέλο ενώ η ικανοποιητική τιμή του προσαρμοσμένου συντελεστή προσδιορισμού υποδεικνύει ότι οι προγνωστικοί παράγοντες είναι κατάλληλοι για το μοντέλο και ότι το μοντέλο δεν έχει περιττή πολυπλοκότητα. Συνολικά, οι μετρήσεις αποδεικνύουν ότι το μοντέλο ταιριάζει καλά στα δεδομένα και έχει υψηλή επεξηγηματική ισχύ.

Μετρήσεις στα δεδομένα επικύρωσης:

Μέσο τετραγωνικό σφάλμα (RMSE)= 0,07041449  
Μέσο απόλυτο σφάλμα (MAE)= 0,05736049  
Μέσο τετραγωνισμένο σφάλμα (MSE)= 0,0049582  
Predicted  $R^2 = 75,32\%$

Η τιμή του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (RMSE) είναι χαμηλή, χαμηλότερη από την τιμή που έχει στα δεδομένα εκπαίδευσης, το οποίο υποδηλώνει ότι οι προβλέψεις του μοντέλου ευθυγραμμίζονται με τις πραγματικές τιμές των δεδομένων. Η χαμηλή τιμή του μέσου απόλυτου σφάλματος (MAE) υποδηλώνει επίσης την ισχυρή προγνωστική ισχύ όπως και η τιμή του μέσου τετραγωνισμένου σφάλματος (MSE). Το μοντέλο δείχνει ιδιαίτερα αξιόπιστο, γεγονός που ενισχύεται από την τιμή του Predicted  $R^2$ . Δεν υπάρχει υπερπροσαρμογή στα δεδομένα εκπαίδευσης ενώ διατηρείται η υψηλή επεξηγηματική του ικανότητα.

**Συνολική εκτίμηση:** Τα χαρακτηριστικά που συγκεντρώνει το μοντέλο δείχνουν ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση, την ποσοτικοποίηση και την ερμηνεία των κινητηρίων δυνάμεων της αστικής διάχυσης στην περιοχή μελέτης. Οι έλεγχοι που πραγματοποιήθηκαν έδειξαν ότι δεν παραβιάζονται οι κανόνες χρήσης του μοντέλου (έλλειψη πολυσυγγραμμικότητας, κανονικότητα) ενώ η μικρή ετεροσκεδασιμότητα λήφθηκε υπόψη μέσω της λύσης της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης με ανθεκτικά τυπικά σφάλματα. Το μοντέλο είναι στατιστικά σημαντικό, έχει ικανότητα πρόβλεψης και οι ανεξάρτητες μεταβλητές έχουν συλλογικά σημαντική σχέση με την εξαρτημένη τιμή που αφορά στην αστική διάχυση. Ο προσαρμοσμένος συντελεστής προσδιορισμού (Adjusted  $R^2$ ) είναι ισχυρός ενώ επίσης οι τιμές του κριτηρίου πληροφορίας Akaike (AIC) και του Μπεϋζιανού κριτηρίου πληροφορίας (BIC) προτείνουν μια καλή ισορροπία μεταξύ της προσαρμογής του μοντέλου και της πολυπλοκότητας. Η τιμή του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (RMSE) δείχνει στενή προσαρμογή του μοντέλου στα παρατηρούμενα δεδομένα ενώ αντίστοιχα οι τιμές του

μέσου απόλυτου σφάλματος (MAE) και του μέσου τετραγωνισμένου σφάλματος (MSE) υποδηλώνουν αποτελεσματικότητα και ακρίβεια πρόβλεψης. Η τιμή  $R^2$  predicted δείχνει πολύ υψηλή προγνωστική ισχύ. Τέλος, το διάγραμμα παρατηρούμενης-προβλεπόμενης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας (αστική διάχυση) δείχνει ότι το μοντέλο αποτυπώνει σωστά την κατεύθυνση της τάσης και από το μοτίβο της διασποράς δεν φαίνεται να υπάρχει υπερεκτίμηση ούτε υποεκτίμηση σε όλο το εύρος των τιμών. Γενικά, το μοντέλο επιτυγχάνει καλή ισορροπία μεταξύ επεξηγηματικής ισχύος και πολυπλοκότητας χωρίς τον κίνδυνο υπερπροσαρμογής.

#### 14.6.3.3 Η αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης το 2001. Ανάλυση του τελικού μοντέλου πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης

Το τελικό μοντέλο παλινδρόμησης εξηγεί την αστική διάχυση, μετρημένη ως πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας, για το έτος 2001 στην περιοχή μελέτης. Το μοντέλο χρησιμοποιεί ανθεκτικά τυπικά σφάλματα, τα οποία εξηγούν την ετεροσκεδαστικότητα, παρέχοντας πιο αξιόπιστα τυπικά σφάλματα και τιμές p-values. Η εξίσωση που περιγράφει την αστική διάχυση το 2001:

*Πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας<sub>2001</sub> = 0,1759988 + 0,5171799 Πληθυσμιακή πυκνότητα<sub>2001</sub> + 1,771813 Πυκνότητα οδικού δικτύου<sub>2001</sub> - 0,0000163 Απόσταση από τις σχολικές μονάδες<sub>2001</sub> - 0,0871039 Φυσικές και ημιφυσικές περιοχές<sub>2008</sub> - 0,1012017 Μόνιμες καλλιέργειες<sub>2008</sub> - 0,0583774 Ελαιοκαλλιέργειες<sub>2008</sub> + 0,2359315 Παλαιό σχέδιο - 0,077059 Χρονολογια1980-1989 - 0,0689039 Χρονολογια1990-1999 - 0,0871039 Εκτός σχεδίου + ε*

Ο σταθερός όρος 0.1759988 με p-value < 0.001 αντιπροσωπεύει την προβλεπόμενη τιμή της αστικής διάχυσης όταν όλοι οι άλλοι προγνωστικοί παράγοντες είναι μηδέν

*Πληθυσμιακή πυκνότητα<sub>2001</sub>*: η μεταβλητή έχει υψηλό, θετικό συντελεστή, γεγονός που υποδεικνύει ότι η υψηλότερη πληθυσμιακή πυκνότητα συνδέεται με αυξημένη αστική διάχυση. Η μεταβλητή είναι οριακά σημαντική στο διάστημα εμπιστοσύνης 95% (p-value = 0.076), γεγονός που υποδηλώνει αβεβαιότητα σχετικά με την δυναμική της συγκεκριμένης μεταβλητής.

*Πυκνότητα οδικού δικτύου<sub>2001</sub>*: Ο θετικός συντελεστής με την ισχυρή στατιστική σημασία, υποδεικνύει ότι περιοχές με πυκνότερο οδικό δίκτυο εμφανίζουν αυξημένη αστική διάχυση

*Απόσταση από τις σχολικές μονάδες<sub>2001</sub>*: Ο αρνητικός συντελεστής είναι στατιστικά σημαντικός, αν και κάπως οριακός (p-value = 0,04) και υποδηλώνει ότι όσο αυξάνεται η απόσταση από τα σχολεία η αστική διάχυση μειώνεται. Αυτό ουσιαστικά δηλώνει ότι οι περιοχές κοντά σε σχολικές μονάδες έχουν υψηλότερα επίπεδα πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας

*Φυσικές και ημιφυσικές περιοχές<sub>2008</sub>*: Ο αρνητικός συντελεστής (-0,0871039) και η στατιστικά σημαντική (p-value < 0,001) τιμή υποδηλώνουν ότι οι περιοχές αυτές έχουν λιγότερη αστική διάχυση από την κατηγορία αναφοράς που στην περίπτωση των χρήσεων γης είναι ο αστικός ιστός.

*Μόνιμες καλλιέργειες<sub>2008</sub>*: Ο αρνητικός συντελεστής (-0.1012017) και η στατιστικά σημαντική (p-value < 0,001) τιμή υποδηλώνουν ότι οι περιοχές αυτές έχουν λιγότερη αστική διάχυση από την κατηγορία αναφοράς που στην περίπτωση των χρήσεων γης είναι ο αστικός ιστός.

*Ελαιοκαλλιέργειες<sub>2008</sub>* : Ο αρνητικός συντελεστής (-0.0583774) υποδηλώνει ότι οι εκτάσεις με ελαιοκαλλιέργειες έχουν λιγότερη αστική διάχυση από την κατηγορία αναφοράς που στην περίπτωση των χρήσεων γης είναι ο αστικός ιστός. Η μεταβλητή είναι στατιστικά σημαντική (p-value<0.001), υποδηλώνοντας αξιοπιστία

*Παλιό σχέδιο πόλης*: Ο θετικός συντελεστής (0.2359315) και η στατιστικά σημαντική (p-value < 0,001) τιμή υποδηλώνουν ότι οι περιοχές του παλαιού σχεδίου πόλης παρουσιάζουν υψηλότερη πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας σε σχέση με την μεταβλητή αναφοράς που είναι η χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης την δεκαετία 1970-1979

*Χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης 1980-1989*: Στατιστικά σημαντικός (p-value < 0,001) αρνητικός συντελεστής (-0.077059), που δείχνει ότι οι περιοχές αυτές έχουν χαμηλότερη αστική διάχυση σε σχέση με την μεταβλητή αναφοράς που είναι η χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης την δεκαετία 1970-1979

*Χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης 1990-1999*: Στατιστικά σημαντικός (p-value < 0,001) αρνητικός συντελεστής (-0.0689039) που δείχνει ότι οι περιοχές αυτές έχουν χαμηλότερη αστική διάχυση σε σχέση με την μεταβλητή αναφοράς που είναι η χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης την δεκαετία 1970-1979

*Εκτός σχεδίου*: Στατιστικά σημαντικός (p-value < 0,001) αρνητικός συντελεστής (-0,0871039) που δείχνει ότι οι περιοχές αυτές έχουν χαμηλότερη αστική διάχυση σε σχέση με την μεταβλητή αναφοράς που είναι η χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης την δεκαετία 1970-1979

**Συνολική εκτίμηση**: η εικόνα που αναδύεται από τα αποτελέσματα της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης είναι απολύτως σύμφωνη με τα ευρήματα της διδακτορικής διατριβής για την ίδια περίοδο τα οποία αναλύθηκαν στα αντίστοιχα κεφάλαια της μελέτης περίπτωσης. Η παλινδρόμηση αποτυπώνει παράγοντες θετικούς της διάχυσης όπως η αύξηση της πληθυσμιακής πυκνότητας. Το 2001 ο πληθυσμός έχει αυξηθεί, αν και με αργότερο ρυθμό από ότι την προηγούμενη δεκαετία ενώ έχει ξεκινήσει η επέκταση του πληθυσμού εκτός της περιοχής του κέντρου. Ο μικρός θετικός συντελεστής της πληθυσμιακής πυκνότητας δείχνει ότι άλλες κινητήριες δυνάμεις έχουν μεγαλύτερη επιρροή στην αστική διάχυση. Η επιρροή της πυκνότητας του

οδικού δικτύου είναι ισχυρή στο συγκεκριμένο μοντέλο. Το 2001 παρατηρείται πύκνωση του δικτύου καθώς νέες συνδέσεις εξυπηρετούν περιοχές κυρίως στα νότια και ανατολικά της περιοχής μελέτης εξασφαλίζοντας καλή προσβασιμότητα. Στο μοντέλο παλινδρόμησης εμφανίζεται για πρώτη φορά η μεταβλητή Απόσταση από τις σχολικές μονάδες. Καθώς η μετάβαση στις προς τα έξω περιοχές είναι εμφανής στην συγκεκριμένη δεκαετία, η ενσωμάτωση της συγκεκριμένης μεταβλητής υποδηλώνει ότι η απόσταση από τις σχολικές μονάδες αποτελεί σημαντικό παράγοντα επιλογής περιοχές κατοίκησης. Το αρνητικό πρόσημο του συντελεστή υποδηλώνει ότι οι περιοχές κοντά σε σχολικές μονάδες έχουν υψηλότερα επίπεδα πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας. Η σημαντική μείωση της γεωργικής γης τόσο στις μόνιμες καλλιέργειες όσο και στις ελαιοκαλλιέργειες που παρατηρήθηκε την συγκεκριμένη περίοδο, αποτυπώνεται στις τιμές των συντελεστών των αντίστοιχων μεταβλητών σε σχέση με την κατηγορία αναφοράς που είναι ο αστικός ιστός. Το ιστορικό κέντρο της πόλης διατηρεί την ισχύ του, ενώ οι περιοχές που εντάχθηκαν στο σχέδιο πόλης μετά το '86, τη δεκαετία του '90 και οι εκτός σχεδίου περιοχές παραμένουν λιγότερο πυκνοδομημένες από την μεταβλητή αναφοράς που είναι η χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης την δεκαετία 1970-1979.

#### **14.6.4 Ανάλυση της αστικής διάχυσης στην περιοχή μελέτης με το Μοντέλο Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης για το έτος 2015**

##### **14.6.4.1 Βελτιστοποίηση μοντέλου Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 2015 και διασφάλιση ακεραιότητας**

Από την ανάλυση του μοντέλου πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης για το έτος 2015 με ανθεκτικά τυπικά σφάλματα, προέκυψε ο πίνακας 14.18 του υποκεφαλαίου 14.5.1.4 ο οποίος παρουσιάζει τους συντελεστές με διάστημα εμπιστοσύνης 95%,

**Πίνακας 14.18: Μοντέλο Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 2015-Συντελεστές**

Builtupden_2015	Coefficient	Robust std. err.	t	P> t	[95% conf. interval]	
Popden_2015	.2041718	.2313715	0.88	0.378	-.2512695	.6596131
Nroadensity_2015	1.096961	.4408346	2.49	0.013	.229204	1.964719
elevation	-.0000344	.0001963	-0.18	0.861	-.0004209	.0003521
distancetocenter	9.77e-07	6.27e-06	0.16	0.876	-.0000114	.0000133
distancetoshoreline	5.52e-07	6.14e-06	0.09	0.928	-.0000115	.0000126
distancetofactory	2.62e-06	2.28e-06	1.15	0.250	-1.86e-06	7.11e-06
distancetoartery	6.73e-06	4.80e-06	1.40	0.162	-2.72e-06	.0000162
y_pro	.2232538	.0190625	11.71	0.000	.1857303	.2607774
Y_80	-.0602612	.0184972	-3.26	0.001	-.096672	-.0238505
Y_90	-.0586111	.017613	-3.33	0.001	-.0932812	-.023941
y_out	-.0972457	.0176102	-5.52	0.000	-.1319103	-.0625811
Factory15	-.0308091	.027303	-1.13	0.260	-.0845535	.0229353
Nat_areas15	-.114496	.0230316	-4.97	0.000	-.1598324	-.0691595
Permanent15	-.1126345	.0185117	-6.08	0.000	-.1490738	-.0761952
Olivetrees15	-.0931366	.0147477	-6.32	0.000	-.1221665	-.0641067
NoUse15	-.0768684	.0268324	-2.86	0.004	-.1296864	-.0240504
disttoschool2015	-.000024	.0000101	-2.37	0.018	-.0000439	-4.08e-06
disttopep	2.22e-06	3.75e-06	0.59	0.555	-5.17e-06	9.61e-06
_cons	.1723866	.037015	4.66	0.000	.0995248	.2452484

$R^2 = 77,19\%$

RMSE= 0.7337

$R^2$  Adj= 75,73%

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Συνεπώς, η εξίσωση με τη βοήθεια των συντελεστών διαμορφώνεται ως εξής:

$\text{Πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας}_{2015} = 0.1723866 + 0.2041718 \text{ Πληθυσμιακή πυκνότητα}_{2015} + 1.096961 \text{ Πυκνότητα οδικού δικτύου}_{2015} - 0.0000344 \text{ Ύψομετρο} + 9.77e-07 \text{ Απόσταση από το κέντρο} + 5.52e-07 \text{ Απόσταση από το θαλάσσιο μέτωπο} + 2.62e-06 \text{ Απόσταση από τις βιοτεχνικές περιοχές} + 6.73e-06 \text{ Απόσταση από τους κόμβους της Περιμετρικής} - 0.000024 \text{ Απόσταση από τις σχολικές μονάδες}_{2015} - 0.0308091 \text{ Εμπόριο/Χονδρεμπόριο/ΒΙΟΠΑ}_{2015} - 0.114496 \text{ Φυσικές και ημιφυσικές περιοχές}_{2015} - 0.1126345 \text{ Μόνιμες καλλιέργειες}_{2015} - 0.0931366 \text{ Ελαιοκαλλιέργειες}_{2015} - 0.0768684 \text{ Περιοχές μειωμένης χρήσης}_{2015} + 0.2232538 \text{ Παλαιό σχέδιο} - 0.0602612 \text{ Χρονολογια1980-1989} - 0.0586111 \text{ Χρονολογια1990-1999} - 0.0972457 \text{ Εκτός σχεδίου} + 2.22e-06 \text{ Απόσταση από τις προστατευόμενες/φυσικές περιοχές} + \varepsilon$

Από τα παραπάνω, στατιστικά σημαντική θετική επιρροή στην αστική διάχυση με τιμή p-value <0,05 έχουν οι εξής μεταβλητές;

*Πυκνότητα οδικού δικτύου*<sub>2015</sub>: Με συντελεστή 1.096961 και τιμή p-value=0.013 η πυκνότητα του οδικού δικτύου εμφανίζεται στατιστικά σημαντική. Οι περιοχές με πυκνότερο οδικό δίκτυο εμφανίζουν αυξημένη αστική διάχυση καθώς διευκολύνεται η προσβασιμότητα.

*Παλαιό σχέδιο (y\_pro)*: Η χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης-παλαιό σχέδιο είναι στατικά σημαντική με θετικό συντελεστή. Περιοχές του παλαιού σχεδίου ως

περισσότερο πυκνοδομημένες έχουν υψηλότερη πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας σε σχέση με την μεταβλητή αναφοράς που είναι η χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης την δεκαετία 1970-1979.

Στατιστικά σημαντική αρνητική επιρροή στην αστική διάχυση με τιμή p-value <0,05 έχουν οι εξής μεταβλητές;

*Φυσικές και ημιφυσικές περιοχές<sub>2015</sub>*: Η αρνητική στατιστικά σημαντική (p-value <0,001) συσχέτιση των φυσικών και ημιφυσικών περιοχών με την αστική διάχυση δείχνει ότι οι περιοχές αυτές έχουν λιγότερη αστική διάχυση από την κατηγορία αναφοράς που στην περίπτωση των χρήσεων γης είναι ο αστικός ιστός

*Μόνιμες καλλιέργειες<sub>2015</sub>*: Οι μόνιμες καλλιέργειες έχουν στατιστικά σημαντική (p-value <0,001) αρνητική συσχέτιση υποδηλώνοντας ότι οι περιοχές αυτές έχουν λιγότερη αστική διάχυση από την κατηγορία αναφοράς που στην περίπτωση των χρήσεων γης είναι ο αστικός ιστός

*Ελαιοκαλλιέργειες<sub>2015</sub>*: Όμοια με τις μόνιμες καλλιέργειες, οι ελαιοκαλλιέργειες έχουν στατιστικά σημαντική (p-value <0,001) αρνητική συσχέτιση υποδηλώνοντας ότι οι περιοχές αυτές έχουν λιγότερη αστική διάχυση από την κατηγορία αναφοράς που στην περίπτωση των χρήσεων γης είναι ο αστικός ιστός

*Περιοχές μειωμένης χρήσης<sub>2015</sub>*: Αρνητική συσχέτιση στατιστικά σημαντική p-value=0.004 εμφανίζουν επίσης οι περιοχές μειωμένης χρήσης δείχνοντας ότι οι περιοχές αυτές έχουν λιγότερη αστική διάχυση από την κατηγορία αναφοράς που στην περίπτωση των χρήσεων γης είναι ο αστικός ιστός

*Χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης 1980-1989*: Στατιστικά σημαντικός αρνητικός συντελεστής (p-value=0,001) που δείχνει ότι οι περιοχές αυτές έχουν χαμηλότερη αστική διάχυση σε σχέση με την μεταβλητή αναφοράς που είναι η χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης την δεκαετία 1970-1979.

*Χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης 1990-1999*: Στατιστικά σημαντικός αρνητικός συντελεστής (p-value=0,001) που δείχνει ότι οι περιοχές αυτές έχουν χαμηλότερη αστική διάχυση σε σχέση με την μεταβλητή αναφοράς που είναι η χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης την δεκαετία 1970-1979.

*Εκτός σχεδίου*: Ο στατιστικά σημαντικός αρνητικός συντελεστής (p-value<0,001) δηλώνει ότι οι εκτός σχεδίου περιοχές έχουν χαμηλότερη αστική διάχυση σε σχέση με την μεταβλητή αναφοράς που είναι η χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης την δεκαετία 1970-1979.

*Απόσταση από τις σχολικές μονάδες<sub>2015</sub>*: Στατιστικά σημαντικός (p-value = 0,018) αρνητικός συντελεστής που υποδηλώνει ότι περιοχές κοντά σε σχολικές μονάδες έχουν υψηλότερες τιμές πυκνότητας κτισμένης επιφάνειας

Οι μεταβλητές με  $p \geq 0,05$  δεν έχουν στατιστικά σημαντική επίδραση στην πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας με επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Αυτό σημαίνει ότι οι επιδράσεις τους δεν είναι ιδιαίτερα σημαντικές για την αστική διάχυση καθώς παράγοντες που εκφράζονται από άλλες μεταβλητές είναι περισσότερο κρίσιμες επισκιάζοντας τον αντίκτυπο των συγκεκριμένων μεταβλητών. Τέτοιες μεταβλητές είναι:

*Πληθυσμιακή πυκνότητα<sub>2015</sub>*: Με συντελεστή 0.2041718 και τιμή p-value= 0.378 η μεταβλητή δεν είναι στατιστικά σημαντική. Αν και η πληθυσμιακή πυκνότητα ήταν στατιστικά σημαντική μέχρι το 1991, στη συγκεκριμένη παλινδρόμηση φαίνεται ότι δεν αποτελεί αξιόπιστο προγνωστικό παράγοντα.

*Υψόμετρο*: Ο συντελεστής είναι πολύ (-0.000344) και στατιστικά μη σημαντικός (p-value = 0,861) γεγονός που δείχνει ότι δεν υπάρχει ιδιαίτερη εξάρτηση με την αστική διάχυση

*Απόσταση από το κέντρο*: Ο συντελεστής που συσχετίζει την αστική διάχυση με την απόσταση από το κέντρο είναι πολύ μικρός και στατιστικά μη σημαντικός (p-value= 0.876)

*Απόσταση από το θαλάσσιο μέτωπο*: Μικρός, μη σημαντικός, θετικός συντελεστής ο οποίος δείχνει την ελκυστικότητα της γειννίας με το θαλάσσιο μέτωπο

*Απόσταση από τις βιοτεχνικές περιοχές*: Μικρός, μη σημαντικός θετικός συντελεστής συσχέτισης της αστικής διάχυσης με την απόσταση από τις βιομηχανικές περιοχές

*Απόσταση από τις προστατευόμενες/φυσικές περιοχές*: Ο θετικός, μη στατιστικά σημαντικός (p-value = 0,555). συντελεστής δηλώνει ότι η αστική διάχυση συντελείται μακρύτερα από αυτές τις ζώνες.

*Απόσταση από τους κόμβους της Περιμετρικής*: Στατιστικά μη σημαντικός θετικός συντελεστής που δηλώνει ότι η αστική διάχυση συντελείται μακρύτερα από τους κόμβους της Περιμετρικής

*Εμπόριο/Χονδρεμπόριο/BIOΠΑ<sub>2015</sub>*: Στατιστικά μη σημαντικός αρνητικός συντελεστής ο οποίος υποδηλώνει ότι οι περιοχές αυτές είναι λιγότερο ελκυστικές και έχουν χαμηλότερη πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας εάν συγκριθούν με την κατηγορία αναφοράς που στην περίπτωση των χρήσεων γης είναι ο αστικός ιστός

Καθώς ο αριθμός των επεξηγηματικών μεταβλητών είναι πολύ μεγάλος και η στατιστική σημαντικότητα κάθε μεταβλητής διαφέρει, ακολουθήθηκε η μεθοδολογία της βηματικής (stepwise) παλινδρόμησης με επανέλεγχο των μεταβλητών. Η διαδικασία αυτή προσθέτει μεταβλητές και ελέγχει εάν κάποια από τις μεταβλητές που υπάρχουν ήδη στο μοντέλο έχει γίνει στατιστικά μη σημαντική και πρέπει να

αφαιρεθεί. Στόχος είναι η εξισορρόπηση της πολυπλοκότητας του μοντέλου και της επεξηγηματικής ισχύς του. Αυτή η διαδικασία συνεχίζεται έως ότου δεν μπορούν να προστεθούν ή να αφαιρεθούν άλλες μεταβλητές σύμφωνα με το κριτήριο. Με τον τρόπο αυτό επιλέγονται οι προγνωστικοί παράγοντες που έχουν τον πιο σημαντικό αντίκτυπο στην εξαρτημένη μεταβλητή, ενώ αποκλείονται περιττές μεταβλητές που δεν συμβάλλουν στην προγνωστική ακρίβεια του μοντέλου. Αυτή η διαδικασία ενισχύει τη γενίκευση του μοντέλου και μειώνει τον κίνδυνο υπερπροσαρμογής

Με τη χρήση της βηματικής παλινδρόμησης δημιουργήθηκε ο παρακάτω πίνακας;

**Πίνακας 14.41: Μοντέλο Βηματικής Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 2015-Συντελεστές**

Source	SS	df	MS	Number of obs =	300
Model	5.08496293	10	.508496293	F(10, 289) =	95.02
Residual	1.54658666	289	.005351511	Prob > F =	0.0000
				R-squared =	0.7668
				Adj R-squared =	0.7587
Total	6.63154959	299	.022179096	Root MSE =	.07315

Builtupden_2015	Coefficient	Std. err.	t	P> t	[95% conf. interval]	
Nroadensity_2015	1.016316	.4150371	2.45	0.015	.1994375	1.833195
distancetoartery	5.98e-06	4.25e-06	1.41	0.161	-2.39e-06	.0000143
y_pro	.222186	.0157161	14.14	0.000	.1912535	.2531185
Y_80	-.0599817	.0142543	-4.21	0.000	-.088037	-.0319264
Y_90	-.0633551	.0135759	-4.67	0.000	-.0900752	-.036635
y_out	-.1057472	.0148922	-7.10	0.000	-.1350581	-.0764363
Nat_areas15	-.1094329	.0301423	-3.63	0.000	-.1687592	-.0501066
Permanent15	-.1067056	.0251421	-4.24	0.000	-.1561905	-.0572207
Olivetrees15	-.0841949	.0158622	-5.31	0.000	-.115415	-.0529749
disttoschool2015	-.0000234	9.71e-06	-2.41	0.017	-.0000425	-4.28e-06
_cons	.205221	.0190285	10.78	0.000	.1677689	.2426731

$R^2 = 76,68\%$

RMSE= 0.07315

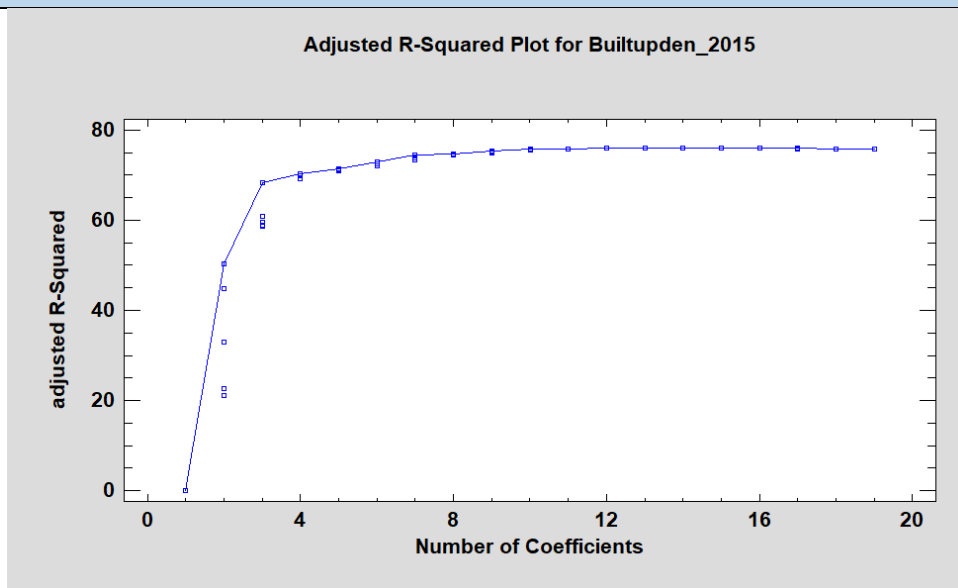
$R^2 \text{ Adj} = 75.87\%$

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Η τιμή του προσαρμοσμένου συντελεστή προσδιορισμού (Adjusted  $R^2$ ) που παρουσιάζεται εδώ, αντικατοπτρίζει ένα φειδωλό μοντέλο το οποίο αποκλείει μεταβλητές οι οποίες δεν εισφέρουν ουσιαστικά στην επεξηγηματική ισχύ του, παρά τις δυνατότητές τους να διογκώνουν την τιμή του προσαρμοσμένου συντελεστή. Η διαδικασία επιτυγχάνεται με τη βοήθεια του τεστ Wald η οποία δίνει προτεραιότητα στις μεταβλητές που έχουν ισχυρή συσχέτιση με την εξαρτημένη μεταβλητή διασφαλίζοντας την αιτιολογημένη παρουσία τους στο μοντέλο. Στο διάγραμμα που ακολουθεί με τις τιμές του προσαρμοσμένου συντελεστή προσδιορισμού, φαίνεται ότι η προσθήκη μεταβλητών μετά την δέκατη δεν θα βελτιώσουν ιδιαίτερα το μοντέλο



**Διάγραμμα 14.29: Συντελεστές-Προσαρμοσμένος συντελεστής προσδιορισμού 2015**

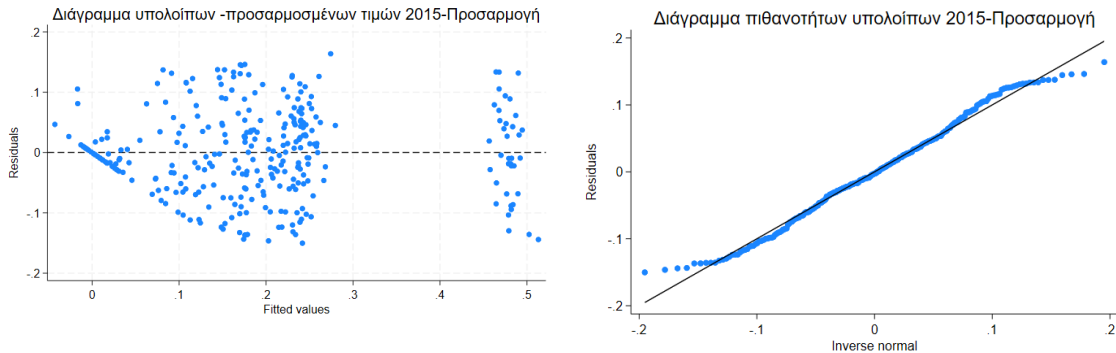


Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Από τα αποτελέσματα της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης προκύπτει ότι το μοντέλο είναι στατιστικά σημαντικό, έχει ικανότητα πρόβλεψης και οι ανεξάρτητες μεταβλητές έχουν συλλογικά σημαντική σχέση με την εξαρτημένη τιμή που αφορά στην αστική διάχυση. Το μοντέλο περιλαμβάνει στατιστικά σημαντικές μεταβλητές και οριακά σημαντικές οι οποίες βοηθούν την εξηγηματική ικανότητα του μοντέλου. Ο συντελεστής προσδιορισμού  $R^2$  με τιμή 76,68% δείχνει πολύ καλή προσαρμογή του μοντέλου, ενώ ο προσαρμοσμένος συντελεστής προσδιορισμού (Adjusted  $R^2$ ) υποδηλώνει ότι το 75,87% της διακύμανσης της κτισμένης επιφάνειας εξηγείται από τις ανεξάρτητες μεταβλητές του μοντέλου. Η προσαρμογή αυτή είναι πολύ ισχυρή υποδεικνύοντας ότι το μοντέλο καταγράφει ένα σημαντικό μέρος της μεταβλητότητας της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας (αστική διάχυση). Η τιμή RMSE 0.07315 δείχνει στενή προσαρμογή του μοντέλου στα παρατηρούμενα δεδομένα, με το αποτέλεσμα να υποδηλώνει ακριβείς προβλέψεις

Στη συνέχεια ελέγχεται το διάγραμμα υπολοίπων-προσαρμοσμένων τιμών και το διάγραμμα πιθανοτήτων υπολοίπων

**Σειρά Διαγραμμάτων 14.30: Μοντέλο Βηματικής Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 2015**



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Το διάγραμμα πιθανοτήτων υπολοίπων είναι πολύ καλά προσαρμοσμένο στο κύριο σώμα της κατανομής το οποίο ακολουθεί τη διαγώνιο. Αυτό σημαίνει ότι το κεντρικό τμήμα είναι συνεπές με την κανονικότητα. Πολύ μικρή απόκλιση παρατηρείται και στα δύο άκρα, εξαιτίας κάποιων ακραίων τιμών. Δεδομένου ότι το μέγεθος του δείγματος είναι 300 σημεία, σύμφωνα με το Κεντρικό Οριακό Θεώρημα, το συμπέρασμα που βασίζεται στις εκτιμήσεις της παλινδρόμησης παραμένει έγκυρο ακόμα και με ορισμένες μικρές αποκλίσεις των υπολοίπων.

Το διάγραμμα υπολοίπων-προσαρμοσμένων τιμών δείχνει ότι η διακύμανση των υπολοίπων δεν είναι σταθερή σε όλο το εύρος των προσαρμοσμένων τιμών υποδηλώνοντας ετεροσκεδαστικότητα. Προκειμένου να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα, επιλέγεται η λύση της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης με ανθεκτικά τυπικά σφάλματα (multiple linear regression with robust standard errors. Η προσαρμογή επιτυγχάνεται χωρίς την ανάγκη άμεσης μοντελοποίησης της δομής διακύμανσης των σφαλμάτων, παρέχοντας έτσι μια ιδιαίτερα ευέλικτη λύση. Κατά συνέπεια, τα μοντέλα αυτά προσφέρουν αυξημένη ευρωστία και εγκυρότητα. Το μοντέλο έδωσε τα παρακάτω αποτελέσματα:

**Πίνακας 14.42: Τελικό Μοντέλο Βηματικής Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 2015-Συντελεστές**

Builtupden_2015	Coefficient	Robust std. err.	t	P> t	[95% conf. interval]	
Nroadensity_2015	1.016316	.4086154	2.49	0.013	.2120768	1.820556
distancetoartery	5.98e-06	3.95e-06	1.51	0.131	-1.79e-06	.0000137
y_pro	.222186	.016249	13.67	0.000	.1902045	.2541675
Y_80	-.0599817	.0154219	-3.89	0.000	-.0903352	-.0296282
Y_90	-.0633551	.0157107	-4.03	0.000	-.094277	-.0324333
y_out	-.1057472	.0146882	-7.20	0.000	-.1346566	-.0768378
Nat_areas15	-.1094329	.0219731	-4.98	0.000	-.1526805	-.0661853
Permanent15	-.1067056	.017854	-5.98	0.000	-.1418459	-.0715652
Olivetrees15	-.0841949	.0127599	-6.60	0.000	-.1093091	-.0590808
disttoschool2015	-.0000234	9.09e-06	-2.57	0.011	-.0000413	-5.49e-06
_cons	.205221	.0178734	11.48	0.000	.1700425	.2403995

$R^2 = 76,68\%$

RMSE= 0.07315

$R^2 \text{ Adj} = 75,87\%$

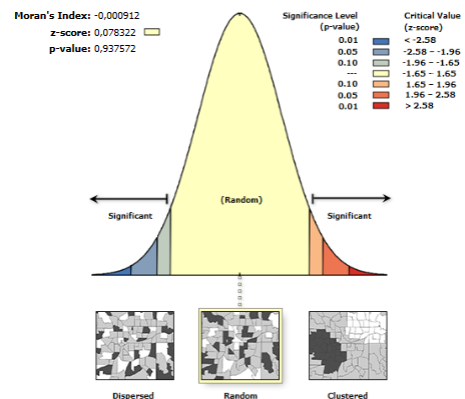
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Στη συνέχεια, προκειμένου να αξιολογηθεί η απόδοση του μοντέλου, υπολογίζονται οι τιμές του κριτηρίου πληροφορίας του Akaike (AIC) και του Μπεϋζιανού κριτηρίου πληροφορίας (BIC). Επίσης, επαναλαμβάνεται ο έλεγχος πολυσυγγραμμικότητας στις εναπομείναντες μεταβλητές με τη χρήση του Εκτιμητή Διόγκωσης της Διακύμανσης (VIF).

**Πίνακας 14.43 και Διαγράμματα 14.31: Κριτήρια AIC, BIC, VIF και Διαγράμματα Moran's I και παρατηρούμενης-προβλεπόμενης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής και στο Τελικό Μοντέλο Βηματικής Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 2015**

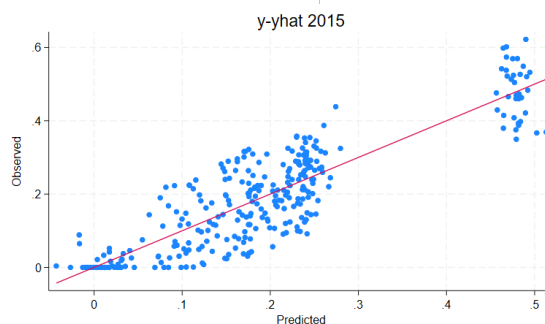
Model	N	ll(null)	ll(model)	df	AIC	BIC
.	300	146.11	364.4783	11	-706.9565	-666.2149

Variable	VIF	1/VIF
y_out	2.45	0.408086
disttos~2015	1.61	0.621947
y_pro	1.50	0.667962
distanceto~y	1.45	0.689962
Olivetrees15	1.38	0.724182
Y_90	1.34	0.745541
Nroaden~2015	1.31	0.765655
Y_80	1.26	0.793641
Nat_areas15	1.16	0.861547
Permanent15	1.14	0.875781
Mean VIF	1.46	



Given the z-score of 0.0783219237135, the pattern does not appear to be significantly different than random.

Global Moran's I Summary	
Moran's Index:	-0,000912
Expected Index:	-0,003344
Variance:	0,000965
z-score:	0,078322
p-value:	0,937572



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Δίδονται οι τιμές των AIC -706,9565 και BIC -666,2149

Η τιμή 364,4783 log-likelihood ( $ll(model)$ ) δείχνει επίσης ότι το μοντέλο ταιριάζει καλά στα δεδομένα. Ο έλεγχος πολυσυγγραμικότητας με τη βοήθεια του Εκτιμητή Διόγκωσης της Διακύμανσης (VIF) δείχνει ότι το σύνολο των μεταβλητών έχει τιμές αρκετά κάτω από 5 υποστηρίζοντας την αξιοπιστία της ανάλυσης

Προκειμένου να μην παραβιάζονται οι υποθέσεις της παλινδρόμησης οι οποίες υποθέτουν ότι τα υπόλοιπα είναι ανεξάρτητα, ελέγχονται οι τιμές των υπολοίπων με τη βοήθεια του διαγράμματος χωρικής αυτοσυσχέτισης Moran's I. Αυτός ο έλεγχος κρίνεται απαραίτητος καθώς τα δεδομένα είναι χωρικά. Ο δείκτης Moran με τιμή -0.000912 βρίσκεται πολύ κοντά στο μηδέν υποδηλώνοντας τυχαιότητα, ενώ η αναμενόμενη τιμή -0,003344 επιβεβαιώνει το εύρημα της τυχαιότητας καθώς η τιμή του πραγματικού δείκτη Moran βρίσκεται πολύ κοντά στην αναμενόμενη τιμή. Η τιμή του Z-score 0.078322 υποδηλώνει επίσης ότι το χωρικό μοτίβο δεν διαφέρει σημαντικά από το τυχαίο. Στατιστικά, τιμές του Z-score που δεν είναι χαμηλότερες από -1,96 ή υψηλότερες από 1,96 δείχνουν μη σημαντικά αποτελέσματα στο επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Η τιμή p-value 0.937572 > 0,05 δείχνει ότι δεν είναι στατιστικά σημαντική, επομένως δεν θα απορρίπταμε τη μηδενική υπόθεση της τυχαιότητας. Συνεπώς, το μοτίβο υποδηλώνει τυχαία κατανομή. Ο παρατηρούμενος δείκτης εμπίπτει στην κορυφή της καμπύλης, υποδεικνύοντας ότι βρίσκεται εντός του εύρους της τυχαιότητας, συνεπώς τα υπόλοιπα είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους γεγονός που υποστηρίζει την εγκυρότητα του μοντέλου παλινδρόμησης.

Τέλος, παρέχεται το διάγραμμα παρατηρούμενης-προβλεπόμενης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας (αστική διάχυση). Τα σημεία ακολουθούν την ευθεία, υποδεικνύοντας ότι οι προβλέψεις συμφωνούν με τις πραγματικές τιμές. Υπάρχει μικρή διασπορά γύρω από την προσαρμοσμένη γραμμή, αλλά καθώς οι τιμές αυξάνονται, το μοντέλο προσαρμόζεται καλύτερα στα δεδομένα. Περιοχές με εδραιωμένη διάχυση περιγράφονται ικανοποιητικά.

#### 14.6.4.2 Επικύρωση τελικού μοντέλου Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης 2015

Για την διασφάλιση της ακρίβειας και αξιοπιστίας του μοντέλου, χρησιμοποιούνται δεδομένα εκπαίδευσης και δεδομένα επικύρωσης, τα οποία δημιουργούνται με τη μεθοδολογία της διχοτόμησης των δεδομένων (70%-30%). Στη συνέχεια αξιολογείται η προσαρμογή του μοντέλου τόσο στα δεδομένα εκπαίδευσης όσο και στα δεδομένα επικύρωσης με μετρήσεις όπως ο συντελεστής προσδιορισμού  $R^2$  και ο προσαρμοσμένος συντελεστής προσδιορισμού (Adjusted  $R^2$ ) ενώ ακολουθείται έλεγχος υπολοίπων.

Επιπλέον, ελέγχεται η προγνωστική ισχύς του μοντέλου σε ένα ξεχωριστό σύνολο δεδομένων που δεν χρησιμοποιήθηκε κατά τη φάση εκπαίδευσης του μοντέλου. Με τη βοήθεια μετρήσεων όπως predicted  $R^2$ , κεντρική μέτρηση που εστιάζει στην προγνωστική ισχύ του μοντέλου αξιολογώντας πόσο καλά αναμένεται να αποδώσει το μοντέλο σε νέα άγνωστα δεδομένα, και μετρήσεων σφάλματος όπως το Μέσο τετραγωνικό σφάλμα (RMSE), το Μέσο απόλυτο σφάλμα (MAE) και το Μέσο

τετραγωνισμένο σφάλμα (MSE) τεκμηριώνεται η ισχυρή προγνωστική δυνατότητα του μοντέλου.

Οι μετρήσεις έδωσαν τα κάτωθι αποτελέσματα:

Μετρήσεις στα δεδομένα εκπαίδευσης:

Συντελεστής προσδιορισμού  $R^2 = 72,11\%$

Προσαρμοσμένος συντελεστής προσδιορισμού (Adjusted  $R^2$ ) =  $70,62\%$

Μέσο τετραγωνικό σφάλμα (RMSE) =  $0,07005291$

Μέσο απόλυτο σφάλμα (MAE) =  $0,05620062$

Μέσο τετραγωνισμένο σφάλμα (MSE) =  $0,00490741$

Η τιμή του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (RMSE) είναι χαμηλή, υποδηλώνοντας ότι οι προβλέψεις του μοντέλου είναι κοντά στις πραγματικές παρατηρήσεις. Η χαμηλή τιμή του μέσου απόλυτου σφάλματος (MAE) υποδηλώνει την αποτελεσματικότητα του μοντέλου ενώ η τιμή του μέσου τετραγωνισμένου σφάλματος (MSE) δείχνει ότι το μοντέλο έχει υψηλό βαθμό ακρίβειας στις προβλέψεις. Ο υψηλός συντελεστής προσδιορισμού  $R^2$  υποδηλώνει ότι το  $72,11\%$  της διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής (αστική διάχυση) μπορεί να εξηγηθεί από το μοντέλο ενώ η επίσης υψηλή τιμή του προσαρμοσμένου συντελεστή προσδιορισμού  $70,62\%$ , υποδεικνύει ότι οι προγνωστικοί παράγοντες είναι κατάλληλοι για το μοντέλο και ότι το μοντέλο δεν έχει περιττή πολυπλοκότητα. Συνολικά, οι μετρήσεις αποδεικνύουν ότι το μοντέλο ταιριάζει καλά στα δεδομένα και έχει υψηλή επεξηγηματική ισχύ.

Μετρήσεις στα δεδομένα επικύρωσης:

Μέσο τετραγωνικό σφάλμα (RMSE) =  $0,07383427$

Μέσο απόλυτο σφάλμα (MAE) =  $0,06010141$

Μέσο τετραγωνισμένο σφάλμα (MSE) =  $0,0054515$

Predicted  $R^2 = 72,10\%$

Η τιμή του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (RMSE) είναι χαμηλή, χαμηλότερη από την τιμή που έχει στα δεδομένα εκπαίδευσης, το οποίο υποδηλώνει ότι οι προβλέψεις του μοντέλου ευθυγραμμίζονται με τις πραγματικές τιμές των δεδομένων. Η χαμηλή τιμή του μέσου απόλυτου σφάλματος (MAE) υποδηλώνει επίσης την ισχυρή προγνωστική ισχύ όπως και η τιμή του μέσου τετραγωνισμένου σφάλματος (MSE). Το μοντέλο δείχνει ιδιαίτερα αξιόπιστο, γεγονός που ενισχύεται από την τιμή του Predicted  $R^2$ . Δεν υπάρχει υπερπροσαρμογή στα δεδομένα εκπαίδευσης ενώ διατηρείται η υψηλή επεξηγηματική του ικανότητα.

**Συνολική εκτίμηση:** Τα χαρακτηριστικά που συγκεντρώνει το μοντέλο δείχνουν ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση, την ποσοτικοποίηση και την ερμηνεία των κινητηρίων δυνάμεων της αστικής διάχυσης στην περιοχή μελέτης. Οι έλεγχοι που πραγματοποιήθηκαν έδειξαν ότι δεν παραβιάζονται οι κανόνες χρήσης του μοντέλου (έλλειψη πολυσυγγραμμικότητας, κανονικότητα) ενώ η μικρή ετεροσκεδασιμότητα λήφθηκε υπόψη μέσω της λύσης της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης με

ανθεκτικά τυπικά σφάλματα. Το μοντέλο είναι στατιστικά σημαντικό, έχει ικανότητα πρόβλεψης και οι ανεξάρτητες μεταβλητές έχουν συλλογικά σημαντική σχέση με την εξαρτημένη τιμή που αφορά στην αστική διάχυση. Ο προσαρμοσμένος συντελεστής προσδιορισμού (Adjusted R<sup>2</sup>) είναι πολύ ισχυρός ενώ επίσης οι τιμές του κριτηρίου πληροφορίας Akaike (AIC) και του Μπεϋζιανού κριτηρίου πληροφορίας (BIC) προτείνουν μια καλή ισορροπία μεταξύ της προσαρμογής του μοντέλου και της πολυπλοκότητας. Η τιμή του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (RMSE) δείχνει στενή προσαρμογή του μοντέλου στα παρατηρούμενα δεδομένα ενώ αντίστοιχα οι τιμές του μέσου απόλυτου σφάλματος (MAE) και του μέσου τετραγωνισμένου σφάλματος (MSE) υποδηλώνουν αποτελεσματικότητα και ακρίβεια πρόβλεψης. Η τιμή R<sup>2</sup> predicted δείχνει υψηλή προγνωστική ισχύ. Τέλος, το διάγραμμα παρατηρούμενης-προβλεπόμενης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας (αστική διάχυση) δείχνει ότι το μοντέλο αποτυπώνει σωστά την κατεύθυνση της τάσης και από το μοτίβο της διασποράς δεν φαίνεται να υπάρχει υπερεκτίμηση ούτε υποεκτίμηση σε όλο το εύρος των τιμών. Γενικά, το μοντέλο επιτυγχάνει καλή ισορροπία μεταξύ επεξηγηματικής ισχύος και πολυπλοκότητας χωρίς τον κίνδυνο υπερπροσαρμογής.

#### 14.6.4.3 Η αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης το 2015. Ανάλυση του τελικού μοντέλου πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης

Το τελικό μοντέλο παλινδρόμησης εξηγεί την αστική διάχυση, μετρημένη ως πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας, για το έτος 2015 στην περιοχή μελέτης. Το μοντέλο χρησιμοποιεί ανθεκτικά τυπικά σφάλματα, τα οποία εξηγούν την ετεροσκεδαστικότητα, παρέχοντας πιο αξιόπιστα τυπικά σφάλματα και τιμές p-values. Η εξίσωση που περιγράφει την αστική διάχυση το 2015:

*Πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας*<sub>2015</sub> = 0.205221 + 1.016316 *Πυκνότητα οδικού δικτύου*<sub>2015</sub> + 5,98e-06 *Απόσταση από τους κόμβους της Περιμετρικής* - 0,0000234 *Απόσταση από τις σχολικές μονάδες*<sub>2015</sub> - 0.1094329 *Φυσικές και ημιφυσικές περιοχές*<sub>2015</sub> - 0.1067056 *Μόνιμες καλλιέργειες*<sub>2015</sub> - 0.0841949 *Ελαιοκαλλιέργειες*<sub>2015</sub> + 0.222186 *Παλαιό σχέδιο* - 0.0599817 *Χρονολογία*<sub>1980-1989</sub> - 0.0633551 *Χρονολογία*<sub>1990-1999</sub> - 0.1057472 *Εκτός σχεδίου* + ε

Ο σταθερός όρος 0.205221 με p-value < 0.001 αντιπροσωπεύει την προβλεπόμενη τιμή της αστικής διάχυσης όταν όλοι οι άλλοι προγνωστικοί παράγοντες είναι μηδέν

*Πυκνότητα οδικού δικτύου*<sub>2015</sub>: Με υψηλό θετικό συντελεστή 1.016316 και με τιμή p-value = 0.013, η μεταβλητή αυτή προβλέπει πολύ καλά την αστική διάχυση, υποδεικνύοντας ότι περιοχές με πυκνότερο οδικό δίκτυο εμφανίζουν αυξημένη αστική διάχυση.

*Απόσταση από τους κόμβους της Περιμετρικής*: Αν και στατιστικά μη σημαντική (p-value = 0.131) ο θετικός συντελεστής της μεταβλητής δείχνει ότι αποστάσεις μακρύτερα από τους κόμβους της περιμετρικής έχουν μεγαλύτερη αστική διάχυση. Η τιμή p-value

της μεταβλητής, βρίσκεται στο όριο επιλογής της βηματικής πολλαπλής παλινδρόμησης με κατώφλι αφαίρεσης την τιμή 0,1. Αν και είναι οριακά επάνω από το συμβατικό όριο, η μεταβλητή *Απόσταση από τους κόμβους της Περιμετρικής* προσφέρει σημαντική πληροφορία για την επίδραση μεγάλων έργων μεταφορικής υποδομής στην αστική διάχυση.

*Απόσταση από τις σχολικές μονάδες*<sub>2015</sub>: Ο στατιστικά σημαντικός αρνητικός συντελεστής (-0,0000234) με τιμή p-value=0,011 υποδηλώνει ότι περιοχές που γειτνιάζουν με σχολικές μονάδες έχουν υψηλότερη πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας

*Φυσικές και ημιφυσικές περιοχές*<sub>2015</sub>: Ο αρνητικός συντελεστής (-0.1094329) και η στατιστικά σημαντική (p-value < 0,001) τιμή υποδηλώνουν μια αντίστροφη σχέση μεταξύ των φυσικών/ημιφυσικών περιοχών και της αστικής διάχυσης, καθώς οι περιοχές αυτές έχουν λιγότερη αστική διάχυση από την κατηγορία αναφοράς που στην περίπτωση των χρήσεων γης είναι ο αστικός ιστός

*Μόνιμες καλλιέργειες*<sub>2015</sub>: Ο αρνητικός συντελεστής (-0.1067056) και η στατιστικά σημαντική (p-value < 0,001) τιμή υποδηλώνουν ότι οι περιοχές αυτές έχουν λιγότερη αστική διάχυση από την κατηγορία αναφοράς που στην περίπτωση των χρήσεων γης είναι ο αστικός ιστός

*Ελαιοκαλλιέργειες*<sub>2015</sub> : Ο αρνητικός συντελεστής (-0.0841949) και η στατιστικά σημαντική (p-value < 0,001) τιμή υποδηλώνουν ότι οι περιοχές αυτές έχουν λιγότερη αστική διάχυση από την κατηγορία αναφοράς που στην περίπτωση των χρήσεων γης είναι ο αστικός ιστός

*Παλαιό σχέδιο πόλης*: Ο θετικός συντελεστής (0.222186) και η στατιστικά σημαντική (p-value < 0,001) τιμή υποδηλώνει ότι οι περιοχές του παλαιού σχεδίου πόλης παρουσιάζουν υψηλότερη πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας σε σχέση με την μεταβλητή αναφοράς που είναι η χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης την δεκαετία 1970-1979.

*Χρονολογία 1980-1989*: Οι περιοχές που εντάχθηκαν στο σχέδιο πόλης μεταξύ 1980-1989, παρουσιάζουν μικρότερη αστική διάχυση σε σχέση με την μεταβλητή αναφοράς που είναι η χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης την δεκαετία 1970-1979, όπως αποδεικνύεται από τον αρνητικό συντελεστή (-0.0599817) και την τιμή του (p-value <0.001).

*Χρονολογία 1990-1999*: παρόμοια με την μεταβλητή Χρονολογία 1980-1989, οι περιοχές που εντάχθηκαν στο σχέδιο πόλης μεταξύ 1990-1999, παρουσιάζουν μικρότερη αστική διάχυση σε σχέση με την μεταβλητή αναφοράς που είναι η χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης την δεκαετία 1970-1979, όπως αποδεικνύεται από τον αρνητικό συντελεστή (-0.0633551) και την τιμή του (p-value < 0,001).

*Εκτός σχεδίου:* Οι εκτός σχεδίου περιοχές παρουσιάζουν σημαντικά μικρότερη αστική διάχυση σε σχέση με την μεταβλητή αναφοράς που είναι η χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης την δεκαετία 1970-1979, όπως αποδεικνύεται από τον αρνητικό συντελεστή (-0.1057472) και την τιμή του ( $p$ -value < 0,001).

**Συνολική εκτίμηση:** η εικόνα που αναδύεται από τα αποτελέσματα της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης είναι απολύτως σύμφωνη με τα ευρήματα της διδακτορικής διατριβής για την ίδια περίοδο τα οποία αναλύθηκαν στα αντίστοιχα κεφάλαια της μελέτης περίπτωσης. Η παλινδρόμηση αποτυπώνει παράγοντες θετικούς της διάχυσης, στους οποίους ανήκουν η πυκνότητα του οδικού δικτύου και η απόσταση από τους κόμβους της περιμετρικής. Η πυκνότητα του οδικού δικτύου παραμένει σταθερά μια μεταβλητή που περιλαμβάνεται και στα τέσσερα μοντέλα παλινδρόμησης, υποδηλώνοντας τη σημασία της προσβασιμότητας στην αστική διάχυση. Η μεταβλητή Απόσταση από τους κόμβους της Περιμετρικής, είναι στατιστικά οριακή μεταβλητή μεγάλης σημασίας, καθώς μεταφορικές υποδομές μεγάλης κλίμακας διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο τόσο στην αστική διάχυση όσο και στη διαμόρφωση των προτύπων των χρήσεων/κάλυψης γης. Ο ρόλος τέτοιων έργων έχει βραδείες επιδράσεις που απαιτούνται χρόνια για να αναδειχθούν. Για τους παραπάνω λόγους επιλέχθηκε η παραμονή της μεταβλητής στο μοντέλο, ώστε να μπορεί επίσης να παρατηρηθεί και η μελλοντική της εξέλιξη. Η μεταβλητή Απόσταση από τις σχολικές μονάδες εμφανίζεται και στο παρόν μοντέλο, ενδυναμώνοντας το ρόλο της ως παράγοντα επιλογής περιοχής κατοίκησης ο οποίος αποτυπώνει τις τάσεις και τις επιθυμίες των κατοίκων. Το αρνητικό πρόσημο του συντελεστή υποδηλώνει ότι οι περιοχές κοντά σε σχολικές μονάδες έχουν υψηλότερα επίπεδα πυκνότητας κτισμένης επιφάνειας. Οι χρήσεις/κάλυψη γης συγκρινόμενες με την κατηγορία αναφοράς αστικός ιστός συνεχίζουν να εμφανίζονται με το αναμενόμενο αρνητικό πρόσημο, όπως συνεχίζεται και η τάση μετατροπής τους σε αστικές, κυρίως, χρήσεις. Το ιστορικό κέντρο της πόλης παραμένει αμετάβλητο ενώ οι περιοχές που εντάχθηκαν στο σχέδιο πόλης μετά το '86, τη δεκαετία του '90 και οι εκτός σχεδίου περιοχές παραμένουν λιγότερο πυκνοδομημένες από την μεταβλητή αναφοράς που είναι η χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης την δεκαετία 1970-1979.

#### **14.7 Η δυναμική των κινητηρίων δυνάμεων στην περιοχή μελέτης μέσα από την ανάλυση πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης. Συγκριτική ανάλυση.**

Η αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης, μετρημένη ως πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας, έχει επηρεαστεί από διαφορετικές κινητήριες δυνάμεις κατά την διάρκεια των τριαντατεσσάρων ετών. Τα τελικά μοντέλα πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης για κάθε περίοδο αναφοράς εμφανίζουν ένα συνδυασμό μεταβλητών/κινητηρίων δυνάμεων οι οποίες ανήκουν στις πολιτικές κινητήριες δυνάμεις (χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης), στις οικονομικές κινητήριες δυνάμεις (απόσταση από τους κόμβους της περιμετρικής, απόσταση από το κέντρο), τις τεχνολογικές κινητήριες δυνάμεις (πυκνότητα οδικού δικτύου), τις πολιτιστικές κινητήριες δυνάμεις (πληθυσμιακή



πυκνότητα, απόσταση από τις σχολικές μονάδες) και τις φυσικές κινητήριες δυνάμεις (χρήσεις/κάλυψη γης).

Η συγκριτική ανάλυση και των τεσσάρων μοντέλων πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης 1981, 1991, 2001 και 2015 για την αστική διάχυση επικεντρώνεται στις αλλαγές των συντελεστών των βασικών μεταβλητών ώστε να αναδειχθεί η χρονική δυναμική των κινητηρίων δυνάμεων της αστικής διάχυσης μέσα σε ένα εξελισσόμενο τοπίο. Η συγκριτική ανάλυση αποκαλύπτει την δυναμική της αστικής διάχυσης για το διάστημα των τριαντατεσσάρων ετών και τις κινητήριες δυνάμεις που διαμορφώθηκαν σε διαφορετικές περιόδους ανάπτυξης της περιοχής μελέτης.

**Πληθυσμιακή πυκνότητα:** ο συντελεστής της πληθυσμιακής πυκνότητας παρουσιάζει πτωτική τάση. Το 1981 η πληθυσμιακή πυκνότητα έχει υψηλή επίδραση στην αστική διάχυση με τιμή συντελεστή 2,15056. Την περίοδο εκείνη ο πληθυσμός ήταν 151.053 κάτοικοι, συγκεντρωμένος κυρίως στο κέντρο και στην ευρύτερη περιοχή του, οδηγώντας σε αύξηση κυρίως τις περιοχές που εντάχθηκαν στο σχέδιο πόλης μεταξύ 1970-1979. Το 1991 ο συντελεστής υπέστη σημαντική μείωση με τιμή 0,8878753. Το γεγονός αυτό αντανακλά την μειωμένη επιρροή της πληθυσμιακής πυκνότητας στην αστική διάχυση καθώς ο πληθυσμός την δεκαετία εκείνη είχε ξεκινήσει να επεκτείνεται προς τα έξω. Το 2001 ο συντελεστής μειώνεται περαιτέρω με τιμή 0,5171799. Με τον πληθυσμό την περίοδο εκείνη να φτάνει τους 173.633 κατοίκους, η μείωση του συντελεστή δείχνει μια συνεχιζόμενη τάση κατά την οποία άλλες κινητήριες δυνάμεις έχουν μεγαλύτερη επιρροή στην αστική διάχυση. Τέλος, το 2015 η πληθυσμιακή πυκνότητα απουσιάζει από το μοντέλο παλινδρόμησης. Με τον πληθυσμό να έχει αυξηθεί ελαφρά στους 174.055 κατοίκους, η σχέση μεταξύ πληθυσμιακής πυκνότητας και αστικής διάχυσης έχει γίνει λιγότερο άμεση καθώς άλλοι παράγοντες ασκούν μεγαλύτερες επιδράσεις. Η συνολική φθίνουσα τάση του συντελεστή της πληθυσμιακής πυκνότητας μέχρι την ολοκληρωτική απουσία του το 2015 υποδηλώνει ότι ο αρχικός ρόλος της πληθυσμιακής πυκνότητας ως κινητήριοις δύναμη της αστικής διάχυσης μειώθηκε με την πάροδο του χρόνου καθώς οι μηχανισμοί της αστικής διάχυσης έγιναν περισσότερο περίπλοκοι και άλλες κινητήριες δυνάμεις έγιναν περισσότερο σημαντικές.

**Πυκνότητα οδικού δικτύου:** η μεταβλητή δείχνει μια σημαντικά θετική συσχέτιση με την αστική διάχυση, αν και φθίνουσα με την πάροδο των ετών. Το 1981, με πραγματοποιημένο οδικό δίκτυο 466χλμ. η πυκνότητα του οδικού δικτύου με συντελεστή 2,311817 είναι σημαντικός παράγοντας της αστικής διάχυσης. Αυτό υποδηλώνει ότι στα αρχικά στάδια, η οδική συνδεσιμότητα και η αστική διάχυση ήταν στενά συνδεδεμένες. Το 1991 ο συντελεστής αυξάνει στο 2,550711 καθώς το πραγματοποιημένο οδικό δίκτυο επεκτείνεται στα 523χλμ. αποτυπώνοντας μια ισχυρή σχέση μεταξύ πυκνότητας οδικού δικτύου και αστικής διάχυσης καθώς το οδικό δίκτυο συνοδεύει την διάχυση. Το 2001 ο συντελεστής μειώνεται στο 1,771813 παρά την συνεχιζόμενη αύξηση του οδικού δικτύου. Αυτό υποδηλώνει ότι η σχετική επιρροή της πυκνότητας του οδικού δικτύου μειώνεται. Η τάση αυτή συνεχίζεται και το 2015 με την τιμή του συντελεστή να είναι 1,016316 και το πραγματοποιημένο οδικό δίκτυο να

έχει φτάσει τα 729χλμ. (αύξηση 21,30% σε σχέση με το 2001). Η εικόνα αυτή υποδηλώνει ότι η αύξηση της μεταφορικής υποδομής εμφανίζεται ως απάντηση στη διάχυση και όχι ως οδηγός της. Το παραπάνω συμπέρασμα αναλύθηκε μέσω του διαγράμματος 10.6 στο οποίο αποτυπώνεται η σχετική αλλαγή του πληθυσμού, της κτισμένης επιφάνειας και του πραγματοποιημένου οδικού δικτύου με έτος αναφοράς το 1981. Η φθίνουσα επίδραση της πυκνότητας του οδικού δικτύου αντανακλά το γεγονός ότι η μεταφορική υποδομή στην περιοχή μελέτης ευθυγραμμίζεται με τις απαιτήσεις ενός αναπτυσσόμενου και διαρκώς αυξανόμενου αστικού τοπίου με την πύκνωση και επέκταση του οδικού δικτύου να συντελείται τόσο εντός των περιοχών των νέων επεκτάσεων του σχεδίου πόλης όσο και εκτός αυτών. Γεγονός παραμένει ότι η πυκνότητα του οδικού δικτύου παραμένει η μεταβλητή με τον μεγαλύτερο θετικό συντελεστή στα έτη αναφοράς.

**Απόσταση από το κέντρο:** Η μεταβλητή αυτή εμφανίζεται μόνο το έτος 1981 ενώ απουσιάζει από τα μοντέλα παλινδρόμησης των επόμενων ετών. Ο αρνητικός συντελεστής με τιμή  $-7.47e-06$  υποδηλώνει ότι όσο αυξάνει η απόσταση από το κέντρο η πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας μειώνεται. Αυτή η συνθήκη βρίσκεται σε συμφωνία με την παραδοσιακή θεωρία του αστικού χώρου κατά την οποία το αστικό κέντρο έχει υψηλότερες πυκνότητες και η αστική διάχυση μειώνεται με την απόσταση. Το μοτίβο αυτό είναι σύμφωνο επίσης με την μονοκεντρική πόλη στην οποία το σύνολο των εμπορικών, διοικητικών και εργασιακών υποδομών βρίσκεται στον πυρήνα της πόλης. Η απουσία της μεταβλητής από τα μεταγενέστερα μοντέλα παλινδρόμησης λόγω μειωμένης σημασίας, υποδηλώνει αλλαγές στην δυναμική της αστικής διάχυσης όπου η φυσική απόσταση από το κέντρο γίνεται λιγότερο σημαντική καθώς επισκιάζεται από την διάχυση που έχει ήδη εγκατασταθεί. Οι περιοχές με την εγκαταστημένη διάχυση δεν αλλάζουν το μοτίβο της μείωσης της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας με την απόσταση, αλλά ο ρόλος της γειννίας με το κέντρο γίνεται λιγότερο έντονος καθώς άλλοι παράγοντες διαδραματίζουν σημαντικότερο ρόλο στην αστική διάχυση.

**Απόσταση από τις σχολικές μονάδες:** Η μεταβλητή αυτή που περιλαμβάνει αποστάσεις από τις υπάρχουσες σχολικές μονάδες κάθε περιόδου εφαρμογής των μοντέλων παλινδρόμησης, εμφανίζεται ως στατιστικά σημαντική μόνο για τα έτη 2001 και 2015. Η ενσωμάτωση της μεταβλητής το 2001 υποδηλώνει μια τάση σύμφωνα με την οποία η εγγύτητα ως προς τις σχολικές μονάδες αποτελεί καθοριστικό παράγοντα επηρεασμού της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας. Ο αρνητικός συντελεστής με τιμή  $-0,0000163$  δείχνει ότι όσο αυξάνεται η απόσταση από τις σχολικές μονάδες, η πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας μειώνεται ελαφρώς. Αυτό αντανακλά ένα μοτίβο σύμφωνα με το οποίο περιοχές που βρίσκονται κοντύτερα σε σχολικές μονάδες είναι πιθανότερο να αναπτυχθούν περισσότερο ή να πυκνώσουν, υπογραμμίζοντας τον ρόλο των εγκαταστάσεων εκπαίδευσης στον πολεοδομικό σχεδιασμό και στις οικιστικές επιλογές. Το 2015 ο συντελεστής παίρνει την τιμή  $-0,0000234$ , γίνεται δηλαδή ελαφρά μικρότερος. Αυτό υποδηλώνει ότι η επιρροή της απόστασης από τις σχολικές μονάδες έχει μειωθεί με το φαινόμενο να γίνεται λιγότερο έντονο. Η μεταβλητή καταδεικνύει την αυξανόμενη αναγνώριση της αξίας της εύκολης προσβασιμότητας στις σχολικές

εγκαταστάσεις, καθώς η μεταβλητή συνδέεται άμεσα με τις οικιστικές προτιμήσεις, τον τρόπο ζωής, τις τάσεις και τις επιθυμίες. Η υλοποίηση της κοινωνικής υποδομής σε περιοχές που εντάχθηκαν στο σχέδιο πόλης μετά το Γ.Π.Σ '86 και η επακόλουθη αύξηση της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας αποδεικνύει ότι η πρόσβαση στην εκπαίδευση αποτελεί κεντρικό στοιχείο της ποιότητας ζωής στην πόλη.

**Απόσταση από τους κόμβους της Περιμετρικής:** Η μεταβλητή αυτή εισήχθη για πρώτη φορά στο μοντέλο παλινδρόμησης το 2001. Ως νέα μεταβλητή, ο αντίκτυπος της δεν πρόλαβε να εκδηλωθεί το 2001. Το 2015 ο συντελεστής γίνεται οριακά σημαντικός υπονοώντας ότι η επιρροή του στην αστική διάχυση έχει αναδυθεί αλλά δεν έχει φτάσει ακόμα να είναι ανιχνεύσιμος σε επίπεδο επιπτώσεων από το παραδοσιακό επίπεδο σημαντικότητας στο μοντέλο. Ο συντελεστής υποδηλώνει ότι η αστική διάχυση είναι μικρότερη κοντά στους κόμβους της Περιμετρικής. Καθώς τα μεγάλα έργα υποδομής μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά την αστική διάχυση διευκολύνοντας την προσβασιμότητα και την ελκυστικότητα των περιοχών, η μεταβλητή αυτή αναμένεται να δείξει τη δυναμική της σε μεγαλύτερο βάθος χρόνου.

**Οι χρήσεις/κάλυψη γης:** Οι ψευδομεταβλητές για τις χρήσεις/κάλυψη γης αποτυπώνουν τις μεταβολές στις επιλεγμένες κατηγορίες των χρήσεων/κάλυψη γης σε σχέση με την κατηγορία αναφοράς που είναι ο αστικός ιστός. Ως αποτέλεσμα, οι κατηγορίες αυτές εμφανίζουν πάντα αρνητικό πρόσημο καθώς συγκρίνονται με την κατηγορία αναφοράς η οποία έχει παραληφθεί.

**Κατηγορία Φυσικές και ημιφυσικές περιοχές:** Η κατηγορία αυτή είναι παρούσα σε όλα τα μοντέλα παλινδρόμησης. Από το 1981 έως το 2015 οι συντελεστές έγιναν μικρότεροι. Συγκεκριμένα -0,0729628 το 1981, -0,0873749 το 1991, -0,087986 το 2001 και -0,1094329 το 2015. Η εικόνα αυτή δείχνει μια τάση μείωσης της συγκεκριμένης χρήσης/κάλυψη γης. Λαμβάνοντας υπόψη ότι στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται προστατευόμενες περιοχές, υγροβιότοποι, πλατείες, αστικό πράσινο, ελεύθεροι-αδόμητοι χώροι, δάση και δασικές εκτάσεις, είναι σαφές ότι ορισμένες μόνο από τις κατηγορίες (προστατευόμενες περιοχές, υγροβιότοποι, πλατείες, δάση και δασικές εκτάσεις) παρέμειναν αναλλοίωτες ενώ κατηγορίες όπως αυτές του αστικού πρασίνου και των ελεύθερων-αδόμητων χώρων μεταβλήθηκαν σε αστικό ιστό. Οι περιοχές αυτές διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην περιοχή μελέτης όπως μαρτυρά η συνεχής παρουσία τους, λειτουργώντας ως χωρικοί περιορισμοί της διάχυσης.

**Μόνιμες καλλιέργειες:** Η κατηγορία αυτή είναι παρούσα σε όλα τα μοντέλα παλινδρόμησης υπογραμμίζοντας αφενός τη συνάφειά της στην εξήγηση της διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής και αφετέρου την στιβαρότητα της επιρροής της. Από το 1981 έως το 2015 οι συντελεστές έγιναν μικρότεροι. Συγκεκριμένα ήταν -0,0535257 το 1981, -0,0632617 το 1991, -0,1012017 το 2001 και -0,1067056 το 2015. Η τάση αυτή δείχνει ότι μόνιμες καλλιέργειες μειώνονται σε σχέση με τον αστικό ιστό, ο οποίος γίνεται ολοένα και περισσότερο κυρίαρχος εξαιτίας της αστικής διάχυσης. Παράλληλα, παρατηρείται μείωση της αντίστασης της συγκεκριμένης χρήσης στις αλλαγές καθώς ενσωματώνεται ευκολότερα στον

αναπτυσσόμενο αστικό ιστό. Το αποτέλεσμα οδηγεί σε εντονότερη οπτική και λειτουργική διάκριση μεταξύ αστικού ιστού και εναπομεινάντων μονίμων καλλιεργείων

Ελαιοκαλλιέργειες: Η κατηγορία αυτή είναι παρούσα σε όλα τα μοντέλα παλινδρόμησης υπογραμμίζοντας αφενός τη συνάφειά της στην εξήγηση της διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής και αφετέρου την στιβαρότητα της επιρροής της. Από το 1981 έως το 2015 οι συντελεστές έγιναν μικρότεροι. Η αλλαγή από -0,0452131 το 1981 σε -0,0579197 το 1991 υποδηλώνει μια αυξανόμενη αρνητική επίδραση της αστικής διάχυσης σε περιοχές με ελαιόδεντρα σηματοδοτώντας την έναρξη των αυξανόμενων πιέσεων στις ελαιοκαλλιέργειες και τη μειωμένη αντίστασή τους στις αλλαγές. Το 2001 ο συντελεστής μικραίνει παίρνοντας την τιμή -0,0583774 συνεχίζοντας την τάση της μείωσης. Το 2015 ο συντελεστής έχει μειωθεί περαιτέρω με τιμή -0,0841949 υποδηλώνοντας ότι οι ελαιοκαλλιέργειες έχουν υποστεί περαιτέρω μείωση και μάλιστα ότι οι εκτάσεις αυτές είναι επιρρεπείς στην μετατροπή τους σε αστικό ιστό.

Περιοχές μειωμένης χρήσης: Η κατηγορία αυτή εμφανίζεται μόνο στα έτη 1981 και 1991. Η τιμή του συντελεστή από -0,046122 το 1981 έγινε σημαντικά μικρότερη -0,0724181 το 1991, καθώς οι περιοχές αυτές βρέθηκαν αντιμέτωπες με την αστική διάχυση.

**Οι χρονολογίες ένταξης στο σχέδιο πόλης:** Οι ψευδομεταβλητές για τις χρονολογίες ένταξης στο σχέδιο πόλης αποτυπώνουν τις μεταβολές στις επιλεγμένες κατηγορίες χρονολογιών ένταξης σε σχέση με την κατηγορία αναφοράς που είναι η κατηγορία 1970-1979. Όλες οι κατηγορίες συγκρίνονται με την κατηγορία αναφοράς η οποία έχει παραληφθεί

Παλαιό σχέδιο: Σε όλα τα έτη αναφοράς οι συντελεστές της περιοχής του παλαιού σχεδίου είναι θετικοί, υποδηλώνοντας ότι ο παλαιός αστικός πυρήνας είχε υψηλότερη πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας σε σύγκριση με την κατηγορία αναφοράς 1970-1979. Οι τιμές των συντελεστών παρουσιάζουν ελάχιστη διακύμανση. 0,2309497 το 1981, 0,2472026 το 1991, 0,2359315 το 2001 και 0,222186 το 2015. Αυτό σημαίνει ότι το ιστορικό κέντρο της πόλης ήταν το 1981 μια ολοκληρωμένη και αναπτυγμένη περιοχή με αστικό χαρακτήρα. Οι μικρές διακυμάνσεις των συντελεστών οφείλονται σε μικρές αλλαγές που επηρεάζουν τον πυρήνα, όπως για παράδειγμα η αστική διάχυση στην ευρύτερη περιοχή. Συνολικά κατά τη διάρκεια των τριαντατεσσάρων ετών, ο ρόλος του πυρήνα παραμένει συνεπής υπογραμμίζοντας τη σημασία του ως βασικό συστατικό του αστικού ιστού.

1980-1989: Η κατηγορία αυτή είναι παρούσα από το 1991 και εξής. Το 1991 ο συντελεστής λαμβάνει την τιμή -0,0367268 το οποίο υποδηλώνει ότι οι περιοχές που εντάχθηκαν στο σχέδιο πόλης μεταξύ 1980-1989 εισφέρουν στην πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας λιγότερο από ότι οι περιοχές που εντάχθηκαν στο σχέδιο πόλης την περίοδο 1970-1979, ήταν δηλαδή λιγότερο δομημένες. Το μέγεθος του συντελεστή

δείχνει μικρή διαφορά μεταξύ των δύο αυτών περιοχών. Το 2001 η τιμή του συντελεστή μικραίνει παίρνοντας την τιμή  $-0,077059$  το οποίο αποτελεί ισχυρότερη διαφοροποίηση σε σχέση με το 1991. Αυτό σημαίνει ότι το χάσμα στην πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας μεταξύ της κατηγορίας αναφοράς και των περιοχών που εντάχθηκαν την περίοδο 1980-1990 έχει διευρυνθεί. Παρά την αύξηση της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας, οι περιοχές της περιόδου 1980-1989 δεν συμβαδίζουν με την κατηγορία αναφοράς. Το 2015 ο συντελεστής λαμβάνει την τιμή  $-0,0599817$  και είναι μεγαλύτερος σε σχέση με το 2001. Αυτό υποδηλώνει ότι οι περιοχές ένταξης 1980-1989 τείνουν να ενσωματωθούν πιο στενά με τον ευρύτερα δομημένο αστικό ιστό αντανακλώντας την σταθεροποίηση του ρόλου τους..

1990-1999: Η κατηγορία αυτή είναι παρούσα από το 1991 και εξής. Η τιμή  $-0,0321872$  του συντελεστή για το έτος 1991 δείχνει ότι οι περιοχές που εντάχθηκαν στο σχέδιο πόλης την περίοδο 1990-1999 είναι λιγότερο δομημένες σε σχέση με τις περιοχές που εντάχθηκαν στο σχέδιο πόλης την περίοδο 1970-1979. Το μέγεθος του συντελεστή είναι μέτριο, υποδηλώνοντας μικρή διαφορά μεταξύ των δύο αυτών περιοχών. Το 2001 η τιμή του συντελεστή μικραίνει παίρνοντας την τιμή  $-0,0689039$ . Η αυξημένη αρνητική τιμή υποδηλώνει ότι κατά την περίοδο αυτή υπήρξε διαφορά στην πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας, με τις περιοχές ένταξης 1990-1999 να είναι λιγότερο δομημένες σε σχέση με την κατηγορία αναφοράς. Το 2015 ο συντελεστής λαμβάνει την τιμή  $-0,0633551$  και είναι μεγαλύτερος σε σχέση με το 2001. Αυτό υποδηλώνει ότι οι περιοχές ένταξης 1990-1999 μειώνουν τη διαφορά τους με την κατηγορία αναφοράς καθώς δομούνται περαιτέρω.

Εκτός σχεδίου: Η κατηγορία αυτή είναι παρούσα σε όλα τα μοντέλα παλινδρόμησης καθώς οι εκτός σχεδίου περιοχές έχουν πολύ μεγάλη επιρροή στην εξήγηση της αστικής διάχυσης καθώς και υψηλή συνάφεια. Ο συντελεστής το 1981 είναι  $-0,1070707$  το οποίο υποδηλώνει ότι οι περιοχές αυτές συνεισέφεραν σημαντικά λιγότερο στην πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας από ότι οι περιοχές που εντάχθηκαν στο σχέδιο πόλης την περίοδο 1970-1979. Η εικόνα αυτή δείχνει επίσης ότι οι εκτός σχεδίου περιοχές δεν ήταν ιδιαίτερα ενσωματωμένες στον αστικό ιστό. Το 1991 ο συντελεστής μεγαλώνει λαμβάνοντας την τιμή  $-0,0506548$  υποδηλώνοντας ότι η διάκριση μεταξύ των περιοχών ένταξης 1970-1979 και εκτός σχεδίου έγινε λιγότερο έντονη, καθώς η αστική διάχυση άρχισε να περιλαμβάνει και αυτές τις περιοχές. Ο συντελεστής το 2001 μικραίνει ξανά παίρνοντας την τιμή  $-0,0871039$  καθώς η διάκριση μεταξύ των δύο περιοχών αυξάνει ξανά. Τέλος το 2015 ο συντελεστής παίρνει την τιμή  $-0,1057472$  η οποία είναι σχεδόν ίδια με αυτή του 1981. Δεδομένου ότι και οι δύο ζώνες έχουν δει αύξηση της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας, ο συντελεστής αυτός υποδηλώνει ότι αν και οι περιοχές εκτός σχεδίου έχουν αυξήσει την πυκνότητά τους, εντούτοις διατηρούν ένα ξεχωριστό χαρακτήρα και περιλαμβάνουν πολύ περισσότερους ελεύθερους χώρους σε σύγκριση με την κατηγορία αναφοράς.

## 14.8 Δημιουργία προγνωστικών χαρτών αστικής διάχυσης της περιοχής μελέτης

Σε συνέχεια εφαρμογής των τεσσάρων βελτιωμένων μοντέλων πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης για τα έτη 1981, 1991, 2001, 2015 και της αντίστοιχης δημιουργίας προβλεπτικών τιμών ( $\hat{y}$ ), κατασκευάζονται χάρτες με τις υπολογιζόμενες τιμές της πρόβλεψης της αστικής διάχυσης. Οι προγνωστικοί αυτοί χάρτες, ένας για κάθε περίοδο αναφοράς, αποτελούνται από συνεχείς επιφάνειες οι οποίες δημιουργήθηκαν με τη μέθοδο της χωρικής παρεμβολής kriging. Οι τιμές πρόβλεψης για τα 300 σημεία που χρησιμοποιήθηκαν στα μοντέλα πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης χρησιμεύουν ως τιμές εισόδου για τη δημιουργία συνεχούς επιφάνειας πρόβλεψης, η οποία αντιπροσωπεύει την πιθανότητα ή την ένταση της αστικής διάχυσης στην περιοχή μελέτης στο έτος αναφοράς. Η μέθοδος της χωρικής παρεμβολής kriging εκτιμά τη χωρική αυτοσυσχέτιση μεταξύ των σημείων των δεδομένων ώστε να προβλεφθούν τιμές σε περιοχές που δεν υπάρχει δείγμα και δίδεται από τη σχέση:

$$\hat{Z}(S_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i Z(s_i)$$

Οπου:

$Z(s_i)$  = η τιμή που μετρήθηκε στην θέση  $i$

$\lambda_i$  = άγνωστο βάρος για τη μετρούμενη τιμή στη θέση  $i$

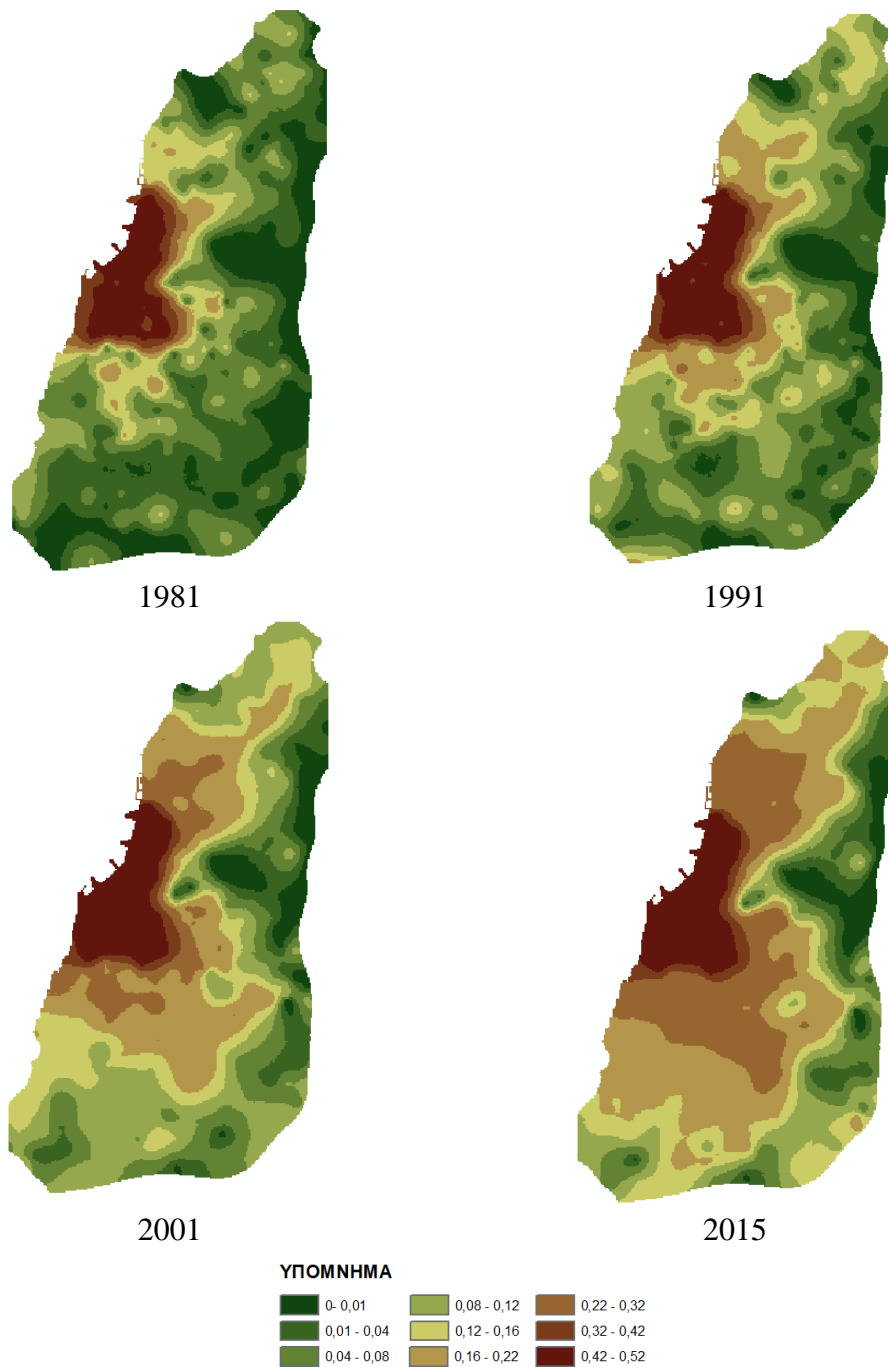
$S_0$  = η θέση πρόβλεψης

$N$  = ο αριθμός των τιμών που μετρώνται

Η επιφάνεια που δημιουργείται αντανακλά τις τιμές που παρατηρούνται στις τοποθεσίες της δειγματοληψίας προσφέροντας λεπτομερή εικόνα για την αστική διάχυση, καθώς απεικονίζονται περιοχές με διαφορετική τιμή την εκάστοτε περίοδο αναφοράς. Θα πρέπει να τονιστεί εδώ, ότι παρόλο που η δημιουργία αυτών των χαρτών βασίζεται στο σταθερό μοντέλο πρόβλεψης της κάθε μιας πολλαπλής παλινδρόμησης, η μέθοδος kriging εγγενώς περιλαμβάνει ένα επίπεδο αβεβαιότητας το οποίο πηγάζει από τις υποθέσεις της μεθόδου αναφορικά με τη χωρική συνέχεια και την χωρική κατανομή. Ως αποτέλεσμα, οι προγνωστικοί χάρτες θα πρέπει να ερμηνεύονται περισσότερο ως τάσεις και λιγότερο ως ακριβείς αναπαραστάσεις της αστικής διάχυσης στην περιοχή μελέτης.

Οι προγνωστικοί χάρτες διευκολύνουν την συγκριτική ανάλυση μεταξύ των τεσσάρων περιόδων λειτουργώντας ως οπτική σύνθεση της εκδήλωσης της αστικής διάχυσης στο χώρο.

Σειρά χαρτών 14.3: Προγνωστικοί χάρτες αστικής διάχυσης ανά έτος αναφοράς



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Στους παραπάνω χάρτες αποκαλύπτονται οι περιοχές που έχουν υποστεί σημαντική αλλαγή καθώς και εκείνες που έχουν μείνει σχετικά αμετάβλητες. Η εξέλιξη από το 1981 έως το 2015 απεικονίζει την αλλαγή στην πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας (διάχυση) αλλά και την αλλαγή των αστικών ορίων της περιοχής μελέτης.

1981: Ο χάρτης του 1981 κυριαρχείται από την περιοχή του κέντρου. Ο παλαιός πυρήνας είναι ισχυρός, δομημένος και σχετικά συμπαγής. Γύρω από αυτόν συγκεντρώνονται περιοχές αραιότερες με την ένταση της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας να μειώνεται στις προς τα έξω περιοχές. Οι περιοχές των εντάξεων της δεκαετίας του '70 Α' Ανατολικομεσημβρινή επέκταση και Α' Αρκτική επέκταση εμφανίζονται πολύ αραιές. Η εικόνα αποκαλύπτει μια πόλη στο πρώιμο στάδιο της διάχυσης με σαφή εστίαση στην κεντρική περιοχή.

1991: Υπάρχει μια σημαντική επέκταση του κεντρικού πυρήνα, βόρεια (Α' Αρκτική και Αγυιά) και νότια (Α' Ανατολικομεσημβρινή επέκταση/Ζαρουχλείκα/Ψαροφάι), η οποία δείχνει μέτρια έως υψηλής έντασης διάχυση. Παρότι μετά το 1986 εντάχθηκαν στο σχέδιο πόλης βόρειες (Καστελλόκαμπος/βορείως έξω Αγυιά), βορειοανατολικές (Ανθούπολη/ Συχαινά), νοτιοανατολικές (Περιβόλα) και νότιες περιοχές (Ψάχου/Μέμου/Κρύα Ιτέων), αυτές εμφανίζονται στο χάρτη ιδιαίτερα αραιές. Η δεκαετία 1981-1991 χαρακτηρίζεται από σημαντική αστική ανάπτυξη στις όμορες περιοχές του κέντρου η οποία συνοδεύεται από πληθυσμιακή αύξηση και επέκταση των υποδομών.

2001: Η διάχυση συνεχίζεται με μεγαλύτερη εξάπλωση των περιοχών μέτριας έντασης. Ιδιαίτερη αύξηση της κτισμένης επιφάνειας δέχεται η περιοχή της Β' Ανατολικομεσημβρινής επέκτασης (επέκταση του 1975 που παρέμενε ιδιαίτερα αραιή: ΤΕΙ, Εθνικό Στάδιο, Κούτσα, Εγλυκάδα Λάγγουρας) και η βόρεια περιοχή του Κοτρωνίου (αρχική ένταξη 1979, αναθεώρηση 1991), πλησίον της ΝΕΟ Αθηνών – Πατρών. Εντύπωση προκαλούν τα σχηματιζόμενα «όρια»: στο βόρειο τμήμα η διάνοιξη της οδού Κανελλοπούλου (δεκαετία '90) η οποία προξένησε σημαντική ελκτικότητα και στο νότιο τμήμα το πραγματικό όριο της Α' και Β' Ανατολικομεσημβρινής επέκτασης το οποίο ορίζεται από την οδό Ανθείας. Το μοτίβο επιβεβαιώνει την διάχυση τύπου επέκτασης ακμών, με τις περιοχές μακρύτερα του κέντρου να εμφανίζουν αραιή ως πολύ αραιή διάχυση. Η παρατηρούμενη διεύρυνση του αστικού αποτυπώματος υποδηλώνει την εντονότερη ανάπτυξη των προαστείων και φανερώνει μια τάση προς ένα περισσότερο διάσπαρτο αστικό τοπίο.

2015: Ο τελευταίος χάρτης δείχνει περαιτέρω εντατικοποίηση της αστικής διάχυσης με περιοχές υψηλότερης πυκνότητας να επεκτείνονται και να συγχωνεύονται. Ο χάρτης αποτυπώνει ένα αρκετά ώριμο στάδιο, με την αυξημένη πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας να κυριαρχεί στο μεγαλύτερο μέρος της περιοχής μελέτης. Περιοχές μεσαίας πυκνότητας έχουν εμφανιστεί στις βόρειες περιοχές (Ανατολικός και Δυτικός Καστελλόκαμπος- έτος ένταξης 1987), στις ανατολικές περιοχές (επέκταση Γηροκομείο -έτος ένταξης 1992, Περιβόλα -έτος ένταξης 1989) και στις νότιες περιοχές (επέκταση Κρύα Ιτέων –έτος ένταξης 1988, επέκταση Μπεγουλάκι –έτος ένταξης 1995). Οι ανατολικές και νότιες παρυφές της πόλης εμφανίζουν αραιή έως πολύ αραιή διάχυση.

Οι προγνωστικοί χάρτες αστικής διάχυσης ανά έτος αναφοράς ολοκληρώνουν την εικόνα της αστικής διάχυσης στην περιοχή μελέτης για το διάστημα των τριαντατεσσάρων ετών. Οι χάρτες αποτελούν απόδειξη του μετασχηματισμού του



χώρου υπό την επιβολή των κινητηρίων δυνάμεων που έδρασαν το ίδιο διάστημα, προσφέροντας ένα ενδεικτικό εργαλείο για την κατανόηση της χωρικής κατανομής της αστικής διάχυσης.

Οι υφιστάμενοι προγνωστικοί χάρτες μπορούν να αποτελέσουν σημαντικό εργαλείο για τον πολεοδομικό και τον χωροταξικό σχεδιασμό καθώς οπτικοποιούν υφιστάμενα αλλά και μελλοντικά σενάρια αστικής διάχυσης καταδεικνύοντας περιοχές που είναι περισσότερο ευάλωτες, δέχονται υψηλές πιέσεις αστικοποίησης ή είναι κρίσιμες για τη διατήρηση της οικολογικής ισορροπίας και τη βιοποικιλότητα.

## Βιβλιογραφία κεφαλαίου 14

Adhikari, S., Fik, T., & Dwivedi, P. (2017). Proximate causes of land-use and land-cover change in Bannerghatta National Park: A spatial statistical model. *Forests*, 8(9), 342.

Alsharif, A. A., & Pradhan, B. (2014). Urban sprawl analysis of Tripoli Metropolitan city (Libya) using remote sensing data and multivariate logistic regression model. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 42, 149-163.

Barker, L. E., & Shaw, K. M. (2015). Best (but oft-forgotten) practices: checking assumptions concerning regression residuals. *The American journal of clinical nutrition*, 102(3), 533-539.

Baum-Snow, N. (2007). Did highways cause suburbanization?. *The quarterly journal of economics*, 122(2), 775-805.

Berry, W. D., & Feldman, S. (1985). *Multiple regression in practice*. Sage.

Brambilla, M., & Ronchi, S. (2016). The park-view effect: Residential development is higher at the boundaries of protected areas. *Science of the Total Environment*, 569, 1402-1407.

Briassoulis, H. (2020). Analysis of land use change: theoretical and modeling approaches.

Cabral, P., Santos, J. A., & Augusto, G. (2011). Monitoring urban sprawl and the national ecological reserve in Sintra-Cascais, Portugal: Multiple OLS linear regression model evaluation. *Journal of Urban Planning and Development*, 137(3), 346-353.

Cao, H., Chen, C., Chen, J., Song, W., He, J., & Liu, C. (2024). Differentiation of urban-rural interface and its driving mechanism: A case study of Nanjing, China. *Land Use Policy*, 140, 107090.

Chen, L., Ren, C., Zhang, B., Wang, Z., & Liu, M. (2018). Quantifying urban land sprawl and its driving forces in Northeast China from 1990 to 2015. *Sustainability*, 10(1), 188.

Cheng, J., & Masser, I. (2003). Urban growth pattern modeling: a case study of Wuhan city, PR China. *Landscape and urban planning*, 62(4), 199-217.

Daoud, J. I. (2017, December). Multicollinearity and regression analysis. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 949, No. 1, p. 012009). IOP Publishing.

de Sherbinin, A. (2002). A CIESIN Thematic Guide to A CIESIN Thematic Guide to Land-Use and Land Use and Land Use and Land-Cover Change (LUCC) Cover Change (LUCC). *Center for International Earth Science Information Network (CIESIN)*.

Draper, N. R., & Smith, H. (1998). *Applied regression analysis* (Vol. 326). John Wiley & Sons

Duranton, G., & Turner, M. A. (2012). Urban growth and transportation. *Review of Economic Studies*, 79(4), 1407-1440.

EEA, (2006), Urban Sprawl in Europe. The Ignored Challenge. EEA Report No. 10/2006

Elangovan, K., & Krishnaraaju, G. (2023). Mapping and Prediction of Urban Growth using Remote Sensing, Geographic Information System, and Statistical Techniques for Tiruppur Region, Tamil Nadu, India. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 51(8), 1657-1671.

Garcia-López, M. À. (2012). Urban spatial structure, suburbanization and transportation in Barcelona. *Journal of Urban Economics*, 72(2-3), 176-190.

Giuliano, G., Redfearn, C., Agarwal, A., & He, S. (2012). Network accessibility and employment centres. *Urban Studies*, 49(1), 77-95

Hu, Z., & Lo, C. P. (2007). Modeling urban growth in Atlanta using logistic regression. *Computers, environment and urban systems*, 31(6), 667-688.

Jat, M. K., Garg, P. K., & Khare, D. (2008). Monitoring and modelling of urban sprawl using remote sensing and GIS techniques. *International journal of Applied earth Observation and Geoinformation*, 10(1), 26-43.

Jensen, R. R., Gatrell, J. D., McLean, D. D., Hanham, R., & Spiker, J. S. (2005). Urban sprawl detection using satellite imagery and geographically weighted regression. *Geo-spatial technologies in urban environments*, 137-151.

Kim, J. H. (2019). Multicollinearity and misleading statistical results. *Korean journal of anesthesiology*, 72(6), 558.

Kleemann, J., Baysal, G., Bulley, H. N., & Fürst, C. (2017). Assessing driving forces of land use and land cover change by a mixed-method approach in north-eastern Ghana, West Africa. *Journal of environmental management*, 196, 411-442.

Liang, J., Pan, W. S., & Yang, Z. H. (2004). Characterization-based Q-Q plots for testing multinormality. *Statistics & probability letters*, 70(3), 183-190..

Luo, T., Tan, R., Kong, X., & Zhou, J. (2019). Analysis of the driving forces of urban expansion based on a modified logistic regression model: A case study of Wuhan City, Central China. *Sustainability*, *11*(8), 2207.

Mahiny, A. S., & Turner, B. J. (2003, September). Modeling past vegetation change through remote sensing and GIS: a comparison of neural networks and logistic regression methods. In *Proceedings of the 7th international conference on geocomputation*. University of Southampton, UK (pp. 1-24).

Mohammady, S., & Delavar, M. R. (2016). Urban sprawl assessment and modeling using landsat images and GIS. *Modeling Earth Systems and Environment*, *2*, 1-14.

Naikoo, M. W., Rihan, M., Shahfahad, Peer, A. H., Talukdar, S., Mallick, J., ... & Rahman, A. (2023). Analysis of peri-urban land use/land cover change and its drivers using geospatial techniques and geographically weighted regression. *Environmental Science and Pollution Research*, *30*(55), 116421-116439.

O'brien, R. M. (2007). A caution regarding rules of thumb for variance inflation factors. *Quality & quantity*, *41*, 673-690.

Orsi, F., & Le Clec'h, S. (2023). Effects of protected areas on the expansion of impervious surfaces in their vicinity: Evidence from Dutch Natura 2000. *Land use policy*, *127*, 106557.

Osman, T., Divigalpitiya, P., & Arima, T. (2016). Driving factors of urban sprawl in Giza governorate of the Greater Cairo Metropolitan Region using a logistic regression model. *International Journal of Urban Sciences*, *20*(2), 206-225

Overmars, K. D., De Koning, G. H. J., & Veldkamp, A. (2003). Spatial autocorrelation in multi-scale land use models. *Ecological modelling*, *164*(2-3), 257-270.

Qin, H., Li, S., Sun, J., & Cheng, J. (2023). Scale-dependent responses of ecosystem service trade-offs to urbanization in Erhai Lake Basin, China. *Environmental Science and Pollution Research*, *30*(57), 120663-120682.

Stathakis, D. (2016). Forecasting Urban Expansion Based on Night Lights. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, *41*, 1049-1054.

Suits, D. B. (1957). Use of dummy variables in regression equations. *Journal of the American Statistical Association*, *52*(280), 548-551.

Surya, B., Salim, A., Hernita, H., Suriani, S., Menne, F., & Rasyidi, E. S. (2021). Land use change, urban agglomeration, and urban sprawl: A sustainable development perspective of Makassar City, Indonesia. *Land*, *10*(6), 556.

Tilman, D., Fargione, J., Wolff, B., D'antonio, C., Dobson, A., Howarth, R., ... & Swackhamer, D. (2001). Forecasting agriculturally driven global environmental change. *science*, 292(5515), 281-284.

Travisi, C. M., Camagni, R., & Nijkamp, P. (2010). Impacts of urban sprawl and commuting: a modelling study for Italy. *Journal of Transport Geography*, 18(3), 382-392.

Triantakostas, D., Prastacos, P., & Tsoukala, A. (2014). Analyzing urban sprawl in Rethymno, Greece. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 42, 601-610.

Verburg, P. H., & Veldkamp, A. (2005). Introduction to the special issue on spatial modeling to explore land use dynamics. *International Journal of Geographical Information Science*, 19(2), 99-102.

Wang, J., Qu, S., Peng, K., & Feng, Y. (2019). Quantifying urban sprawl and its driving forces in China. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2019, 1-14.

Weilenmann, B., Seidl, I., & Schulz, T. (2017). The socio-economic determinants of urban sprawl between 1980 and 2010 in Switzerland. *Landscape and Urban Planning*, 157, 468-482.

White, H. (1980). A heteroskedasticity-consistent covariance matrix estimator and a direct test for heteroskedasticity. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 817-838.

Xu, G., Zhou, Z., Jiao, L., & Zhao, R. (2020). Compact urban form and expansion pattern slow down the decline in urban densities: A global perspective. *Land Use Policy*, 94, 104563.

Yi, Y., He, F., & Si, Y. (2023). Spatial Effects of Railway Network Construction on Urban Sprawl and Its Mechanisms: Evidence from Yangtze River Delta Urban Agglomeration, China. *Land*, 13(1), 25.

You, H., & Yang, X. (2017). Urban expansion in 30 megacities of China: Categorizing the driving force profiles to inform the urbanization policy. *Land Use Policy*, 68, 531-551.

Zeng, C., Liu, Y., Stein, A., & Jiao, L. (2015). Characterization and spatial modeling of urban sprawl in the Wuhan Metropolitan Area, China. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 34, 10-24.

## Κεφάλαιο 15

### Συμπεράσματα

Στο παρόν κεφάλαιο συνοψίζονται τα κυριότερα ευρήματα της διδακτορικής διατριβής. Τα συμπεράσματα προκύπτουν τόσο από τη βιβλιογραφική έρευνα όσο και από την ανάλυση μέσω της μελέτης περίπτωσης. Οι θεωρητικές βάσεις και τα ερευνητικά ερωτήματα εξετάζονται σε σχέση με τα ευρήματα της εμπειρικής ανάλυσης των δεδομένων.

Στην περιοχή μελέτης, η αστική διάχυση και η έλλειψη κατάλληλου πλαισίου προστασίας οδήγησε σε σημαντική μείωση της αγροτικής γης, καθιστώντας την ανάγκη για στρατηγικές διατήρησής της ακόμα πιο επιτακτική. Στο πλαίσιο αυτό, συμπεριλαμβάνεται ένα κεφάλαιο με προτάσεις προστασίας και ενίσχυσης της αγροτικής γης που εξειδικεύουν πολιτικές/αρχές σχεδιασμού/μέτρα προστασίας.

Τέλος, το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με τους άξονες για μελλοντική έρευνα οι οποίοι δύναται να επικεντρωθούν σε μεθοδολογίες που επιτρέπουν τη διαρκή παρακολούθηση του φαινομένου της αστικής διάχυσης, στην ανάπτυξη μοντέλων πρόβλεψης της μελλοντικής διάχυσης και στην αξιολόγηση των επιπτώσεων της αστικής διάχυσης στην αγροτική γη της περιοχής μελέτης

### 15.1 Τα ερευνητικά ερωτήματα και τα ευρήματα της έρευνας

Τα ερευνητικά ερωτήματα στα οποία απαντούν τα ευρήματα της έρευνας είναι:

- η μέτρηση της αστικής διάχυσης με διαφορετικές μεθοδολογικές προσεγγίσεις,
- ο καθορισμός του χωρικού μοτίβου της διάχυσης,
- η απεικόνιση και η ανάλυση των αλλαγών στις χρήσεις/κάλυψη γης και ιδιαίτερα στην αγροτική γη,
- ο προσδιορισμός των κινητηρίων δυνάμεων που έδρασαν στην περιοχή στο διάστημα των τριαντατεσσάρων ετών και
- η διερεύνηση της αλληλεπίδρασης των κινητηρίων δυνάμεων της αστικής διάχυσης μέσω της ανάλυσης παλινδρόμησης.

#### 15.1.1 Η μέτρηση της αστικής διάχυσης με διαφορετικές προσεγγίσεις

Η μέτρηση της αστικής διάχυσης με διαφορετικές προσεγγίσεις ώστε να είναι δυνατή μια πολυδιάστατη προσέγγιση στην ανάλυση της διάχυσης, πραγματοποιείται με τη χρήση πολλαπλών μετρήσεων στις οποίες συμπεριλαμβάνονται οι μετρήσεις πυκνότητας (πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας, πληθυσμιακή πυκνότητα, πυκνότητα οδικού δικτύου), οι χωρικές μετρήσεις, η εντροπία Shannon και η μέθοδος της Σταθμισμένης Αστικής Εξάπλωση (WUP). Η ανάλυση διαβάθμισης η οποία πραγματοποιείται στον ρυθμό μεταβολής της κτισμένης επιφάνειας και στον ρυθμό μεταβολής του οδικού δικτύου, προσφέρει πληροφορίες τόσο για τον ποσοτικό

προσδιορισμό της αστικής διάχυσης όσο και για τα χωρικά πρότυπα ανά ζώνη και κατεύθυνση. Οι μετρήσεις αυτές, καθώς πραγματοποιούνται για το διάστημα των τριαντατεσσάρων ετών, δίνουν τη δυνατότητα μέτρησης της αστικής διάχυσης τόσο ως στατικής κατάστασης όσο και ως δυναμικής διαδικασίας.

Οι μετρήσεις πυκνότητας που αφορούν στην πληθυσμιακή, κτισμένης επιφάνειας και οδικού δικτύου ακολούθησαν την ίδια στρατηγική ανάλυσης: Οι μετρήσεις που καλύπτουν το διάστημα από 1981 έως και 2015 αποδόθηκαν σε κানাβο 60X60μ. και 420X420μ. για τα έτη αναφοράς, ενώ συνοδεύτηκαν από σειρά χαρτών πυκνότητας πυρήνα (kernel density) με μέγεθος κελιού 30X30. Στόχος ήταν να απεικονιστούν τόσο σε υψηλή ανάλυση όσο και σε γενικότερη οι τοπικές διακυμάνσεις των πυκνοτήτων ενώ η ανάλυση πυκνότητας πυρήνα προσέφερε μια συνεχόμενη επιφάνεια ανάλυσης μεγαλύτερης ευαισθησίας ως προς τις αλλαγές. Ο συνδυασμός των παραπάνω μεθοδολογιών ενίσχυσε το αποτέλεσμα και την αξιοπιστία της ανάλυσης, προσφέροντας επικύρωση των ευρημάτων.

Υψηλή πληθυσμιακή πυκνότητα στον αστικό πυρήνα και χαμηλή πυκνότητα στα προάστια αποτελεί συνήθη δείκτη διάχυσης ενώ υψηλή πυκνότητα οδικού δικτύου συχνά υποδηλώνει αστική διάχυση καθώς περιοχές πέρα από τα όρια της πόλης απαιτούν εκτεταμένα οδικά δίκτυα για τη σύνδεσή τους. Η πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας αποτελεί ευθεία μέτρηση της αστικής διάχυσης καθώς ο δείκτης δείχνει την έκταση της κτισμένης επιφάνειας αλλά και την κατανάλωση γης. Οι μετρήσεις πυκνότητας που πραγματοποιήθηκαν καταδεικνύουν περιοχές στις οποίες η χαμηλή πληθυσμιακή πυκνότητα έχει προκύψει από την ταχεία αύξηση της αστικής γης λόγω διάχυσης, αποκαλύπτουν αν μια περιοχή είναι συμπαγής ή αραιή, δίνουν πληροφορίες για την κατανάλωση γης και παρέχουν πληροφορίες σχετικά με το επίπεδο αστικοποίησης και προσβασιμότητας της περιοχής μελέτης με την πάροδο του χρόνου. Κάθε μία από αυτές τις μετρήσεις προσφέρει μια διαφορετική προοπτική για την αστική διάχυση ενώ παρέχουν ολοκληρωμένη άποψη όταν χρησιμοποιούνται συνδυαστικά.

Από τις μετρήσεις πυκνότητας εξάγονται τα εξής συμπεράσματα: από το 1981 έως το 2015 παρατηρούνται αλλαγές περίξ του κεντρικού πυρήνα της περιοχής μελέτης με σταθερή προς τα έξω επέκταση της αστικής περιοχής. Οι περιοχές στις οποίες η πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας αυξάνει είναι οι βόρειες, κεντρικές και νότιες περιοχές, ενώ αστικοποιούνται και περιοχές στα ανατολικά τόσο στις περιοχές των επεκτάσεων όσο και στις εξωαστικές, εκτός σχεδίου περιοχές. Ο πληθυσμός παρουσιάζει σαφείς τάσεις κατοίκησης μακρύτερα από το κέντρο ενώ εμφανίζονται χαμηλές πυκνότητες, χαρακτηριστικό της αστικής διάχυσης. Το οδικό δίκτυο πυκνώνει σε όλες τις κατευθύνσεις ενώ δημιουργούνται νέοι οδικοί άξονες. Παράλληλα, η πληθυσμιακή πυκνότητα μειώνεται όσο αυξάνει η απόσταση από την κεντρική αστική περιοχή ενώ παρατηρείται μετατόπιση της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας από τις πυκνότερες, συγκεντρωμένες επιφάνειες σε περισσότερο διάσπαρτες και εκτεταμένες, γεγονός που ευθυγραμμίζεται με το τυπικό μοτίβο της αστικής διάχυσης.

Οι χωρικές μετρήσεις, μια από τις σημαντικότερες τεχνικές μέτρησης και ανάλυσης της διάχυσης, μπορούν τόσο να ποσοτικοποιήσουν την αστική διάχυση όσο και να περιγράψουν το χωρικό της μοτίβο. Οι μετρήσεις Patch Density (PD), Edge Density (ED), Mean Patch Area (AREA\_MN), Largest Patch Index (LPI) και Mean Euclidean Nearest-neighbor Distance (ENN\_AM) αποτελούν μετρήσεις ποσοτικοποίησης και κατακερματισμού των μορφωμάτων, τα οποία αποτελούν χαρακτηριστικά της αστικής διάχυσης και αφορούν στο σύνολο της περιοχής μελέτης. Σύμφωνα με τις παραπάνω μετρήσεις, οι τιμές του δείκτη PD αυξάνουν συνεχώς γεγονός που δείχνει ότι η κτισμένη επιφάνεια βρίσκεται κατακερματισμένη (διασκορπισμένη) στο χώρο. Ομοίως, αυξάνονται οι τιμές του δείκτη ED καθώς η χωρική ανομοιογένεια αυξάνει. Οι πτωτικές τιμές του δείκτη LPI δείχνουν ότι η περιοχή μελέτης γίνεται όλο και πιο διασκορπισμένη, βρίσκεται δηλαδή σε αστική διάχυση. Ο δείκτης AREA\_MN δείχνει ότι τα μορφώματα γίνονται όλο και μικρά, δηλ. η διάχυση αφορά κυρίως κατοικίες μικρού μεγέθους. Τέλος, η μεταβαλλόμενη τάση του δείκτη ENN\_MN δείχνει ότι η αστική διάχυση αναπτύσσεται από τις κεντρικές περιοχές προς τους διασκορπισμένους αστικούς θύλακες αλλά και πέρα από αυτούς, με τη γενική τάση να οδηγεί βαθμιαία σε περισσότερο συνεχές αστικό περιβάλλον.

Η ανάλυση διαβάθμισης χωρίζει την περιοχή μελέτης σε έξι ομόκεντρους κύκλους ανά ένα χιλιόμετρο (μέχρι 6000μ.) και σε οκτώ κατευθύνσεις, με τις μελετώμενες επιφάνειες να είναι: Βόρεια βορειοανατολική (BBA), Ανατολική βορειοανατολική (ABA), Ανατολική νοτιοανατολική (ANA), Νότια νοτιοανατολική (NNA), Νότια νοτιοδυτική (NND), Δυτική νοτιοδυτική (ΔND), Δυτική βορειοδυτική (ΔBD) και Βόρεια βορειοδυτική (BBD). Το αποτέλεσμα είναι ιδιαίτερα χρήσιμο καθώς παρέχει τη δυνατότητα συγκρίσεων και αξιολογήσεων διαφορετικών κατευθύνσεων και ζωνών σε διαφορετικές χρονικές περιόδους.

Η ανάλυση διαβάθμισης που πραγματοποιείται στον ρυθμό μεταβολής της κτισμένης επιφάνειας αποκαλύπτει ποιες περιοχές έχουν επεκταθεί γρηγορότερα με την πάροδο του χρόνου προσδιορίζοντας ποσοτικά τον ρυθμό της επέκτασης σε διαφορετικές κατευθύνσεις και ζώνες. Ομοίως, η ανάλυση διαβάθμισης στον ρυθμό μεταβολής του οδικού δικτύου ποσοτικοποιεί την επέκταση της μεταφορικής υποδομής σε διαφορετικές κατευθύνσεις και ζώνες. Για το συνολικό διάστημα των τριαντατεσσάρων ετών, οι περιοχές με τον υψηλότερο ρυθμό μεταβολής της κτισμένης επιφάνειας είναι οι περιοχές στην περίμετρο του κέντρου, από τη ζώνη των 3000μ. και εξής, ιδιαίτερα προς τις NNA, NND και BBA κατευθύνσεις. Η ζώνη των 6000μ. παρουσίασε τη μέγιστη μεταβολή με ποσοστό που αγγίζει το 300% ακολουθούμενη από τις ζώνες των 5000μ και 4000μ. Η ζώνη των 1000μ. (κέντρο) είχε μέσο ρυθμό μεταβολής 1,25% ενώ κάθε ζώνη αυξάνεται περίπου κατά μέσο όρο 5,5% από την προηγούμενη της. Η BBA κατεύθυνση ήταν αυτή που αυξήθηκε γρηγορότερα στο διάστημα των τριαντατεσσάρων ετών με ποσοστό πάνω από 100%, ακολουθούμενη από την NNA κατεύθυνση. Για το συνολικό διάστημα των τριαντατεσσάρων ετών, ο ρυθμός μεταβολής του οδικού δικτύου έδειξε σημαντική αύξηση στις ζώνες από τα 3000μ. και εξής και προς όλες τις κατευθύνσεις. Η ζώνη των 6000μ. παρουσίασε τη μεγαλύτερη αύξηση με ρυθμό 215% ακολουθούμενη από τη ζώνη των 4000 μέτρων με 185%, τη ζώνη των 5000 μέτρων με 171%, και τη ζώνη των 3000 μέτρων με 141%. Η



μεγαλύτερη αύξηση του οδικού δικτύου σημειώθηκε την περίοδο 2001-2015, η οποία συνέπεσε με σημαντική αύξηση της κτισμένης επιφάνειας στις ίδιες ζώνες. Η κατεύθυνση με τη μεγαλύτερη αύξηση του οδικού δικτύου ήταν και εδώ η NNA με αύξηση 150% περίπου στο διάστημα των τριαντατεσσάρων ετών. ακολουθούμενη από την NNA. Η πλήρης ταύτιση του ρυθμού μεταβολής του πραγματοποιημένου οδικού δικτύου με τον ρυθμό μεταβολής της κτισμένης επιφάνειας επιβεβαιώνει τη θεωρία της αστικής διάχυσης για συσχέτιση των παραμέτρων του οδικού δικτύου με αυτών της κτισμένης επιφάνειας.

Η μέτρηση της αστικής διάχυσης με την εντροπία Shannon αποτελεί ευρέως διαδεδομένη μέθοδο η οποία μετρά το βαθμό της χωρικής συγκέντρωσης ή της διασποράς μιας περιοχής, βασιζόμενη στη θεώρηση ότι όσο αυξάνει η κτισμένη επιφάνεια και η αστική διάχυση, τόσο αυξάνει η εντροπία της περιοχής. Από τις καταγεγραμμένες τιμές προκύπτει ότι η περιοχή μελέτης βρίσκεται σε αστική διάχυση με υψηλή χωρική ετερογένεια καθώς οι τιμές της εντροπίας Shannon αυξάνονται διαρκώς και τείνουν στην τιμή κορεσμού. Η ανάλυση διαβάθμισης στην μέτρηση της εντροπίας Shannon αποκαλύπτει ότι οι τιμές της εντροπίας αυξάνουν από χρονιά σε χρονιά στις περιοχές πάνω από τα 4000μ, με την απόσταση των 6000μ. να παρουσιάζει την μεγαλύτερη αύξηση στο διάστημα των τριαντατεσσάρων ετών που αγγίζει το 65%. Οι κατευθύνσεις που παραμένουν σταθερά υψηλές είναι η NNA και η NNA ακολουθούμενες από την BBA.

Η μέτρηση της αστικής διάχυσης με την μέθοδο της Σταθμισμένης Αστικής Εξάπλωσης (WUP) υπολογίζει τον βαθμό αστικής διάχυσης ως αριθμητική τιμή. Η μέθοδος υποθέτει ότι όσο αυξάνεται η κτισμένη επιφάνεια, όσο πιο διασπαρμένη γίνεται και όσο μεγαλύτερη είναι η κατανάλωση της κτισμένης επιφάνειας ανά κάτοικο ή θέση εργασίας τόσο υψηλότερος είναι ο συνολικός βαθμός αστικής διάχυσης. Οι τιμές WUP δείχνουν ότι η περιοχή μελέτης βρίσκεται σε αυξανόμενη αστική διάχυση που ξεκίνησε από το 1981. Από το 1996, η κτισμένη επιφάνεια ξεκινά να αυξάνει με γρήγορους ρυθμούς χωρίς να ακολουθείται από αντίστοιχη πληθυσμιακή αύξηση, καθώς ο πληθυσμός της περιοχής μελέτης έως και το 2015 είναι σταθεροποιημένος. Το αποτέλεσμα της έντονης διάχυσης παρατηρείται από το 2001 και εξής με αλματώδη άνοδο της τιμής WUP καθώς αυξάνει η κτισμένη επιφάνεια και το ποσοστό της κατανάλωσης γης ανά κάτοικο είναι υψηλό. Η ανάλυση διαβάθμισης στην μέτρηση WUP αποκαλύπτει ότι από τα 3000μ. και εξής οι τιμές αυξάνονται σημαντικά υποδεικνύοντας αστική διάχυση. Η λεπτομερής ανάλυση που πραγματοποιήθηκε στις επιφάνειες της ανάλυσης διαβάθμισης μεταξύ των τιμών της σταθμισμένης αστικής εξάπλωσης και του πληθυσμού αποδεικνύει ότι η έκταση και η φύση της διάχυσης εξαρτώνται από την ισορροπία μεταξύ των τιμών της σταθμισμένης αστικής εξάπλωσης και του πληθυσμού. Περιοχές με χαμηλές τιμές WUP και χαμηλό πληθυσμό έχουν περισσότερο ημι-αγροτικό, μη αστικό χαρακτήρα ενώ περιοχές με χαμηλές τιμές WUP και υψηλό πληθυσμό είναι οι περιοχές του κεντρικού πυρήνα της πόλης. Οι περιοχές διάχυσης υποδεικνύονται από αυξανόμενες τιμές της σταθμισμένης αστικής εξάπλωσης, ακόμα και με μέτρια μεγέθη πληθυσμού.

Συνολικά, τα αποτελέσματα καταδεικνύουν ότι η αστική διάχυση έχει επηρεάσει σημαντικά την περιοχή μελέτης, δημιουργώντας διάσπαρτα και κατακερματισμένα αστικά μορφώματα. Η αυξημένη προσβασιμότητα μέσω του οδικού δικτύου έχει διαδραματίσει κρίσιμο ρόλο στη διαδικασία αυτή. Η χρήση πολλαπλών μεθοδολογιών εισήγαγε διαφορετικές οπτικές για την αστική διάχυση αποκαλύπτοντας ποικίλες πτυχές του φαινομένου, ενίσχυσε την αξιοπιστία των ευρημάτων επιτρέποντας την επαλήθευση και προσέφερε μια ολοκληρωμένη εικόνα της αστικής διάχυσης αναδεικνύοντας τις διαφορετικές διαστάσεις και αλληλεπιδράσεις του φαινομένου.

### 15.1.2 Ο προσδιορισμός του χωρικού μοτίβου της διάχυσης

Το χωρικό μοτίβο της διάχυσης διερευνάται με τη χρήση διαφορετικών μεθοδολογιών, αρκετές από τις οποίες χρησιμοποιήθηκαν στη μέτρηση της αστικής διάχυσης. Γίνεται χρήση των χωρικών αναλύσεων μέσης απόστασης από εγγύτερο γείτονα (Average Nearest Neighbor Analysis) και συνάρτησης K (Ripley's K function) στα αποτελέσματα των μετρήσεων πυκνότητας ενώ χρησιμοποιούνται επίσης και χωρικές μετρήσεις οι οποίες προσδιορίζουν το μοτίβο της διάχυσης. Η χρήση του δείκτη Επέκτασης Τοπίου (Landscape Expansion Index, LEI) προσδιορίζει το χωρικό μοτίβο της αστικής διάχυσης χρησιμοποιώντας τις εξής κατηγορίες: πλήρωση (infilling), επέκταση ακμών (edge – expansion) και απομάκρυνση (outlying). Τέλος, η ανάλυση διαβάθμισης στον δείκτη Επέκτασης Τοπίου παρέχει δυναμικές πληροφορίες για τις χωρικές και κατευθυντικές πτυχές της διάχυσης.

Οι μετρήσεις πυκνότητας που αφορούν στην πληθυσμιακή πυκνότητα, την πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας και την πυκνότητα του οδικού δικτύου ακολούθησαν την ίδια στρατηγική μελέτης: Τα αποτελέσματα των μετρήσεων πυκνότητας (πληθυσμιακή πυκνότητα, πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας και πυκνότητα του οδικού δικτύου) υποβλήθηκαν σε χωρική ανάλυση με τη βοήθεια της ανάλυσης της μέσης απόστασης από εγγύτερο γείτονα και συνάρτησης K προκειμένου να ευρεθεί εάν η διάταξη των δεδομένων είναι ομαδοποιημένη, τυχαία ή διεσπαρμένη από ότι θα αναμενόταν σε μια θεωρητική τυχαία κατανομή και εάν η διάταξη είναι ομαδοποιημένη σε ορισμένες αποστάσεις ή αν υπάρχουν συγκεκριμένες αποστάσεις στις οποίες το μοτίβο αλλάζει.

Η ανάλυση μέσης απόστασης από εγγύτερο γείτονα και στις τρεις πυκνότητες εμφανίζει ομαδοποιημένο μοτίβο της πυκνότητας ενώ η χρήση της συνάρτησης K αποδεικνύει ότι τόσο ο πληθυσμός όσο και η κτισμένη επιφάνεια και το οδικό δίκτυο παραμένουν σχετικά συγκεντρωμένοι σε μικρότερες αποστάσεις, ενδεικτικό ενός αστικού κέντρου, ενώ όσο αυξάνεται η απόσταση, πάνω από τα 3500μ, η κατανομή γίνεται λιγότερο πυκνή και πιο διασκορπισμένη, κάτι που αντικατοπτρίζει τη διαδικασία της αστικής διάχυσης.

Οι χωρικές μετρήσεις Number of Patches (NP), Landscape Shape Index (LSI), και Aggregation Index (AI) περιγράφουν την γεωμετρική και χωρική διαμόρφωση των μορφωμάτων προσφέροντας πληροφορίες για το χωρικό μοτίβο της αστικής διάχυσης. Σύμφωνα με την τιμή του NP, οι τιμές αυξάνουν σε κάθε περίοδο αναφοράς γεγονός που σημαίνει ότι η περιοχή μελέτης γίνεται περισσότερο κατακερματισμένη και

πολύπλοκη, χαρακτηριστικό της διάχυσης. Οι τιμές του δείκτη LSI αυξάνουν καταδεικνύοντας ότι το σχήμα της περιοχής μελέτης γίνεται όλο και πιο σύνθετο και ακανόνιστο καθώς επίσης και πιο διασπαρμένο, σημάδι αστικής διάχυσης. Τέλος ο δείκτης ΑΙ φθίνει, γεγονός που δείχνει ότι η περιοχή μελέτης γίνεται όλο και πιο διασκορπισμένη.

Ο Δείκτης Επέκτασης Τοπίου παρέχει την πιο αναλυτική εικόνα για το μοτίβο της διάχυσης, ποσοτικοποιώντας την χωρική σχέση μεταξύ του παλαιότερου αστικού ιστού και της πρόσφατα κτισμένης επιφάνειας. Το αποτέλεσμα κατηγοριοποιείται σε τρεις τύπους ως εξής: πλήρωση (infilling), επέκταση ακμών (edge – expansion) και απομάκρυνση (outlying). Ο δείκτης υπολογίστηκε για πέντε χρονικές περιόδους, από το 1981 έως το 1991, από το 1991 έως το 1996, από το 1996 έως το 2001, από το 2001 έως το 2008 και από το 2008 έως το 2015.

Το μοτίβο της επέκτασης ακμών (edge-expansion) κυριάρχησε σε όλες τις χρονικές περιόδους, αποτελώντας το βασικό μοτίβο αστικής διάχυσης. Επίσης, δεν παρατηρήθηκε διαφοροποίηση του Δείκτη Επέκτασης τοπίου αναλογικά με τις διαφορετικές χρήσεις/κάλυψη γης, με το μοτίβο της επέκτασης ακμών να κυριαρχεί ανεξαρτήτως χρήσης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η αστική διάχυση της περιοχής μελέτης χαρακτηρίζεται από μια συνεχή επέκταση ακμών με περιορισμένη πλήρωση και αυξητική τάση της απομάκρυνσης σε συγκεκριμένες περιόδους. Αυτή η μορφή είναι χαρακτηριστική της αύξησης των αστικών περιοχών με την προσθήκη νέων κτισμάτων στις παρυφές των ήδη αναπτυγμένων περιοχών. Η χρήση του σταθμισμένου Μέσου Δείκτη Επέκτασης (AWMEI) επιβεβαίωσε την κυριαρχία του μοτίβου της επέκτασης ακμών σε όλες τις χρονικές περιόδους, με την υψηλότερη τιμή να παρατηρείται το διάστημα 2001-2008.

Η εφαρμογή της ανάλυσης διαβάθμισης στον δείκτη Επέκτασης Τοπίου (LEI), ποσοτικοποίησε τους τρεις τύπους για κάθε έτος αναφοράς χρησιμοποιώντας τις δημιουργηθείσες ζώνες από 1000μ έως και 6000μ και τις οκτώ κατευθύνσεις. Σε όλες τις χρονικές περιόδους, το μοτίβο της επέκτασης ακμών ήταν το κυρίαρχο. Από την ανάλυση προέκυψε ότι η επέκταση ακμών κυμάνθηκε από 62% έως και 99,9% τόσο για την κτισμένη επιφάνεια όσο και για τα κτίσματα. Η επέκταση αυτή παρατηρήθηκε πιο έντονα στις ζώνες των 1000μ έως 3000μ, με τις υψηλότερες τιμές να σημειώνονται τη δεκαετία 2001-2008 και 2008-2015. Το μοτίβο της πλήρωσης ήταν περιορισμένο ενώ εμφανίστηκε κυρίως στις ζώνες των 1000μ. και 2000μ. Το μοτίβο της απομάκρυνσης εμφανίστηκε κυρίως στις ζώνες από 4000μ. και άνω. Την περίοδο 1991-1996, το μοτίβο της απομάκρυνσης σημείωσε αύξηση, φτάνοντας το 38,5% στη ζώνη των 5000μ για την κτισμένη επιφάνεια. Οι BBA και NNA κατευθύνσεις ήταν εκείνες με τις εντονότερες τάσεις διάχυσης, με την BBA κατεύθυνση να δείχνει τη μεγαλύτερη αύξηση κατά την περίοδο 2001-2008.

Η χρήση διαφορετικών μεθοδολογιών ήταν και εδώ σημαντική για την ανάδειξη του χωρικού μοτίβου της αστικής διάχυσης, καθώς κάθε μεθοδολογία προσφέρει μια μοναδική προοπτική και αναδεικνύει διαφορετικές πτυχές: οι χωρικές αναλύσεις στα δεδομένα πυκνότητας παρείχαν πληροφορίες για την ομαδοποίηση ή διασπορά των

δεδομένων, οι χωρικές μετρήσεις προσδιόρισαν την γεωμετρική και χωρική διαμόρφωση των μορφωμάτων επιτρέποντας την αξιολόγηση του κατακερματισμού και της πολυπλοκότητας της περιοχής μελέτης ενώ ο Δείκτης Επέκτασης Τοπίου και η ανάλυση διαβάθμισης παρείχαν λεπτομερή εικόνα για τις χωρικές και χρονικές αλλαγές της διάχυσης. Συνολικά, η ανάλυση δείχνει ότι η αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης κυριαρχείται από το μοτίβο της επέκτασης ακμών, ενώ η πλήρωση ανάμεσα στην υφιστάμενη κτισμένη επιφάνεια είναι περιορισμένη. Μοτίβο απομάκρυνσης, αν και μικρό, παρατηρείται σε περιοχές άνω των 5000μ. Οι χωρικές μετρήσεις περιγράφουν το εξελισσόμενο μοτίβο της διάχυσης στην περιοχή μελέτης δείχνοντας αυξημένο κατακερματισμό, πολυπλοκότητα και διασπορά.

### 15.1.3 Ανάλυση των αλλαγών στις χρήσεις/κάλυψη γης με έμφαση στην αγροτική γη

Για την απεικόνιση και την ανάλυση των αλλαγών στις χρήσεις/κάλυψη γης της περιοχής μελέτης, δημιουργήθηκαν δεκατέσσερις κατηγορίες χρήσεων/κάλυψη γης (αναλυτικό επίπεδο) βασισμένες στο σύστημα ταξινόμησης του Corine Land Cover προσφέροντας λεπτομέρεια στην καταγραφή, τυποποιημένο και σαφές πλαίσιο για την χαρτογράφηση και την απόδοση των αλλαγών και βάθος στην ανάλυση. Η χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) επέτρεψε την ανίχνευση, την παρακολούθηση, την χαρτογράφηση και την χωρική ανάλυση των αλλαγών στο διάστημα των τριαντατεσσάρων ετών. Η χρήση των χωρικών μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν τόσο σε επίπεδο συνολικής επιφάνειας της περιοχής μελέτης (landscape level) όσο και σε επίπεδο κατηγοριών ταξινόμησης (class level) ποσοτικοποίησαν τα χωρικά μοτίβα παρέχοντας πληροφορίες για την εξέλιξη και τη δυναμική της περιοχής μελέτης ενώ η ανάλυση διαβάθμισης προσέφερε πολύτιμες πληροφορίες για την εξέλιξη των χρήσεων/κάλυψη γης σε συγκεκριμένες ζώνες και κατευθύνσεις.

Η μελέτη των χρήσεων/κάλυψη γης από το 1981 έως το 2015 αποκαλύπτει τις σημαντικές τάσεις, την δυναμική και τον μετασχηματισμό της περιοχής μελέτης η οποία χαρακτηρίζεται από αστική διάχυση, αύξηση των αστικών χρήσεων/κάλυψη γης και μείωση της αγροτικής γης και των ανοικτών, ελεύθερων-αδόμητων χώρων/χώρων αστικού πρασίνου.

Κατά την περίοδο 1981-1996 κυριαρχεί ο πυκνός αστικός ιστός του παλαιού κέντρου ενώ αυξάνει η κατηγορία Εμπόριο/Χονδρεμπόριο/ΒΙΟΠΑ λόγω υλοποίησης του Γ.Π.Σ '86. Οι άγονες εκτάσεις μειώνονται σημαντικά (50,06%) λόγω αστικοποίησης. Η μείωση της αγροτικής γης είναι μικρή ενώ ενισχύεται η Δημόσια κτιριακή υποδομή, λόγω υλοποίησης του πολεοδομικού σχεδιασμού τόσο στις παλαιότερες (δεκαετία '70) όσο και στις νεότερες (δεκαετίες '80 και '90) εντάξεις στο σχέδιο πόλεως. Η περίοδος 1996-2008 χαρακτηρίζεται από την κορύφωση της αστικής διάχυσης καθώς ο αραιός αστικός ιστός αυξάνει κατά 36,97%. Την ίδια περίοδο παρατηρείται και η μεγαλύτερη μετατροπή αγροτικών εκτάσεων σε αστική γη, τόσο στις μόνιμες καλλιέργειες (34,06%) όσο και στις ελαιοκαλλιέργειες (26,12%). Μείωση σημειώνεται και στην κατηγορία Πλατείες/ Αστικό Πράσινο/ Ελεύθεροι-Αδόμητοι Χώροι (54,08%)

οφειλόμενη στην αστική διάχυση, ενώ οι αθλητικές υποδομές αυξάνονται ιδιαίτερα (101.13%) λόγω υλοποίησης του πολεοδομικού σχεδιασμού σε παλαιότερες και νέες επεκτάσεις. Κατά την περίοδο 2008-2015 ο μετασχηματισμός της περιοχής συνεχίζεται με βραδύτερο ρυθμό λόγω της κορύφωσης της ελληνικής κρίσης.

Συνολικά, στο διάστημα των τριαντατεσσάρων ετών παρατηρείται:

- Αύξηση των αστικών καλύψεων σε όλες τις κατηγορίες του αστικού ιστού
  - Αραιός αστικός ιστός: Αύξηση κατά 43,48% υποδηλώνοντας αστική διάχυση, η οποία επεκτείνεται όλο και μακρύτερα από τις περιοχές του κέντρου, τόσο στις περιοχές των επεκτάσεων όσο και έξω από αυτές.
  - Μέτριος και πυκνός αστικός ιστός: Ιδιαίτερα υψηλή αύξηση του μέτριου αστικού ιστού, 74,98%, καθώς αραιότερος αστικός ιστός μετατρέπεται σε μέτριο λόγω αστικοποίησης κυρίως στις περιοχές των επεκτάσεων. Ο πυκνός αστικός ιστός αυξάνει κατά 30% περίπου.
- Αύξηση της δημόσιας κτιριακής υποδομής και των αθλητικών εγκαταστάσεων: Η υλοποίηση του πολεοδομικού σχεδιασμού του Γ.Π.Σ του '86 και των πολεοδομικών μελετών που ακολούθησαν, αυξάνει την δημόσια κτιριακή υποδομή (66,92%) και τις αθλητικές εγκαταστάσεις (151,23%).
- Ανάπτυξη εμπορικών και βιομηχανικών/βιοτεχνικών περιοχών: Η χρήση/κάλυψη γης Εμπόριο/Χονδρεμπόριο/ΒΙΟΠΑ αυξάνει σημαντικά εξαιτίας της επέκτασής της το 1999 (152,57%).
- Μείωση αγροτικής γης: Στο ίδιο διάστημα, οι μόνιμες καλλιέργειες και οι ελαιοκαλλιέργειες μειώθηκαν κατά 45,33% και 36,88% αντίστοιχα, υποδεικνύοντας την μετατροπή της αγροτικής γης σε αστική και σε άλλες μη αγροτικές χρήσεις.
- Μείωση ελεύθερων-αδόμητων χώρων/χώρων αστικού πράσινου: Μείωση κατά 70,66% λόγω υλοποίησης του πολεοδομικού σχεδιασμού του Γ.Π.Σ του '86 σε περιοχές των επεκτάσεων του σχεδίου πόλης.
- Σταθερότητα στις δασικές εκτάσεις/προστατευόμενες περιοχές/υγροβιότοπους: Οι δασικές εκτάσεις μειώθηκαν ελάχιστα (0,12%) εξαιτίας της διάνοιξης της μικρής περιμετρικής οδού. Παρατηρείται ότι περιοχές με ισχυρό καθεστώς προστασίας όπως προστατευόμενες περιοχές/υγροβιότοποι και δασικές εκτάσεις παρέμειναν ουσιαστικά αμετάβλητες.
- Άγονες εκτάσεις/εκτάσεις χωρίς χρήση: Μείωση των εκτάσεων αυτών κατά 44,57% και 28,63% αντίστοιχα, λόγω αστικοποίησης

Από την ανάλυση των χωρικών μετρήσεων στις χρήσεις/κάλυψη γης από το 1981 έως το 2015 προκύπτει ότι η χωρική ετερογένεια του χώρου αυξάνει διαρκώς (δείκτες CONTAG, SHDI, PD, AI) λόγω αστικής διάχυσης. Επίσης, παρατηρείται μείωση και κατακερματισμός στις κατηγορίες χρήσεις/κάλυψη γης (TCA) και αύξηση της πολυπλοκότητας στα μοτίβα καθώς η αστική διάχυση δεν ακολουθεί ομοιόμορφη ή προβλέψιμη πορεία. Η αστικοποίηση και η μείωση των φυσικών εκτάσεων (LPI, COHESION) αποτελεί ακόμα ένα εύρημα της ανάλυσης ενώ τέλος, παρατηρείται έντονος μετασχηματισμός μεταξύ αγροτικών και αστικών εκτάσεων μετά το 1996

καθώς η αγροτική γη μειώνεται και κατακερματίζεται ενώ οι αστικές χρήσεις αυξάνουν.

Η ανάλυση διαβάθμισης στις χρήσεις/κάλυψη γης κατά το διάστημα των τριαντατεσσάρων ετών αποκαλύπτει ότι η βόρεια βορειοανατολική κατεύθυνση και οι ζώνες των 4000μ. και των 6000μ. καθώς και η νότια νοτιοανατολική κατεύθυνση και η ζώνη των 4000μ. ήταν αυτές με αλλαγές στις χρήσεις/κάλυψη γης πάνω από 50%. Στην πρώτη περίπτωση πρόκειται για περιοχές που εντάχθηκαν στο σχέδιο πόλης από το 1980 και εξής με τον χαρακτήρα των περιοχών αυτών να είναι κυρίως αστικός, ενώ στη δεύτερη περίπτωση παλιοί αγροτικοί οικισμοί (Μπεγουλάκι) γνώρισαν έντονες πιέσεις και μεταβολές με σημαντική μείωση της αγροτικής γης. Στις ζώνες μέχρι 2000μ. οι κυριότερες αλλαγές αφορούν στην αστικοποίηση και στην πυκνωση από αραιό αστικό ιστό σε μέτριο και πυκνό και στην μείωση των ανοικτών/ελεύθερων-αδόμητων χώρων. Στις ζώνες από 3000μ. μέχρι και 4000μ. παρατηρείται έντονη μεταβολή μονίμων καλλιεργειών και ελαιοκαλλιεργειών σε αραιό αστικό ιστό, λόγω αστικής διάχυσης. Τέλος, στις ζώνες από 5000μ και πάνω, παρατηρείται μεταβολή των μονίμων καλλιεργειών και ελαιοκαλλιεργειών σε αραιό αστικό ιστό και σε εμπορικές/βιομηχανικές περιοχές ενώ οι ζώνες αυτές εμφανίζουν και την μεγαλύτερη αντίσταση στη διάχυση.

#### **15.1.3.1 Η Αγροτική γη στις περιοχές των επεκτάσεων και στις εκτός σχεδίου περιοχές**

Οι μειώσεις στην αγροτική γη λόγω αστικής διάχυσης ήταν εντονότερες στις χαμηλές κλίσεις από 0 -20 μέτρα και από 20-40 μέτρα, καθώς οι πεδινές περιοχές και οι περιοχές πλησίον του θαλάσσιου μετώπου ήταν περισσότερο ευάλωτες στις αστικές πιέσεις. Οι μόνιμες καλλιέργειες εμφανίζονται ανθεκτικότερες στις ζώνες 60-80 μέτρα και 80-100 μέτρα ενώ η ελαιοκαλλιέργεια μετά τη συρρίκνωσή της στα πεδινά απαντάται σε υψηλότερα υψόμετρα, κυρίως στη ζώνη 60-80 μέτρων.

Η προσθήκη εκτάσεων πολλαπλάσιων των πληθυσμιακών αναγκών, είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία αραιού ιστού καθώς η πόλη επεκτάθηκε προς όλες τις δυνατές κατευθύνσεις. Συγκεκριμένα, οι έντεκα επεκτάσεις του σχεδίου πόλης κατ' εφαρμογή του Γ.Π.Σ '86, προσέθεσαν 728,39ha νέας γης σε επαφή με τον παλαιότερο αστικό ιστό. Οι εκτάσεις αυτές ήταν κυρίως περιοχές που βρίσκονταν στα όρια του εγκεκριμένου σχεδίου πόλης και ήταν εξαιρετικά αραιά δομημένες είτε με το καθεστώς ορίων οικισμού προ '23, είτε με το καθεστώς της εκτός σχεδίου δόμησης με πρόσωπο σε οδικό άξονα. Αν και αρκετή από την αγροτική γη που χάθηκε ήταν εντός οικιστικών περιοχών οπότε και αστικοποιήθηκε, είναι επίσης προφανής η έλλειψη πολιτικών διατήρησής της. Οι περιοχές που πρώτες χάνουν την αγροτική τους γη είναι οι περιοχές των επεκτάσεων της δεκαετίας του '70 ακολουθούμενες από αυτές της δεκαετίας του '80 και του '90. Η διαδικασία σταδιακής έκπτωσης της αγροτικής γης αφορά αρχικά την εγκατάλειψή της ή τη μετατροπή της σε αστικό απόθεμα, δηλ. υποβαθμισμένα οικόπεδα με χρήση αποθήκης ή μικτή χρήση. Στη συνέχεια η γη αυτή μετατρέπεται σε οικιστική ή βιομηχανική.

Από την μελέτη των χρήσεων/κάλυψη γης προέκυψε ότι κατά το διάστημα των τριαντατεσσάρων ετών, οι εκτάσεις που εντάχθηκαν στο σχέδιο πόλης την περίοδο 1980-1989 είχαν αύξηση της κτισμένης επιφάνειας κατά 61,97% και μειώσεις της αγροτικής γης περίπου 70%. με την περίοδο εντονότερης αστικοποίησης μεταξύ 1996 και 2008. Αντίστοιχα, στις εντάξεις της περιόδου 1990-1999 η κτισμένη επιφάνεια αυξήθηκε κατά 81,17% ενώ οι μειώσεις ήταν 58,94% για τη μόνιμη καλλιέργεια και 59,27% για την ελαιοκαλλιέργεια. Η απόσταση από την περιοχή του κέντρου έπαιξε ρόλο στον ρυθμό αστικοποίησης, με τη ζώνη από 4000μ. και άνω να εμφανίζει αργότερους ρυθμούς. Από τις περιοχές με τις μεγαλύτερες απώλειες αγροτικής γης τόσο στις μόνιμες καλλιέργειες όσο και στις ελαιοκαλλιέργειες ήταν η επέκταση Μακρυγιάννη/Μπεγουλάκι (1995). Μεγάλη μείωση της ελαιοκαλλιέργειας σημειώθηκε στην επέκταση Κρύα Ιτέων (1988) και επέκταση ΒΙΠΑ-ΒΙΟΠΑ (1999). Η περίοδος με τις εντονότερες μειώσεις στην αγροτική γη ήταν μεταξύ 1996 και 2008. Από το 2008 μέχρι το 2015 παρατηρείται σχετική σταθεροποίηση της αγροτικής γης. Η περίοδος συμπίπτει με την έναρξη και την κορύφωση της ελληνικής κρίσης με την οικοδομική δραστηριότητα να είναι ιδιαίτερα περιορισμένη.

Αύξηση της κτισμένης επιφάνειας παρατηρείται και στις εκτός σχεδίου περιοχές. Η κτισμένη επιφάνεια υπερδιπλασιάστηκε στο διάστημα 1981-2015, με την μεγαλύτερη αύξηση (102,35%) να σημειώνεται στο διάστημα 1996-2008. Αντίστοιχα, η αγροτική γη μειώνεται σταδιακά καθώς στη συγκεκριμένη περιοχή παρουσιάζει μέτρια αντίσταση στην μετατροπή της σε αστική με απώλειες 31,28% μόνιμων καλλιεργειών και 19,80% ελαιοκαλλιεργειών. Οι αλλαγές στις εκτός σχεδίου περιοχές αποτελούν χαρακτηριστικό παράδειγμα του τρόπου με τον οποίο η αστική διάχυση επηρεάζει περιοχές εκτός της επίσημης δικαιοδοσίας του σχεδιασμού, εκφράζοντας μια γενικότερη τάση αστικοποίησης και διάχυσης πέρα από το όριο του σχεδίου πόλης σε εκτάσεις που παραδοσιακά είχαν γεωργική γη ή ανοικτούς, ακάλυπτους χώρους. Οι πιέσεις που ασκεί η αστική διάχυση στις εκτός σχεδίου περιοχές τονίζει την ανάγκη εφαρμογής ολοκληρωμένου πλαισίου σχεδιασμού με επέκταση των μέτρων του πολεοδομικού σχεδιασμού για την προστασία της αγροτικής γης.

#### **15.1.4 Οι επεκτάσεις του σχεδίου πόλης και η αστική διάχυση**

Η αλματώδης αύξηση της κτισμένης επιφάνειας από το 1981 μέχρι και το 2015 σε όλες τις περιοχές των επεκτάσεων με ταυτόχρονη μείωση της αγροτικής γης, δείχνει ότι η αστική διάχυση προηγήθηκε της διοικητικής ενσωμάτωσης των επεκτάσεων στο σχέδιο πόλης με τις περιοχές αυτές να λειτουργούν ως νόμιμοι υποδοχείς της αστικής διάχυσης και τον αστικό ιστό να παραμένει αραιός. Ο τρόπος λειτουργίας είναι ο εξής: περιοχές στα όρια του παλαιού εγκεκριμένου σχεδίου πόλης ήταν αραιά δομημένες είτε με το καθεστώς ορίων οικισμού προ '23, είτε με το καθεστώς της εκτός σχεδίου δόμησης με πρόσωπο σε οδικό άξονα. Στη συνέχεια γίνονται περισσότερο πυκνοκατοικημένες και αναγνωρίζονται ως περιοχές επεκτάσεων ενώ κατόπιν ενσωματώνονται στον αστικό ιστό νομιμοποιώντας την υπάρχουσα διάχυση. Η απώλεια αγροτικής γης λόγω ένταξης στο σχέδιο πόλης είναι γνωστό επακόλουθο καθώς η γη αυτή χρησιμοποιείται για ανέγερση κατοικίας, αστική υποδομή και εμπορική ή βιομηχανική χρήση.

Το μεγάλο χρονικό διάστημα που παρατηρείται ανάμεσα στην αρχική διάχυση και στη θεσμοθέτηση του σχεδίου πόλης επέφερε σημαντικές συνέπειες στην περιοχή μελέτης δημιουργώντας κατακερματισμένη και αναποτελεσματική αστική ανάπτυξη. Σε αυτά σημειώνονται ο εκτεταμένος αραιός ιστός, η δυσκολία στην υλοποίηση της μεταφορικής υποδομής, η απώλεια χώρων πρασίνου, η μείωση της αγροτικής γης και η υποβάθμιση των οικοσυστημάτων, η εξάρτηση από το ιδιωτικό αυτοκίνητο, η έλλειψη αποτελεσματικών αστικών συγκοινωνιών αλλά και διοικητικές προκλήσεις που αφορούν στην αναδρομική εφαρμογή υπηρεσιών και υποδομών. Ειδικά ως προς το τελευταίο, η ένταξη στο σχέδιο πόλης είδη αραιοδομημένων περιοχών δημιούργησε στο δήμο Πατρέων σημαντική επιβάρυνση εξαιτίας της απαίτησης ανεύρεσης πόρων για απαλλοτριώσεις, της διαδικασίας της τακτοποίησης, της διάνοιξης οδικών αξόνων, της δημιουργίας δικτύου αποχέτευσης αλλά και όλων των διοικητικών πράξεων που έπονται της ένταξης.

#### **15.1.5 Ανάδειξη και κατηγοριοποίηση των κινητηρίων δυνάμεων μέσω ημι-δομημένης συνέντευξης με προνομιακούς συνομιλητές**

Για την ανάδειξη των κινητηρίων δυνάμεων στην περιοχή μελέτης χρησιμοποιήθηκε η τεχνική της ημι-δομημένης συνέντευξης με προνομιακούς συνομιλητές η οποία παρείχε ένα ευέλικτο πλαίσιο διατηρώντας παράλληλα την εστίαση στους ερευνητικούς στόχους. Τα ποιοτικά δεδομένα αναλύθηκαν στη συνέχεια με την μέθοδο της Θεματικής Ανάλυσης η οποία επέτρεψε την κατηγοριοποίηση, την οργάνωση και την ερμηνεία των δεδομένων. Ο οδηγός συνέντευξης σχεδιάστηκε ώστε να εξυπηρετείται το εννοιολογικό πλαίσιο των κινητηρίων δυνάμεων κατά Bürgi et al.,(2004) και Hersperger and Bürgi, (2007) το οποίο αποτελεί και το πλαίσιο που χρησιμοποιεί η παρούσα διδακτορική διατριβή.

Τα συμπεράσματα από την ανάλυση των κινητήριων δυνάμεων που οδήγησαν στην αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης επιβεβαιώνουν την πολυπλοκότητα και τη διασυνδεσιμότητα των παραγόντων που επηρεάζουν την αστική διάχυση. Οι κινητήριες δυνάμεις της περιοχής μελέτης εκπεφρασμένες σύμφωνα με το εννοιολογικό πλαίσιο έχουν ως ακολούθως:

- Πολιτικές κινητήριες δυνάμεις: το θεσμικό πλαίσιο, η εκτός σχεδίου δόμηση, οι αποφάσεις πολεοδομικού σχεδιασμού και η πολιτική των μεταφορών.

Οι πολιτικές κινητήριες δυνάμεις αναδείχθηκαν ως οι πιο σημαντικές κινητήριες δυνάμεις της αστικής διάχυσης στην περιοχή μελέτης από τους προνομιακούς συνομιλητές, επιβεβαιώνοντας τη σημαντική επίδραση του θεσμικού πλαισίου στην προώθηση της αστικής διάχυσης.

- Πολιτιστικές κινητήριες δυνάμεις: η στάση των κατοίκων, η επιθυμία τους να κατοικήσουν σε προαστικές περιοχές και η αύξηση του πληθυσμού.

Οι πολιτιστικές κινητήριες δυνάμεις αναδείχθηκαν ιεραρχικά ως οι επόμενες πιο σημαντικές κινητήριες δυνάμεις της αστικής διάχυσης από τους προνομιακούς συνομιλητές καθώς η προτίμηση για προαστιακή κατοικία και η μεγέθυνση του



πληθυσμού αύξησαν τη ζήτηση για στέγαση και υποδομές, οδηγώντας σε περαιτέρω εξάπλωση την περιοχή μελέτης

- Τεχνολογικές κινητήριες δυνάμεις: η προσβασιμότητα των περιοχών και η εξάρτηση από το αυτοκίνητο.

Οι τεχνολογικές κινητήριες δυνάμεις ακολούθησαν ως οι επόμενες σημαντικές δυνάμεις της αστικής διάχυσης από τους προνομιακούς συνομιλητές καθώς η καλή προσβασιμότητα διευκολύνει την μετάβαση στις προαστιακές περιοχές. Η εξάρτηση από το αυτοκίνητο και οι επενδύσεις σε μεταφορική υποδομή ενίσχυσαν την διάχυση.

- Οικονομικές κινητήριες δυνάμεις: οι μεταφορικές υποδομές μεγάλης κλίμακας, το εμπόριο και η βιοτεχνία.

Οι οικονομικές κινητήριες δυνάμεις αποτέλεσαν επίσης σημαντικές δυνάμεις της αστικής διάχυσης. Η ευρεία παράκαμψη Πατρών διευκολύνει τη μετακίνηση πληθυσμών σε προαστιακές και περιαστικές περιοχές, οδηγώντας σε αστική διάχυση, ενώ εμπόριο και βιοτεχνία αποτελούν πόλους μετακινήσεων και παράγοντες αλλαγών στις χρήσεις/κάλυψη γης.

- Φυσικές/χωρικές κινητήριες δυνάμεις: το υψόμετρο, η γειτνίαση με το θαλάσσιο μέτωπο και οι περιοχές φυσικού κάλους/προστατευόμενες περιοχές

Οι φυσικές/χωρικές κινητήριες δυνάμεις ιεραρχήθηκαν τελευταίες ως κινητήριες δυνάμεις της αστικής διάχυσης. Έμφαση δόθηκε στο υψόμετρο και στη γειτνίαση με το θαλάσσιο μέτωπο και λιγότερο στην απόσταση από περιοχές φυσικού κάλους/προστατευόμενες περιοχές.

Συνολικά, η έρευνα καταδεικνύει ότι η αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης είναι αποτέλεσμα συνδυασμού πολιτικών, κοινωνικών, οικονομικών, τεχνολογικών και φυσικών παραγόντων, που λειτουργούν ταυτόχρονα και αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, διαμορφώνοντας το αστικό τοπίο. Οι κινητήριες δυνάμεις που αναδείχθηκαν βρίσκονται σε συμφωνία τόσο με τα ευρήματα της διατριβής όσο και με τη βιβλιογραφική έρευνα.

#### **15.1.6 Διερεύνηση της αλληλεπίδρασης των κινητηρίων δυνάμεων της αστικής διάχυσης στην περιοχή μελέτης μέσω της ανάλυσης παλινδρόμησης**

Η ανάλυση παλινδρόμησης αξιολόγησε ποσοτικά τον αντίκτυπο των προσδιορισμένων μεταβλητών-κινητηρίων δυνάμεων στην αστική διάχυση. Ως εξαρτημένη μεταβλητή επιλέχθηκε η αστική διάχυση (μετρημένη ως πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας) με ανεξάρτητες μεταβλητές –κινητήριες δυνάμεις την πληθυσμιακή πυκνότητα, την πυκνότητα του οδικού δικτύου, το υψόμετρο, την απόσταση από το κέντρο, την απόσταση από το θαλάσσιο μέτωπο, την απόσταση από τις βιοτεχνικές περιοχές, την απόσταση από τους κόμβους της Περιμετρικής, την απόσταση από τις προστατευόμενες περιοχές/περιοχές φυσικού κάλους, την απόσταση από τις σχολικές μονάδες, την χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης και τις χρήσεις/κάλυψη γης.

Η επιλογή του μοντέλου της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης με ανθεκτικά τυπικά σφάλματα συγκέντρωσε πολύ καλά χαρακτηριστικά τα οποία το κατέστησαν κατάλληλο για την ανάλυση, την ποσοτικοποίηση και την ερμηνεία των μεταβλητών-κινητηρίων δυνάμεων της αστικής διάχυσης στην περιοχή μελέτης. Η μεθοδολογία της βηματικής παλινδρόμησης προσέφερε ποιοτικότερα αποτελέσματα καθώς αποκλείστηκαν μεταβλητές που δεν συμβάλλουν στην προγνωστική ακρίβεια του μοντέλου. Τα 300 σημεία της δειγματοληψίας που επιλέχθηκαν εντός της περιοχής μελέτης, αποτέλεσαν μια ρεαλιστική επιλογή επιτρέποντας να συμπεριληφθούν αρκετές ανεξάρτητες μεταβλητές χωρίς τον κίνδυνο υπερπροσαρμογής, διασφαλίζοντας επίσης ότι τόσο οι αστικοποιημένες περιοχές όσο και οι περιοχές της αγροτικής γης αντιπροσωπεύονται επαρκώς.

Αναλύοντας δεδομένα από διαφορετικές χρονικές περιόδους (1981, 1991, 2001 και 2015), το μοντέλο της παλινδρόμησης προσδιόρισε και ποσοτικοποίησε τις πιο ισχυρές μεταβλητές-κινητήριες δυνάμεις, αποτυπώνοντας ταυτόχρονα την χρονική δυναμική των μεταβλητών-κινητηρίων δυνάμεων της αστικής διάχυσης στην περιοχή αλλά και την αλληλεπίδρασή τους. Η περιοχή μελέτης έχει επηρεαστεί από έναν συνδυασμό διαφορετικών μεταβλητών -κινητηρίων δυνάμεων οι οποίες ανήκουν στις πολιτικές κινητήριες δυνάμεις (χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης), στις οικονομικές κινητήριες δυνάμεις (απόσταση από τους κόμβους της περιμετρικής, απόσταση από το κέντρο), τις τεχνολογικές κινητήριες δυνάμεις (πυκνότητα οδικού δικτύου), τις πολιτιστικές κινητήριες δυνάμεις (πληθυσμιακή πυκνότητα, απόσταση από τις σχολικές μονάδες) και τις φυσικές κινητήριες δυνάμεις (χρήσεις/κάλυψη γης). Η ανάλυση βρήκε σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ της αύξησης της πληθυσμιακής πυκνότητας, της αύξησης της πυκνότητας του οδικού δικτύου, των χρήσεων/κάλυψη γης, της χρονολογίας ένταξης στο σχέδιο πόλης, της απόστασης από το κέντρο, της απόστασης από τις σχολικές μονάδες, και της απόστασης από τους κόμβους της Περιμετρικής, με το μοντέλο να επιδεικνύει υψηλή προγνωστική ισχύ και να επικυρώνει τα ποιοτικά ευρήματα.

Το 1981 ως στατιστικά σημαντικές (επίπεδο εμπιστοσύνης 95%) μεταβλητές εμφανίζονται η πληθυσμιακή πυκνότητα<sub>1981</sub>, η πυκνότητα οδικού δικτύου<sub>1981</sub>, η απόσταση από το κέντρο, η χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης-παλαιό σχέδιο, η εκτός σχεδίου περιοχή και οι μεταβλητές των χρήσεων γης. Θετικά συσχετίζονται με την αστική διάχυση μεταβλητές όπως η πληθυσμιακή πυκνότητα και η πυκνότητα του οδικού δικτύου, αποδεικνύοντας ότι η αύξηση του πληθυσμού σχετίζεται με την αστική διάχυση καθώς επίσης ότι περιοχές με καλή προσβασιμότητα εμφανίζουν αυξημένη αστική διάχυση. Θετικά συσχετίζεται επίσης η περιοχή του παλαιού σχεδίου πόλης καθώς οι περιοχές του παλαιού σχεδίου πόλης (κέντρο) έχουν υψηλή –την υψηλότερη- πυκνότητα κτισμένης επιφάνειας. Αρνητική συσχέτιση εμφανίζουν μεταβλητές όπως η απόσταση από το κέντρο, που υποδηλώνει ότι περιοχές μακρύτερα της κεντρικής περιοχής παρουσιάζουν μειωμένη διάχυση. Αρνητική συσχέτιση εμφανίζουν επίσης οι χρήσεις/κάλυψη γης όπως η γεωργική γη και οι προστατευόμενες περιοχές σε σχέση με τον αστικό ιστό, αλλά και οι περιοχές εκτός σχεδίου. Το συμπέρασμα ότι η αστική διάχυση είναι μικρότερη όσο απομακρυνόμαστε από τις κεντρικές περιοχές συνάδει

επίσης και με το μοτίβο της επέκταση ακμών που εμφανίζεται ως η επικρατούσα μορφή της διάχυσης.

Το 1991 ως στατιστικά σημαντικές (επίπεδο εμπιστοσύνης 95%) μεταβλητές εμφανίζονται η πληθυσμιακή πυκνότητα<sub>1991</sub>, η πυκνότητα οδικού δικτύου<sub>1991</sub>, η χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης-παλαιό σχέδιο, η εκτός σχεδίου περιοχή, η χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης 1980-1989, η χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης 1990-1999 και οι μεταβλητές των χρήσεων γης. Η απόσταση από το κέντρο δεν είναι στατιστικά σημαντική από τη χρονιά αυτή και εξής, καθώς άλλες μεταβλητές παίζουν σημαντικότερο ρόλο στη διάχυση. Η πυκνότητα του οδικού δικτύου και η πληθυσμιακή πυκνότητα συνεχίζουν να είναι θετικά συσχετισμένες με την αστική διάχυση, με τον ρόλο της πληθυσμιακής πυκνότητας στην διάχυση να μειώνεται. Θετική συσχέτιση συνεχίζει να έχει η περιοχή του παλαιού σχεδίου πόλης λόγω υψηλής πυκνότητας κτισμένης επιφάνειας. Η μείωση της αγροτικής γης ξεκινά αυτήν την περίοδο με τις μόνιμες καλλιέργειες να είναι περισσότερο ευάλωτες από τις ελαιοκαλλιέργειες, με την αρνητική συσχέτιση να αυξάνει. Επίσης, μειώνεται το αστικό πράσινο και οι περιοχές χωρίς χρήση λόγω αστικοποίησης. Οι περιοχές των εντάξεων της δεκαετίας του '80, της δεκαετίας του '90 και οι εκτός σχεδίου περιοχές παραμένουν αραιοκατοικημένες

Το 2001 ως στατιστικά σημαντικές (επίπεδο εμπιστοσύνης 95%) μεταβλητές εμφανίζονται η πληθυσμιακή πυκνότητα<sub>2001</sub>, η πυκνότητα οδικού δικτύου<sub>2001</sub>, η απόσταση από τις σχολικές μονάδες<sub>2001</sub>, η χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης-παλαιό σχέδιο, η εκτός σχεδίου περιοχή, η χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης 1980-1989, η χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης 1990-1999 και οι μεταβλητές των χρήσεων γης. Παρατηρείται πιο αργός ρυθμός αύξησης του πληθυσμού καθώς και επέκταση του πληθυσμού σε περιοχές εκτός του κέντρου. Η πληθυσμιακή πυκνότητα εμφανίζεται τη χρονιά αυτή οριακά σημαντική, μειώνοντας την δυναμική της ως κινητήριο δύναμη. Η πυκνότητα του οδικού δικτύου παραμένει σημαντική υποδεικνύοντας ότι περιοχές με πυκνότερο οδικό δίκτυο εμφανίζουν αυξημένη αστική διάχυση. Η μεταβλητή απόσταση από τις σχολικές μονάδες<sub>2001</sub> εισήχθη ως σημαντικός παράγοντας επιλογής περιοχών κατοίκησης, δηλώνοντας ότι οι περιοχές κοντά σε σχολικές μονάδες έχουν υψηλότερα επίπεδα πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας έλκουν, δηλαδή, την κατοικία. Η μείωση της αγροτικής γης συνεχίζεται, με τις μόνιμες καλλιέργειες και τις ελαιοκαλλιέργειες να παρουσιάζουν περαιτέρω μείωση. Το ιστορικό κέντρο της πόλης διατηρεί τον κεντρικό του ρόλο, ενώ οι περιοχές εντάξεων της δεκαετίας του '80, της δεκαετίας του '90 και οι εκτός σχεδίου περιοχές παραμένουν λιγότερο πυκνοδομημένες.

Το 2015 ως στατιστικά σημαντικές (επίπεδο εμπιστοσύνης 95%) μεταβλητές εμφανίζονται η πυκνότητα οδικού δικτύου<sub>2015</sub>, η απόσταση από τις σχολικές μονάδες<sub>2015</sub>, η χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης-παλαιό σχέδιο, η εκτός σχεδίου περιοχή, η χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης 1980-1989, η χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης 1990-1999 και οι μεταβλητές των χρήσεων γης. Αν και στατιστικά οριακά σημαντική, η μεταβλητή Απόσταση από τους κόμβους της Περιμετρικής επιλέχθηκε να αποτελέσει μέρος της ανάλυσης παλινδρόμησης λόγω της μεγάλης

σημασίας της. Η μεταβλητή δείχνει ότι αποστάσεις μακρύτερα από τους κόμβους της περιμετρικής έχουν μεγαλύτερη αστική διάχυση προσφέροντας σημαντική πληροφορία για την επίδραση του συγκεκριμένου έργου μεταφορικής υποδομής. Ο ρόλος τέτοιων έργων έχει βραδείες επιδράσεις που απαιτούνται χρόνια για να αναδειχθούν, συνεπώς η μεταβλητή αυτή επιλέχθηκε ώστε ο ρόλος της να μπορέσει να αποτιμηθεί και στο μέλλον. Η μεταβλητή Απόσταση από τις σχολικές μονάδες<sup>2015</sup> εμφανίζεται και στο παρόν μοντέλο, ενδυναμώνοντας το ρόλο της ως παράγοντα επιλογής περιοχής κατοίκησης. Η αγροτική γη συνεχίζει να μειώνεται καθώς μετατρέπεται σε αστικές κυρίως χρήσεις, ενώ οι περιοχές των επεκτάσεων παραμένουν αραιοδομημένες. Οι στατιστικά σημαντικές μεταβλητές – κινητήριες δυνάμεις για κάθε ένα έτος αναφοράς συνοψίζονται στον πίνακα που ακολουθεί:

**Πίνακας 15.1: Ισχυρές μεταβλητές - κινητήριες δυνάμεις**

<b>Ανεξάρτητες Μεταβλητές</b>	<b>1981</b>	<b>1991</b>	<b>2001</b>	<b>2015</b>
Πληθυσμιακή πυκνότητα	X	X	X	
Πυκνότητα οδικού δικτύου	X	X	X	X
Απόσταση από το κέντρο	X			
Απόσταση από τις σχολικές μονάδες			X	X
Απόσταση από τους κόμβους της Περιμετρικής				X
Φυσικές και ημιφυσικές περιοχές	X	X	X	X
Μόνιμες καλλιέργειες	X	X	X	X
Ελαιοκαλλιέργειες	X	X	X	X
Περιοχές μειωμένης χρήσης	X	X		
Χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης-παλαιό σχέδιο	X	X	X	X
Χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης 1980-1989		X	X	X
Χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης 1990-1999		X	X	X
Εκτός σχεδίου περιοχή	X	X	X	X

*Πηγή: Ιδία επεξεργασία*

Η σύγκριση των αποτελεσμάτων από τα μοντέλα της παλινδρόμησης περιγράφει την δυναμική της αστικής διάχυσης για το διάστημα των τριαντατεσσάρων ετών και τις κινητήριες δυνάμεις που διαμορφώθηκαν σε διαφορετικές περιόδους ανάπτυξης της περιοχής μελέτης, αποκαλύπτοντας τον τρόπο με τον οποίο αλλάζει η επιρροή των κινητήριων δυνάμεων με την πάροδο του χρόνου.

Η πληθυσμιακή πυκνότητα αποτέλεσε ισχυρή κινητήρια δύναμη της αστικής διάχυσης το 1981 ενώ από το 1991 και εξής η επιρροή της στη διάχυση μειώνεται μέχρι την οριστική απουσία του συντελεστή από την παλινδρόμηση του 2015. Αυτό δείχνει μια συνεχιζόμενη τάση κατά την οποία οι μηχανισμοί της αστικής διάχυσης έγιναν περισσότερο περίπλοκοι και άλλες κινητήριες δυνάμεις εμφανίζουν μεγαλύτερη επιρροή στην αστική διάχυση.

Η πυκνότητα του οδικού δικτύου διατηρήθηκε ως σημαντική θετική μεταβλητή, αν και η επιρροή της μειώθηκε με την πάροδο του χρόνου. Η αύξηση του οδικού δικτύου από 466χλμ. το 1981 σε 729χλμ το 2015 (αύξηση 36%) με ταυτόχρονη μείωση του συντελεστή συσχέτισης της παλινδρόμησης υποδηλώνει ότι η αύξηση της μεταφορικής υποδομής εμφανίζεται ως απάντηση στη διάχυση και όχι ως οδηγός της. Η φθίνουσα επίδραση της πυκνότητας του οδικού δικτύου αντανακλά το γεγονός ότι η μεταφορική υποδομή στην περιοχή μελέτης ευθυγραμμίζεται με τις απαιτήσεις ενός αναπτυσσόμενου και διαρκώς αυξανόμενου αστικού τοπίου με την πύκνωση και επέκταση του οδικού δικτύου να συντελείται τόσο εντός των περιοχών των νέων επεκτάσεων του σχεδίου πόλης όσο και εκτός αυτών, με αποτέλεσμα με την πάροδο του χρόνου η νέα οδοποιία να αποτελεί απόκριση της διάχυσης. Η πυκνότητα του οδικού δικτύου παραμένει η μεταβλητή με τον μεγαλύτερο θετικό συντελεστή στα έτη αναφοράς.

Η μεταβλητή απόσταση από το κέντρο εμφανίζεται μόνο το έτος 1981 ενώ απουσιάζει από τα μοντέλα παλινδρόμησης των επόμενων ετών. Η αρνητική συσχέτιση υποδηλώνει ότι όσο αυξάνει η απόσταση από το κέντρο η πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας μειώνεται. Αυτή η συνθήκη βρίσκεται σε συμφωνία με την παραδοσιακή θεωρία του αστικού χώρου κατά την οποία το αστικό κέντρο έχει υψηλότερες πυκνότητες και η αστική διάχυση μειώνεται με την απόσταση. Το μοτίβο αυτό είναι σύμφωνο επίσης με την μονοκεντρική πόλη στην οποία το σύνολο των εμπορικών, διοικητικών και εργασιακών υποδομών βρίσκεται στον πυρήνα της πόλης. Η απουσία της μεταβλητής από τα μεταγενέστερα μοντέλα παλινδρόμησης λόγω μειωμένης σημασίας, υποδηλώνει αλλαγές στην δυναμική της αστικής διάχυσης όπου η φυσική απόσταση από το κέντρο γίνεται λιγότερο σημαντική καθώς επισκιάζεται από την διάχυση που έχει ήδη εγκατασταθεί.

Η απόσταση από τις σχολικές μονάδες αναδείχθηκε ως σημαντική μεταβλητή το 2001 και το 2015, χρονιές κατά τις οποίες υπάρχει εγκαταστημένη διάχυση. Αποτελεί ιδιαίτερα σημαντική κινητήριο δύναμη καθώς αποτυπώνει τις οικιστικές προτιμήσεις, τον τρόπο ζωής, τις τάσεις και τις επιθυμίες. Επίσης, η μεταβλητή αυτή αντικατοπτρίζει το γεγονός ότι οι σχολικές μονάδες προσελκύουν όχι μόνο κατοικία αλλά πιθανώς και εμπορικές χρήσεις σε κοντινή απόσταση. Η αρνητική συσχέτιση δείχνει ότι όσο αυξάνεται η απόσταση από τις σχολικές μονάδες, η πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας μειώνεται ελαφρώς. Αυτό αντανακλά ένα μοτίβο σύμφωνα με το οποίο περιοχές που βρίσκονται κοντύτερα σε σχολικές μονάδες είναι πιθανότερο να αναπτυχθούν περισσότερο ή να πυκνώσουν, υπογραμμίζοντας τον ρόλο των εγκαταστάσεων εκπαίδευσης στον πολεοδομικό σχεδιασμό και στις οικιστικές επιλογές. Το 2015 η τιμή του συντελεστή γίνεται ελαφρά μικρότερη υποδηλώνοντας ότι η επιρροή της απόστασης από τις σχολικές μονάδες έχει μειωθεί με το φαινόμενο να γίνεται λιγότερο έντονο. Η μετάβαση της μεταβλητής αυτής από μη σημαντική στο μοντέλο της παλινδρόμησης 1981 και 1991 σε σημαντική στο μοντέλο της παλινδρόμησης 2001 και 2015, υποδεικνύει μια αλλαγή στον τρόπο με τον οποίο η εκπαιδευτική υποδομή αλληλεπιδρά με την αστική διάχυση. Με την πάροδο του χρόνου και καθώς αστικοποιούνται περιοχές νέων εντάξεων, η διασφάλιση της πρόσβασης σε εκπαιδευτικές μονάδες γίνεται βασικός παράγοντας ανάπτυξης των

περιοχών αυτών αντανακλώνοντας τις κοινωνικές αξίες οι οποίες δίνουν προτεραιότητα στην προσβασιμότητα στην εκπαίδευση.

Η μεταβλητή απόσταση από τους κόμβους της Περιμετρικής εισήχθη για πρώτη φορά στο μοντέλο παλινδρόμησης το 2001 και ο αντίκτυπος της δεν πρόλαβε να εκδηλωθεί στο μοντέλο παλινδρόμησης της αντίστοιχης χρονιάς. Το 2015 ο συντελεστής γίνεται οριακά σημαντικός υπονοώντας ότι η επιρροή του στην αστική διάχυση έχει αναδυθεί αλλά δεν έχει πλήρως ξεδιπλωθεί. Ο συντελεστής υποδηλώνει ότι η αστική διάχυση είναι μικρότερη κοντά στους κόμβους της Περιμετρικής. Καθώς τα μεγάλα έργα υποδομής μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά την αστική διάχυση διευκολύνοντας την προσβασιμότητα και την ελκυστικότητα των περιοχών, η μεταβλητή αυτή αναμένεται να δείξει τη δυναμική της σε μεγαλύτερο βάθος χρόνου. Η παραμονή της μεταβλητής στο μοντέλο είναι εξαιρετικά σημαντική διότι με τον τρόπο αυτό λαμβάνονται υπόψη οι δυναμικές επιπτώσεις των μεγάλων έργων. Η Περιμετρική αλλάζει το φυσικό τοπίο και την χωρική δυναμική κάνοντας προσβάσιμες περιοχές που ήταν πρωύτερα περισσότερο απομονωμένες αλλά και δημιουργώντας νέες περιοχές δραστηριοτήτων. Ως αποτέλεσμα, μετατοπίζει και την κοινωνικοοικονομική δυναμική των περιοχών που εξυπηρετεί, θέτοντας τις βάσεις για μελλοντική διάχυση.

Η χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης αποτελεί μια οικογένεια ψευδομεταβλητών οι οποίες αποτυπώνουν τις μεταβολές στις επιλεγμένες κατηγορίες χρονολογιών ένταξης σε σχέση με την κατηγορία αναφοράς που είναι η κατηγορία 1970-1979 και έχει παραληφθεί. Οι ψευδομεταβλητές αυτές εμφανίζουν ισχυρή συσχέτιση με την αστική διάχυση. Το 1981 στην παλινδρόμηση εμφανίζεται η χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης-παλαιό σχέδιο και η εκτός σχεδίου περιοχή, καθώς δεν είχε ξεκινήσει ακόμα η διαδικασία των επεκτάσεων. Σταθερή παρουσία με υψηλή θετική συσχέτιση η μεταβλητή που αφορά στο παλαιό σχέδιο, ο παλαιός αστικός πυρήνας διατηρεί τις υψηλές τιμές της πυκνότητας της κτισμένης επιφάνειας. Αυτό υπογραμμίζει την ιστορική και κεντρική θέση του πυρήνα στην αστική δομή και τον σχεδιασμό. Η μεταβλητή χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης 1980-1989 αφορά περιοχές που εντάχθηκαν στο σχέδιο πόλης μετά το Γ.Π.Σ '86, δηλ. από το 1987 μέχρι το 1989. Οι συντελεστές της παλινδρόμησης δείχνουν την αργή ενσωμάτωσή τους στον πολεοδομικό ιστό. Οι περιοχές αυτές παρουσιάζουν ποικίλους ρυθμούς αστικοποίησης και ένταξης ανάπτυξης κατά τη διάρκεια των δεκαετιών, ενώ οι μειώσεις του συντελεστή υποδεικνύουν μια τάση δημιουργίας περισσότερου συνεκτικού αστικού ιστού. Η μεταβλητή χρονολογία ένταξης στο σχέδιο πόλης 1990-1999 αφορά περιοχές που εντάχθηκαν στο σχέδιο πόλης μετά το Γ.Π.Σ '86, από το 1990 έως το 1999. Παρατηρείται και εδώ σταδιακή ενσωμάτωση στον αστικό ιστό ενώ οι μειώσεις του συντελεστή τείνουν προς τη δημιουργία περισσότερο συμπαγούς αστικού ιστού. Η μεταβλητή που αφορά στις εκτός σχεδίου περιοχές ήταν παρούσα σε όλα τα μοντέλα παλινδρόμησης καθώς οι εκτός σχεδίου περιοχές έχουν πολύ μεγάλη επιρροή στην εξήγηση της αστικής διάχυσης καθώς και υψηλή συνάφεια. Η τάση του συντελεστή δείχνει ότι αστική διάχυση παρατηρήθηκε και στις εκτός σχεδίου περιοχές με διαφορετική ένταση ανάπτυξης. Εντούτοις, αν και η πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας έχει αυξηθεί στις περιοχές αυτές, διατηρούν ένα ξεχωριστό χαρακτήρα και

περιλαμβάνουν πολύ περισσότερους ελεύθερους χώρους σε σχέση με την κατηγορία αναφοράς 1970-1979.

Οι χρήσεις/κάλυψη γης αποτελούν επίσης μια οικογένεια ψευδομεταβλητών οι οποίες αποτυπώνουν τις μεταβολές στις επιλεγμένες κατηγορίες των χρήσεων/κάλυψη γης σε σχέση με την κατηγορία αναφοράς που είναι ο αστικός ιστός και έχει παραληφθεί. Ως αποτέλεσμα, οι κατηγορίες αυτές εμφανίζουν πάντα αρνητικό πρόσημο καθώς συγκρίνονται με την κατηγορία αναφοράς. Η κατηγορία Φυσικές και ημιφυσικές περιοχές παρουσιάζει διαχρονικά μικρή μείωση λόγω μεταβολής του αστικού πρασίνου και των ελεύθερων-αδόμητων χώρων σε αστικό ιστό. Υποκατηγορίες αυτής της κατηγορίας όπως προστατευόμενες περιοχές/υγροβιότοποι και δάση και δασικές εκτάσεις παράμειναν αναλλοίωτες λόγω του ισχυρού νομικού πλαισίου προστασίας. Η κατηγορία Περιοχές μειωμένης χρήσης γνώρισε επίσης μείωση λόγω αστικοποίησης. Η αγροτική γη μέσω των μονίμων καλλιεργειών και ελαιοκαλλιεργειών ήταν εκείνη που γνώρισε τις μεγαλύτερες μειώσεις λόγω πιέσεων από τις αστικές κυρίως χρήσεις. Η μεταβλητή για τις μόνιμες καλλιέργειες, παρούσα σε όλα τα μοντέλα παλινδρόμησης, υπογραμμίζει αφενός τη συνάφεια της στην εξήγηση της διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής (διάχυση) και αφετέρου την στιβαρότητα της επιρροής της. Η διαρκής μείωση των συντελεστών υποδεικνύει ότι οι μόνιμες καλλιέργειες μειώνονται σε σχέση με τον αστικό ιστό, ο οποίος γίνεται ολοένα και περισσότερο κυρίαρχος εξαιτίας της αστικής διάχυσης. Η μείωση των συντελεστών αντανακλά επίσης την αυξημένη ευπάθεια των περιοχών των μονίμων καλλιεργειών. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε διάφορους παράγοντες, συμπεριλαμβανομένης της θέσης τους πλησίον περιοχών επεκτάσεων, πολιτικών αποφάσεων, οικονομικών πιέσεων που οδηγούν στη μετατροπή της αγροτικής γης σε πιο προσοδοφόρες χρήσεις ή ακόμα και της φυσικής ανάπτυξης της πόλης. Η μεταβλητή για την ελαιοκαλλιέργεια είναι παρούσα σε όλα τα μοντέλα παλινδρόμησης, υπογραμμίζοντας αφενός τη συνάφεια της στην εξήγηση της διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής (διάχυση) και αφετέρου την στιβαρότητα της επιρροής της. Η διαρκής μείωση των συντελεστών της ελαιοκαλλιέργειας από το 1981 έως το 2015 αντανακλά την επιτάχυνση της μετατροπής των ελαιόδεντρων σε αστικό ιστό υποδηλώνοντας μια αξιοσημείωτη αύξηση των αστικών πιέσεων σε αυτά τα εδάφη. Οι τιμές δείχνουν ότι οι εκτάσεις με ελαιόδεντρα επηρεάζονται ολοένα και περισσότερο από την αστική διάχυση, καθώς η εγγύτητά τους με τον ήδη διαμορφωμένο αστικό ιστό, η μείωση της καλλιεργητικής τους δυναμικής και η χαμηλή οικονομική τους αξία –ειδικά στις εκτός σχεδίου περιοχές- τις καθιστά ιδιαίτερα ευάλωτες. Επίσης, η ανάπτυξη του ΒΙΟΠΑ νοτίως του Γλαύκου και η επέκταση ΒΙΟΠΑ το 1999, πραγματοποιήθηκε στις υφιστάμενες εκτάσεις ελαιόδέντρων, τα οποία απαντώνται ακόμα στα αδόμητα οικοδομικά τετράγωνα της περιοχής. Επιπροσθέτως, η πολιτική προστασίας για την γεωργική γη εστιάζει κυρίως στην γεωργική γη Α' προτεραιότητας, αφήνοντας αυτές τις γαίες πρακτικά χωρίς καθεστώς προστασίας.

### 15.1.7 Δημιουργία προγνωστικών χαρτών αστικής διάχυσης της περιοχής μελέτης

Η δημιουργία προγνωστικών χαρτών αστικής διάχυσης της περιοχής μελέτης για τα έτη 1981, 1991, 2001 και 2015 διευκολύνει την συγκριτική ανάλυση μεταξύ των

τεσσάρων περιόδων, λειτουργώντας ως οπτική σύνθεση της εκδήλωσης της αστικής διάχυσης στην περιοχή μελέτης για το διάστημα των τριαντατεσσάρων ετών. Η χρήση της μεθόδου χωρικής παρεμβολής kriging επέτρεψε τη δημιουργία συνεχών επιφανειών πρόβλεψης που απεικονίζουν την ένταση και την πιθανότητα της αστικής διάχυσης σε κάθε έτος αναφοράς. Καθώς η μέθοδος kriging περιλαμβάνει εγγενώς ένα επίπεδο αβεβαιότητας, οι χάρτες πρέπει να ερμηνεύονται κυρίως ως τάσεις και λιγότερο ως ακριβείς αναπαραστάσεις της αστικής διάχυσης.

Ο χάρτης του 1981 δείχνει τον παλαιό πυρήνα ισχυρά δομημένο και συμπαγή με περιοχές γύρω του αραιότερες, καθώς η πυκνότητα της κτισμένης επιφάνειας μειώνεται στις προς τα έξω περιοχές. Οι περιοχές που εντάχθηκαν στο σχέδιο πόλης τη δεκαετία του '70 είναι ακόμη αραιά δομημένες, υποδεικνύοντας ένα πρώιμο στάδιο διάχυσης. Ο χάρτης του 1991 δείχνει επέκταση του κεντρικού πυρήνα βόρεια (Α' Αρκτική και Αγυιά) και νότια (Α' Ανατολικομεσημβρινή επέκταση) με διάχυση μέτριας έως υψηλής έντασης. Περιοχές ένταξης στο σχέδιο πόλης μετά το 1986 εμφανίζονται αραιοδομημένες. Το 2001, η αστική διάχυση συνεχίζεται με μεγαλύτερη εξάπλωση στις περιοχές μέτριας έντασης, ιδίως στη Β' Ανατολικομεσημβρινή επέκταση και στη βόρεια περιοχή του Κοτρωνίου, ενώ σχηματίζονται τα «όρια» της διάνοιξης της οδού Κανελλοπούλου και της οδού Ανθείας (όριο της Α' και Β' Ανατολικομεσημβρινής επέκτασης). Οι προαστικές περιοχές αναπτύσσονται δημιουργώντας διάσπαρτο τοπίο. Ο χάρτης του 2015 αποτυπώνει περαιτέρω εντατικοποίηση της αστικής διάχυσης με περιοχές υψηλότερης πυκνότητας να επεκτείνονται και να συγχωνεύονται. Οι ανατολικές και νότιες παρυφές της πόλης εμφανίζουν αραιή διάχυση, ενώ περιοχές μεσαίας πυκνότητας εμφανίζονται στις βόρειες περιοχές (Ανατολικός και Δυτικός Καστελλόκαμπος), ανατολικές περιοχές (Γηροκομείο, Περιβόλα) και νότιες περιοχές (Κρύα Ιτέων, Μπεγουλάκι) της πόλης, υποδεικνύοντας ένα ώριμο στάδιο αστικής διάχυσης.

Η δημιουργία των προγνωστικών χαρτών παρέχει λεπτομερή απεικόνιση της αστικής διάχυσης επιτρέποντας την αναγνώριση προτύπων και τάσεων, καθώς αποκαλύπτουν περιοχές με υψηλή, μεσαία και χαμηλής έντασης διάχυση. Επιπλέον, διευκολύνουν τη συγκριτική ανάλυση διαχρονικών δεδομένων, καθιστώντας τους χάρτες χρήσιμο εργαλείο για την εκτίμηση των αλλαγών στην αστική διάχυση και των επιπτώσεων του πολεοδομικού και χωροταξικού σχεδιασμού. Τέλος, προσφέρουν ενδείξεις για τις μελλοντικές τάσεις της αστικής διάχυσης συμβάλλοντας στη βιώσιμη διαχείριση αστικών, περιαστικών και αγροτικών περιοχών.

## **15.2 Προτάσεις για τη διατήρηση της αγροτικής γης - πλαίσιο διερεύνησης**

Τα τελευταία χρόνια έχει αναδειχθεί ο ρόλος της διατήρησης της γεωργικής χρήσης στις περιαστικές περιοχές ως φορέας υπηρεσιών οικοσυστήματος, βιώσιμης ανάπτυξης και επισιτισμού (Birley & Lock, 1998, Antrop, 2004). Στην περιοχή μελέτης, η διατήρηση της δενδρώδους καλλιέργειας και της ελαιοκαλλιέργειας είναι ύψιστης σημασίας καθώς παρέχουν γεωργικά προϊόντα έτοιμα προς κατανάλωση, δέσμευση άνθρακα, σταθεροποίηση εδάφους και ενίσχυση της βιοποικιλότητας (Cohen et al.



2015). Ως προς την οικονομία, παρέχουν τροφή και εισόδημα, ιδιαίτερα η παραγωγή λαδιού. Επίσης, χρησιμεύουν ως χώροι πρασίνου και περιοχές που βοηθούν στον μετριασμό των επιπτώσεων των αστικών θερμικών νησίδων (Gómez-Baggethun et al., 2013), ιδιαίτερα σημαντικό για την περιοχή μελέτης καθώς η κατηγορία χρήσεων/ κάλυψη γης πλατείες/αστικό πράσινο/ελεύθεροι-αδόμητοι χωροι μειώνεται διαρκώς.

Όμως, οι μόνιμες, δενδρώδεις καλλιέργειες και η ελαιοκαλλιέργεια δεν προσφέρουν μόνο στην οικολογική ισορροπία ή την τοπική οικονομία: πρόκειται για ένα από τα πλέον συνήθη συστήματα καλλιέργειας στη νότια Ευρώπη κατά μήκος μικτών αστικών-αγροτικών οικισμών (Salvati et al., 2015, Cecchini et al., 2019) με τεράστια πολιτισμική σημασία. Η ελαιοκαλλιέργεια ειδικότερα, αποτελεί παραδοσιακή καλλιέργεια από την αρχαιότητα σε όλη τη λεκάνη της Μεσογείου (Barbera & Cullotta, 2016). Η διατήρηση αυτών των καλλιεργειών για πολιτιστικούς και ιστορικούς λόγους, δημιουργεί συνδέσεις των σημερινών αστικών κοινωνιών με το αγροτικό τους παρελθόν ισχυροποιώντας την αίσθηση κοινότητας και συνέχειας, ειδικά σε περιοχές που αστικοποιούνται γρήγορα.

Η απώλεια 479 εκταρίων ελιάς και περίπου 267 εκταρίων μονίμων καλλιεργειών κατά τη διάρκεια των τριαντατεσσάρων ετών, υπογραμμίζει την ανάγκη για πολιτικές οι οποίες εξισορροπούν την αστική ανάπτυξη με τη διατήρηση των παραδοσιακών γεωργικών τοπίων αποτρέποντας την αστική διάχυση. Προϋπόθεση είναι η αναγνώριση της πολιτιστικής, οικολογικής και οικονομικής αξίας αυτών των γαιών και η ενσωμάτωση αυτών των εκτιμήσεων στον πολεοδομικό σχεδιασμό και στις πολιτικές των χρήσεων γης. Ήδη, από το Π.Δ 59 (Φ.Ε.Κ. 114/Α' /29.06.2018) «Κατηγορίες και περιεχόμενο χρήσεων γης», προστίθεται η αγροτική χρήση στις Γενικές κατηγορίες χρήσεων γης, με το περιεχόμενό της να εξειδικεύεται περαιτέρω στο ως άνω Π.Δ.

Το νομικό πλαίσιο ήταν αυτό που αναδείχθηκε ως η κυριότερη αιτία απώλειας της αγροτικής γης στην περιοχή μελέτης. Συνεπώς, είναι αναγκαία η θέσπιση πολιτικών και η ενσωμάτωση αρχών σχεδιασμού και μέτρων προστασίας που θα διαφυλάξουν την αγροτική γη.

Για την προστασία και τη διατήρηση της αγροτικής γης προτείνονται οι εξής πολιτικές/αρχές σχεδιασμού/μέτρα προστασίας: προστασία της αγροτικής γης μέσω του χωροταξικού σχεδιασμού, ένταξη της αγροτικής γης και της αστικής γεωργίας στον πολεοδομικό σχεδιασμό, υιοθέτηση των αρχών της συμπαγούς πόλης, θέσπιση κινήτρων για τη διατήρηση της αγροτικής γης, φορολογία για τη μετατροπή της αγροτικής γης σε άλλες χρήσεις-φορολογικές απαλλαγές/ελαφρύνσεις διατήρησης αγροτικής γης. περιορισμός της εκτός σχεδίου δόμησης και προγράμματα εκπαίδευσης αγροτών.

Οι παραπάνω προτάσεις ουσιαστικά αποτελούν πλαίσιο διερεύνησης και τεκμηρίωσης, παρέχοντας μια δομημένη προσέγγιση για την διασφάλιση και αξιοποίηση της αγροτικής γης. Το προτεινόμενο πλαίσιο προσφέρει μια συγκεκριμένη κατευθυντήρια γραμμή για την ανάπτυξη πολιτικών, μέτρων και στρατηγικών ενσωματώνοντας ρεαλιστικές προτάσεις για τις οποίες βεβαίως απαιτείται περαιτέρω έρευνα και τεκμηρίωση βάσει επιπλέον στοιχείων και μελετών. Το προτεινόμενο πλαίσιο δύναται

να οδηγήσει σε περισσότερο ισόρροπη ανάπτυξη διασφαλίζοντας την αγροτική γη ως παραγωγικό, περιβαλλοντικό, πολιτιστικό και κοινωνικό πόρο.

Οι προτάσεις εξειδικεύονται στη συνέχεια.

### **15.2.1 Προστασία της αγροτικής γης μέσω του χωροταξικού σχεδιασμού**

Τα Περιφερειακά Χωροταξικά Πλαίσια (παλαιότερα: Περιφερειακά Πλαίσια Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης) αναγνωρίζουν την ανταγωνιστική λειτουργία του πρωτογενή τομέα ως σημαντικού παραγωγικού πόρου και μέσου προστασίας των φυσικών τοπίων. Ακόμα, σύμφωνα με το άρθρο 24 του Συντάγματος, «φυσικό περιβάλλον» υπαγόμενο στην προστασία του άρθρου θεωρείται όχι μόνο το φυσικό οικοσύστημα αλλά και το τεχνητό (απόφαση ΣτΕ 1433/2017), ιδίως η γεωργική γη υψηλής παραγωγικότητας, της οποίας η διατήρηση και ορθή διαχείριση είναι ουσιώδης όρος της βιώσιμης ανάπτυξης αφού αποτελεί την αναντικατάστατη βάση του ανθρωπογενούς παραγωγικού συστήματος. Πέρα από την γεωργική γη υψηλής παραγωγικότητας και η απλή γεωργική γη εγείρει απαιτήσεις προστασίας, συνεπώς η απόδοσή της σε άλλες χρήσεις πρέπει να είναι σύμφωνη με τους παραπάνω κανόνες. Επιπροσθέτως, ως μέρος ενός ολοκληρωμένου σχεδιασμού για την προστασία και τη διατήρηση της αγροτικής γης, προτείνεται ο συντονισμός μεταξύ δήμων σε επίπεδο περιφέρειας ώστε να ενθαρρυνθεί η βιώσιμη αστική ανάπτυξη αλλά και οι βιώσιμες χρήσεις γης

### **15.2.2 Ένταξη της αγροτικής γης και της αστικής γεωργίας στον πολεοδομικό σχεδιασμό**

Η ένταξη της αγροτικής γης στον πολεοδομικό σχεδιασμό και η ενσωμάτωση της γεωργίας ως μια ακόμα λειτουργία του αστικού χώρου δημιουργεί νέα παραγωγικά τοπία τα οποία συμβάλλουν στους στόχους βιωσιμότητας της πόλης. Το παράδειγμα του Βερολίνου (Mancebo & Salles, 2016) που προωθεί την συνέχεια αστικού – αγροτικού χώρου προβάλλοντας την αστική γεωργία, βρίσκεται προς αυτήν την κατεύθυνση του σχεδιασμού. Συγκεκριμένα, η ενσωμάτωση της αστικής γεωργίας στον πολεοδομικό σχεδιασμό του Βερολίνου περιλαμβάνει την αξιοποίηση εγκαταλελειμμένων εκτάσεων λόγω αποβιομηχάνισης. Οι εκτάσεις αυτές αφού υποστηρίχθηκαν από τα τοπικά πολεοδομικά σχέδια, αποδόθηκαν για γεωργική χρήση. Το Βερολίνο διαθέτει σήμερα περίπου 80.000 κοινοτικούς κήπους, παρέχοντας στους κατοίκους χώρους πρασίνου για να ασχοληθούν με γεωργικές δραστηριότητες. Άλλες ευρωπαϊκές πόλεις που προωθούν την αστική γεωργία είναι η πόλη του Ντέλφτ που ενέταξε γεωργικές δραστηριότητες στον αστικό ιστό υποστηρίζοντας την τοπική παραγωγή τροφίμων αλλά και την περιβαλλοντική βιωσιμότητα (Müller et al., 2005), η πόλη του Παρισιού (Mancebo, 2015), αλλά και πάνω από 20 πόλεις του Ηνωμένου Βασιλείου (Deelstra & Girardet, 2000).

### 15.2.3 Η πολιτική της συμπαγούς πόλης

Η έννοια της συμπαγούς πόλης προέκυψε ως απάντηση στις αυξανόμενες προκλήσεις της αστικής διάχυσης, της περιβαλλοντικής υποβάθμισης και της αναποτελεσματικότητας των χρήσεων/κάλυψη γης που χαρακτήρισαν μεγάλο μέρος της αστικής ανάπτυξης του 20ου αιώνα. Οι απαρχές αυτής της πολιτικής μπορούν να αναχθούν ιδιαίτερα τη δεκαετία του 1990 καθώς οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής αναζήτησαν βιώσιμες λύσεις για την αστική ανάπτυξη (Jenks et al., 1997). Η πολιτική της συμπαγούς πόλης υποστηρίζει τις υψηλότερες πυκνότητες, την ανάμιξη των χρήσεων γης, την οριοθετημένη ανάπτυξη και τα βελτιωμένα συστήματα δημόσιων συγκοινωνιών για τη δημιουργία πιο αποτελεσματικών, βιώσιμων και φιλικών προς το περιβάλλον πόλεων (Burton, 2000). Κύριος στόχος αυτής της πολιτικής είναι η μείωση της αστικής διάχυσης και η συγκέντρωση της ανάπτυξης εντός αστικών ορίων διατηρώντας έτσι τις γεωργικές και φυσικές εκτάσεις. Η συμπαγής πόλη, αν και έχει δεχτεί αρνητική κριτική (Westerink et al., 2013) όπως αυξημένα επίπεδα θορύβου, κυκλοφοριακή συμφόρηση, μειωμένος προσωπικός χώρος, αυξημένα επίπεδα ρύπανσης, αλλαγή του κοινωνικού ιστού κ.α. έχει εφαρμοστεί σε πόλεις όπως το Άμστερνταμ και η Κοπεγχάγη με θετική έκβαση. Η προσέγγιση του Άμστερνταμ περιλαμβάνει την προώθηση κατοικιών υψηλής πυκνότητας και μίξη των χρήσεων γης ενώ έμφαση δίδεται στη δημόσια συγκοινωνία (Priemus, 1998). Η στρατηγική για την Κοπεγχάγη εστιάζει στη δημιουργία πυκνών, καλά συνδεδεμένων αστικών περιοχών με εκτεταμένες υποδομές ποδηλασίας και χώρους πρασίνου (Beatley, 2000). Αυτές οι πόλεις έχουν δει βελτιώσεις στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, στη βελτίωση των μέσων μαζικής μεταφοράς και στη διατήρηση των χώρων πρασίνου. Τέλος, έρευνες με σενάρια πυκνώσης και σενάρια βελτιστοποίησης της αστικής ανάπτυξης που πραγματοποιήθηκαν στην Ελβετία (Schwaab et al., 2017) και το Ηνωμένο Βασίλειο (Eigenbrod et al., 2011) απέδειξαν ότι η πολιτική της συμπαγούς πόλης μπορεί να μειώσει σημαντικά την μετατροπή της αγροτικής γης σε αστική διατηρώντας τα γεωργικά εδάφη υψηλής ποιότητας.

### 15.2.4 Κίνητρα για τη διατήρηση της αγροτικής γης

Η Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε) έχει θεσπίσει πολιτικές και κίνητρα για την καταπολέμηση της ανεξέλεγκτης αστικοποίησης και τη διατήρηση της αγροτικής γης, με στόχο την εξασφάλιση της επισιτιστικής ασφάλειας και της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας. Η Κοινή Αγροτική Πολιτική (Κ.Α.Π.) διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην διατήρηση της αγροτικής γης και της γεωργίας παρέχοντας επιδοτήσεις στους αγρότες. Αν και η Κ.Α.Π έχει δεχτεί κριτική ότι οι επιδοτήσεις αυτές δεν είναι αποτελεσματικές για τη διατήρηση της γης, η μελέτη των Ustaoglu & Williams (2017), που αφορά 25 χώρες της Ε.Ε απέδειξε ότι καλά σχεδιασμένα προγράμματα επιδοτήσεων αποτρέπουν την αστική διάχυση και βοηθούν σημαντικά στη διαφύλαξη της αγροτικής γης. Χώρες όπως η Γαλλία, έχουν θεσπίσει εθνικά κίνητρα για τη διατήρηση της γεωργίας κοντά σε αστικές περιοχές, όπως η ανάπτυξη μικρών αλυσίδων εφοδιασμού τροφίμων. (SSFC) (Aubry & Kebir, 2013). Προϋπόθεση, βέβαια, για την επιτυχία τέτοιων κινήτρων είναι η ολοκληρωμένη στρατηγική, η χρηματοδότηση και η πολιτική στήριξη. Τέλος, ένα επιτυχημένο παράδειγμα παροχής κινήτρων αφορά τις Ηνωμένες

Πολιτείες. Το πρόγραμμα για την Αγορά Δικαιωμάτων Ανάπτυξης (Purchase of Development Rights (PDR)) είναι ένα εθελοντικό πρόγραμμα το οποίο δίνει την δυνατότητα στους ιδιοκτήτες αγροτικής γης να πουλήσουν τα δικαιώματα ανάπτυξης στο συμβούλιο διαχείρισης της αγροτικής γης. Μετά την πώληση, η γη περιορίζεται αποκλειστικά σε γεωργική χρήση και δεν μπορεί να αξιοποιηθεί στο μέλλον με άλλο τρόπο. Παράλληλα, οι ιδιοκτήτες αγροτικής γης συνεχίζουν να διατηρούν την κυριότητα της γης την οποία καλλιεργούν, ενώ μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα κεφάλαια που απέκτησαν για επενδύσεις σε αγροτικές υποδομές ή αγορά πρόσθετης γης. Ως αποτέλεσμα, η αγροτική γη διατηρείται για τις μελλοντικές γενιές. Η προσέγγιση αυτή ήταν αποτελεσματική σε περιοχές που βρίσκονται σε έντονη αναπτυξιακή πίεση, όπως οι αστικές παρυφές των βορειοανατολικών Ηνωμένων Πολιτειών (Daniels, 1991).

### **15.2.5 Φορολογία για τη μετατροπή της αγροτικής γης σε άλλες χρήσεις – Φορολογικές απαλλαγές/ελαφρύνσεις διατήρησης αγροτικής γης**

Η Ευρωπαϊκή Ένωση δεν διαθέτει ενιαία πολιτική για τη φορολόγηση της μετατροπής της αγροτικής γης σε άλλες χρήσεις ή φορολογικές απαλλαγές/ελαφρύνσεις για τη διατήρησή της. Η διαχείριση τέτοιων ζητημάτων πραγματοποιείται σε εθνικό επίπεδο. Για παράδειγμα, η Πολωνία και η Αυστρία παρέχουν φορολογικά πλεονεκτήματα για την υποστήριξη της χρήσης της αγροτικής γης και την αποτροπή της μετατροπής της σε άλλες χρήσεις (Kurowska et al., 2020). Στην Καλιφόρνια, η νομοθεσία για τη διατήρηση της αγροτικής γης (Williamson Act) προσφέρει μειωμένους φόρους ιδιοκτησίας σε ιδιοκτήτες γης που συμφωνούν να διατηρήσουν τη γεωργική χρήση για μια περίοδο δέκα ετών (Schwartz et al., 1975)

### **15.2.6 Περιορισμός της εκτός σχεδίου δόμησης**

Η νομοθεσία για την εκτός σχεδίου δόμηση συνέβαλλε σημαντικά στη μείωση της αγροτικής γης στην περιοχή μελέτης, καθώς επιτρέπει την υπό όρους δόμηση περιοχών στις οποίες συχνά ισχύουν παρεκκλίσεις προς όφελος της αύξησης των συντελεστών. Ως αποτέλεσμα, δημιουργείται αραιός αστικός ιστός και κατακερματισμός της γης ενώ η αγροτική γη μετατρέπεται σε οικιστική ζώνη. Η απώλεια παραγωγικών γεωργικών εκτάσεων, η αύξηση των εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου και η μείωση της βιοποικιλότητας αποτελούν επίσης επακόλουθα.

Για να αντιμετωπιστούν αυτά τα προβλήματα, απαιτείται μια ολοκληρωμένη προσέγγιση της εκτός σχεδίου δόμησης στην οποία θα πρέπει να περιλαμβάνονται ρυθμίσεις αλλά και στρατηγικές. Αφενός, ένα ισχυρότερο νομικό πλαίσιο περιορισμού της, και αφετέρου ένας συνδυασμός των προαναφερομένων προτάσεων και μέτρων για την προστασία και τη διατήρηση της αγροτικής γης όπως η πολιτική για την συμπαγή πόλη, προστασία της αγροτικής γης μέσω του χωροταξικού σχεδιασμού και ένταξη της αγροτικής γης και της αστικής γεωργίας στον πολεοδομικό σχεδιασμό. Επίσης, προτείνονται στρατηγικές που θα ενθαρρύνουν την συμμετοχή των πολιτών αλλά και δράσεις για την αποκατάσταση πληγέντων αγροτικών εκτάσεων.

### 15.2.7 Προγράμματα εκπαίδευσης αγροτών

Μέσω των προγραμμάτων εκπαίδευσης αγροτών, παλιοί και νέοι αγρότες θα έχουν τη δυνατότητα να λάβουν τεχνικές γνώσεις προκειμένου να βελτιώσουν τις γεωργικές πρακτικές τους και να αυξήσουν την αποδοτικότητα και τη βιωσιμότητα των καλλιεργειών τους. Η εκπαίδευση μπορεί να περιλαμβάνει θέματα όπως η χρήση προηγμένων τεχνολογιών γεωργίας, η γεωργία ακριβείας, η διαχείριση των φυσικών πόρων, η βιολογική γεωργία, η αστική γεωργία και η προσαρμογή στις κλιματικές αλλαγές. Τα προγράμματα αυτά μπορούν επίσης να περιλαμβάνουν τεχνικές μετατόπισης προς την αστική γεωργία Έρευνες έχουν δείξει ότι οι αγρότες που συμμετέχουν σε τέτοια προγράμματα εμφανίζουν αυξημένη παραγωγικότητα και νοιάζονται περισσότερο για το περιβάλλον (Rosegrant & Cline, 2003). Εκστρατείες ευαισθητοποίησης κοινού θεωρούνται επίσης σημαντικές δράσεις σε τέτοιες περιπτώσεις.

### 15.3 Άξονες μελλοντικής έρευνας

Η μελλοντική έρευνα δύναται να επικεντρωθεί σε επέκταση της παρούσας έρευνας ξεκινώντας από το 2016 και εξής, σε μεθοδολογίες που επιτρέπουν τη διαρκή παρακολούθηση του φαινομένου της αστικής διάχυσης, στην ανάπτυξη μοντέλων πρόβλεψης της μελλοντικής διάχυσης και στην αξιολόγηση των επιπτώσεων της αστικής διάχυσης στην αγροτική γη της περιοχής μελέτης. Αναλυτικότερα:

Η περίοδος από το 2016 και εξής παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Μετά την έξοδο της Ελλάδας από την κρίση και την έναρξη της οικονομικής ανάκαμψης και βελτίωσης του επενδυτικού κλίματος (EU, 2024) η πόλη της Πάτρας έχει δείξει σημάδια αύξησης της οικοδομικής δραστηριότητας (ΕΛ.ΣΤΑΤ, 2024). Ταυτόχρονα, νέα εργαλεία πολιτικής όπως οι αλλαγές στο θεσμικό πλαίσιο που αφορούν στον νέο πολεοδομικό και χωροταξικό σχεδιασμό αλλά και ευρωπαϊκές πρωτοβουλίες όπως η Ευρωπαϊκή Αστική Πρωτοβουλία (European Urban Initiative – EUI) και η Αστική Ατζέντα για την Ευρωπαϊκή Ένωση (The Urban Agenda for the EU -UAEU) είναι διαθέσιμα με στόχο να αντιμετωπιστούν οι προκλήσεις της αστικής διάχυσης. Η Ευρωπαϊκή Αστική Πρωτοβουλία επικεντρώνεται στην ενίσχυση των καινοτόμων δράσεων και την ενδυνάμωση των ικανοτήτων των πόλεων για την εφαρμογή βιώσιμων αστικών αναπτυξιακών στρατηγικών (European Commission, 2024). Η Αστική Ατζέντα για την Ευρωπαϊκή Ένωση προωθεί τη συνεργασία μεταξύ των κρατών μελών και των πόλεων για την αντιμετώπιση των αστικών προκλήσεων μέσω της ανταλλαγής γνώσεων και βέλτιστων πρακτικών (European Urban Initiative, 2023). Η ανάλυση της αστικής διάχυσης και η διερεύνηση των αλλαγών στις χρήσεις/ κάλυψη γης από το 2016 και εξής δύναται να εστιάσει στις χωρικές, κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις της διάχυσης αλλά και στις επιπτώσεις των νέων πολιτικών εξετάζοντας την αποτελεσματικότητά αλλά και την εφαρμοστικότητά τους. Η έρευνα με τη βοήθεια των νέων ευρωπαϊκών πρωτοβουλιών μπορεί να ωφεληθεί από τα δεδομένα και τις αναλύσεις που στοχεύουν στην προώθηση βιώσιμων πρακτικών αστικής ανάπτυξης.

Για τη διαρκή παρακολούθηση της αστικής διάχυσης ο συνδυασμός drones, τεχνολογιών μηχανικής μάθησης και τεχνητής νοημοσύνης (AI), προσφέρει δυνατότητες παρακολούθησης του φαινομένου σε πραγματικό χρόνο. Τα drones - εξοπλισμένα με κάμερες υψηλής ανάλυσης και ισχυρούς αισθητήρες - είναι σε θέση να δημιουργήσουν δεδομένα υψηλής ακρίβειας σε πραγματικό χρόνο και για εκτεταμένες περιοχές. Στη συνέχεια, οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης μπορούν να αυτοματοποιήσουν την ανάλυση και ταξινόμηση των εικόνων που έχουν καταγραφεί καθώς μπορούν να εκπαιδευτούν στην ανίχνευση αλλαγών σε αστικές και μη περιοχές. Επιπλέον, η χρήση τεχνητής νοημοσύνης δύναται να βελτιστοποιήσει τα πρωτόκολλα δεδομένων και να αναλύσει ιστορικά δεδομένα σε περιοχές πιθανής διάχυσης. Ως αποτέλεσμα, επιτυγχάνεται ένα πολυδιάστατο σύνολο δεδομένων το οποίο μπορεί να τροφοδοτήσει οποιοδήποτε μοντέλο ανάλυσης. Παρόμοιο ερευνητικό έργο περιλαμβάνει το AI-URBAN (KU Leuven Geomatics Research Group), το οποίο εστιάζει στην παρακολούθηση της αστικής διάχυσης και των αλλαγών στις χρήσεις/κάλυψη γης χρησιμοποιώντας AI και τεχνικές μηχανικής μάθησης για την ανάλυση εικόνων από drones και δορυφόρους. Ως αποτέλεσμα παράγονται λεπτομερείς χάρτες χρήσης/κάλυψης γης που αποτυπώνουν την τρέχουσα αστική δυναμική.

Στον τομέα της ανάπτυξης μοντέλων πρόβλεψης της μελλοντικής διάχυσης η έρευνα θα έχει ως στόχο να προσομοιώσει σενάρια διάχυσης με στόχο την κατανόηση της χωρικής και χρονικής δυναμικής του φαινομένου. Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί ποικίλα μοντέλα, το καθένα από τα οποία συμβάλλει με διαφορετικό τρόπο στην πρόβλεψη της διάχυσης. Τα μοντέλα ποικίλλουν από καθαρά στατιστικές μεθόδους έως δυναμικές προσομοιώσεις και τεχνικές μηχανικής μάθησης. Το μοντέλο των κυψελοειδών αυτομάτων (cellular automata-CA) είναι ιδιαίτερα δημοφιλές στην πρόβλεψη της αστικής διάχυσης και έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως για την προσομοίωση της χωρικής δυναμικής της διάχυσης. (Batty et al., 1999, Blecic et al., 2004). Ιδιαίτερη χρήση έχει γνωρίσει στην έρευνα το μοντέλο SLEUTH (Slope, Land Use, Exclusion, Urban Extent, Transportation and Hillshade) το οποίο χρησιμοποιεί χρήσεις γης, τοπογραφικά και συγκοινωνιακά δεδομένα του χώρου για να προβλέψει την μελλοντική αστική διάχυση (Clarke et al., 1997, Silva & Clarke, 2002, Jantz et al., 2004, Rienow & Goetzke, 2015). Επίσης δημοφιλές είναι το μοντέλο Land Change Modeler (LCM) στο περιβάλλον IDRISI TerrSet, γνωστό για τις δυνατότητές του στην ανάλυση των αλλαγών των χρήσεων/κάλυψη γης καθώς χρησιμοποιεί επεξηγηματικές μεταβλητές και προβάλλει μελλοντικές αλλαγές (Tewolde & Cabral, 2011, Mishra et al., 2014). Επίσης, το μοντέλο της αλυσίδας Markov χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη των μεταβολών στις χρήσεις/κάλυψη γης με την πάροδο του χρόνου ενώ συχνά συνδυάζεται με άλλα χωρικά μοντέλα για την πρόβλεψη της αστικής διάχυσης (Owoeye & Popoola, 2017, Al-Hameedi et al., 2021). Πιο σύγχρονα μοντέλα περιλαμβάνουν το μοντέλο SPRAWL που δημιούργησαν οι McGarigal et al. (2018), στοχαστικό μοντέλο προσομοίωσης της μη στάσιμης αστικής διάχυσης για την αξιολόγηση των οικολογικών επιπτώσεων της και το μοντέλο CLUE και CLUE-S (Veldkamp & Fresco, 1996, Verburg et al. 2002). Το τελευταίο ενσωματώνει κοινωνικοοικονομικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες πρόβλεψης της εξέλιξης των χρήσεων/κάλυψη γης με την πάροδο του χρόνου, προσφέροντας πληροφορίες για

την αλληλεπίδραση μεταξύ των ανθρώπινων δραστηριοτήτων και των οικολογικών συστημάτων. Νέα πτυχή στη μελλοντική έρευνα θα εισαγάγει η χρήση τεχνητών νευρωνικών δικτύων (ANN). Τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα χρησιμοποιούνται στη μηχανική μάθηση για αναγνώριση προτύπων και μοντελοποίηση. Πολύ σημαντική κρίνεται η δυνατότητα των τεχνητών νευρωνικών δικτύων να μοντελοποιούν μη γραμμικές σχέσεις και να προβλέπουν αποτελέσματα με βάση πολύπλοκα, πολυδιάστατα σύνολα δεδομένων. Αυτή η προσέγγιση μπορεί να προβλέψει την αστική διάχυση με τρόπο που τα παραδοσιακά μοντέλα ενδέχεται να παραβλέψουν. (Berling-Wolff & Wu, 2004, Zhang et al. 2020, Asadi et al., 2022). Κάθε ένα από τα παραπάνω μοντέλα έχουν πλεονεκτήματα και περιορισμούς. Ιδιαίτερα αποτελεσματική προβλέπεται η δημιουργία υβριδικού μοντέλου πρόβλεψης το οποίο θα συνδυάζει τα δυνατά σημεία διαφορετικών προσεγγίσεων προσφέροντας ακριβέστερες προβλέψεις της αστικής διάχυσης. Η έρευνα μπορεί να αναλύσει διαφορετικά σενάρια για την πρόβλεψη της διάχυσης αλλά και να επεξεργαστεί σενάρια διατήρησης τοπίων και βιώσιμης αστικής ανάπτυξης.

Τέλος, η μελλοντική έρευνα μπορεί να επικεντρωθεί σε μια λεπτομερή εξέταση των κοινωνικοοικονομικών και περιβαλλοντικών επιπτώσεων της αστικής διάχυσης στην αγροτική γη της περιοχής μελέτης (Ustaoglu & Williams, 2017).. Η συγκεκριμένη έρευνα θα εξετάσει πώς οι μεγάλες εξελίξεις στον αστικό χώρο επηρέασαν τη γεωργική παραγωγικότητα, τη βιοποικιλότητα και τα τοπικά οικοσυστήματα. Η έρευνα θα ενσωματώσει ποιοτικές μεθόδους όπως συνεντεύξεις με αγρότες και γεωργικούς φορείς για την κατανόηση των κοινωνικοοικονομικών επιπτώσεων των αλλαγών στις αγροτικές κοινότητες (Wadduwage, 2021). Με τη βοήθεια των συνεντεύξεων θα διερευνηθούν οι αλλαγές στις γεωργικές αποδόσεις, η πιθανότητα αλλαγής στους τύπους των καλλιεργειών λόγω αστικής διάχυσης και η οικονομική βιωσιμότητα της γεωργίας σε ολόένα και πιο κατακερματισμένα τοπία. Η έρευνα θα εξετάσει επίσης τις γεωργικές πρακτικές, τους εποχικούς κύκλους και τις απαιτήσεις της αγοράς που σχετίζονται με αυτές τις καλλιέργειες αλλά και τις ενδεχόμενες περιβαλλοντικές επιπτώσεις λόγω αστικής διάχυσης όπως η διαθεσιμότητα νερού και η ποιότητα του εδάφους (Maxwell et al., 1998). Η έρευνα θα πρέπει επίσης να προτείνει στρατηγικές για τη βιώσιμη διαχείριση της αγροτικής γης που εξισορροπούν την αστική ανάπτυξη με τη διατήρηση της γεωργίας.

## Βιβλιογραφία κεφαλαίου 15

Al-Hameedi, W. M. M., Chen, J., Faichia, C., Al-Shaibah, B., Nath, B., Kafy, A. A., & Al-Aizari, A. (2021). Remote sensing-based urban sprawl modeling using multilayer perceptron neural network markov chain in Baghdad, Iraq. *Remote Sensing*, *13*(20), 4034.

Antrop, M. (2004). Landscape change and the urbanization process in Europe. *Landscape and urban planning*, *67*(1-4), 9-26.

Asadi, M., Oshnooei-Nooshabadi, A., Saleh, S. S., Habibnezhad, F., Sarafraz-Asbagh, S., & Van Genderen, J. L. (2022). Urban Sprawl Simulation Mapping of Urmia (Iran) by Comparison of Cellular Automata–Markov Chain and Artificial Neural Network (ANN) Modeling Approach. *Sustainability*, *14*(23), 15625.

Aubry, C., & Kebir, L. (2013). Shortening food supply chains: A means for maintaining agriculture close to urban areas? The case of the French metropolitan area of Paris. *Food policy*, *41*, 85-93.

Barbera, G., & Cullotta, S. (2016). The traditional mediterranean polycultural landscape as cultural heritage: Its origin and historical importance, its Agro-Silvo-Pastoral complexity and the necessity for its identification and inventory. *Biocultural diversity in Europe*, 21-48.

Batty, M., Xie, Y., & Sun, Z. (1999). Modeling urban dynamics through GIS-based cellular automata. *Computers, environment and urban systems*, *23*(3), 205-233.

Beatley, T. (2012). *Green urbanism: Learning from European cities*. Island press.

Berling-Wolff, S., & Wu, J. (2004). Modeling urban landscape dynamics: A review. *Ecological Research*, *19*, 119-129.

Blecic, I., Cecchini, A., Prastacos, P., Trunfio, G. A., & Verigos, E. (2004, April). Modelling urban dynamics with cellular automata: A model of the city of Heraclion. In *7th AGILE conference on geographic information science*. Heraklion: University of Crete Press.

Birley, M. H., & Lock, K. (1998). Health and peri-urban natural resource production. *Environment and urbanization*, *10*(1), 89-106.

Burton, E. (2000). The compact city: Just or just compact? A preliminary analysis. *Urban studies*, *37*(11), 1969-2006.

Cecchini, M., Zambon, I., Pontrandolfi, A., Turco, R., Colantoni, A., Mavrakis, A., & Salvati, L. (2019). Urban sprawl and the ‘olive’ landscape: Sustainable land management for ‘crisis’ cities. *GeoJournal*, *84*, 237-255



Clarke, K. C., Hoppen, S., & Gaydos, L. (1997). A self-modifying cellular automaton model of historical urbanization in the San Francisco Bay area. *Environment and planning B: Planning and design*, 24(2), 247-261

Cohen, M., Bilodeau, C., Alexandre, F., Godron, M., Andrieu, J., Grésillon, E., & Morganti, A. (2015). What is the plant biodiversity in a cultural landscape? A comparative, multi-scale and interdisciplinary study in olive groves and vineyards (Mediterranean France). *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 212, 175-186.

Daniels, T. L. (1991). The purchase of development rights: Preserving agricultural land and open space. *Journal of the American Planning Association*, 57(4), 421-431.

Deelstra, T., & Girardet, H. (2000). Urban agriculture and sustainable cities.

Eigenbrod, F., Bell, V. A., Davies, H. N., Heinemeyer, A., Armsworth, P. R., & Gaston, K. J. (2011). The impact of projected increases in urbanization on ecosystem services. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 278(1722), 3201-3208.

ΕΛ.ΣΤΑΤ (2024). Έρευνα Οικοδομικής Δραστηριότητας

European Commission (2024). Economic forecast for Greece

EU European Urban Initiative (2023). <https://www.urban-initiative.eu/>

EU (The Urban Agenda for the EU –UAEU (2024) [https://ec.europa.eu/regional\\_policy/policy/themes/urban-development/agenda\\_en](https://ec.europa.eu/regional_policy/policy/themes/urban-development/agenda_en)

Gómez-Baggethun, E., Gren, Å., Barton, D. N., Langemeyer, J., McPhearson, T., O'farrell, P., ... & Kremer, P. (2013). Urban ecosystem services. *Urbanization, biodiversity and ecosystem services: Challenges and opportunities: A global assessment*, 175-251.

Jantz, C. A., Goetz, S. J., & Shelley, M. K. (2004). Using the SLEUTH urban growth model to simulate the impacts of future policy scenarios on urban land use in the Baltimore-Washington metropolitan area. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 31(2), 251-271.

Jenks, M., Burton, E., Williams, K., & Symes, M. (1997). The Compact City: A sustainable urban form?. *Land Use Policy*, 14(3), 215

Kurowska, K., Kryszk, H., Marks-Bielska, R., Mika, M., & Leń, P. (2020). Conversion of agricultural and forest land to other purposes in the context of land protection: Evidence from Polish experience. *Land Use Policy*, 95, 104614.

- Mancebo, F. (2015). Combining sustainability and social justice in the Paris metropolitan region. *Sustainability in the Global City. Myth and Practice*, 263-284
- Mancebo, F., & Salles, S. (2016). Urban Agriculture: Fostering the Urban-Rural Continuum. *Challenges in Sustainability*, 4(1), 1-2.
- Maxwell, D., Larbi, W. O., Lamptey, G. M., Zakariah, S., & Armar-Klemesu, M. (1998). Farming in the shadow of the city: Changes in land rights and livelihoods in peri-urban Accra. *Cities feeding people series; rept. 23*.
- McGarigal, K., Plunkett, E. B., Willey, L. L., Compton, B. W., DeLuca, W. V., & Grand, J. (2018). Modeling non-stationary urban growth: The SPRAWL model and the ecological impacts of development. *Landscape and urban planning*, 177, 178-190.
- Mishra, V. N., Rai, P. K., & Mohan, K. (2014). Prediction of land use changes based on land change modeler (LCM) using remote sensing: A case study of Muzaffarpur (Bihar), India. *Journal of the Geographical Institute "Jovan Cvijic", SASA*, 64(1), 111-127.
- Müller, D. B., Tjallingii, S. P., & Canters, K. J. (2005). A transdisciplinary learning approach to foster convergence of design, science and deliberation in urban and regional planning. *Systems Research and Behavioral Science: The Official Journal of the International Federation for Systems Research*, 22(3), 193-208.
- Owoeye, J. O., & Popoola, O. O. (2017). Predicting urban sprawl and land use changes in Akure region using markov chains modeling. *Journal of Geography and Regional Planning*, 10(7), 197-207.
- Priemus, H. (1998). Contradictions between Dutch housing policy and spatial planning. *Tijdschrift voor economische en sociale geografie*, 89(1), 31-43
- Rienow, A., & Goetzke, R. (2015). Supporting SLEUTH—Enhancing a cellular automaton with support vector machines for urban growth modeling. *Computers, Environment and Urban Systems*, 49, 66-81.
- Rosegrant, M. W., & Cline, S. A. (2003). Global food security: challenges and policies. *Science*, 302(5652), 1917-1919.
- Salvati, L., Ferrara, A., Tombolini, I., Gemmiti, R., Colantoni, A., & Perini, L. (2015). Desperately seeking sustainability: Urban shrinkage, land consumption and regional planning in a Mediterranean metropolitan area. *Sustainability*, 7(9), 11980-11997.
- Schwartz, S. I., Hansen, D. E., & Foin, T. C. (1975). Preferential taxation and the control of urban sprawl: An analysis of the California Land Conservation Act. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2(2), 120-134.

- Silva, E. A., & Clarke, K. C. (2002). Calibration of the SLEUTH urban growth model for Lisbon and Porto, Portugal. *Computers, environment and urban systems*, 26(6), 525-552
- Tewelde, M. G., & Cabral, P. (2011). Urban sprawl analysis and modeling in Asmara, Eritrea. *Remote Sensing*, 3(10), 2148-2165.
- Ustaoglu, E., & Williams, B. (2017). Determinants of urban expansion and agricultural land conversion in 25 EU countries. *Environmental management*, 60, 717-746.
- Veldkamp, A., & Fresco, L. O. (1996). CLUE: a conceptual model to study the conversion of land use and its effects. *Ecological modelling*, 85(2-3), 253-270.
- Verburg, P. H., Soepboer, W., Veldkamp, A., Limpiada, R., Espaldon, V., & Mastura, S. S. (2002). Modeling the spatial dynamics of regional land use: the CLUE-S model. *Environmental management*, 30, 391-405.
- Wadduwage, S. (2021). Drivers of peri-urban farmers' land-use decisions: An analysis of factors and characteristics. *Journal of Land Use Science*, 16(3), 273-290.
- Westerink, J., Haase, D., Bauer, A., Ravetz, J., Jarrige, F., & Aalbers, C. B. (2013). Dealing with sustainability trade-offs of the compact city in peri-urban planning across European city regions. *European Planning Studies*, 21(4), 473-497
- Zhang, X., Zhou, J., & Song, W. (2020). Simulating urban sprawl in china based on the artificial neural network-cellular automata-Markov model. *Sustainability*, 12(11), 4341.

## **Π α ρ ά ρ τ η μ α**

Πίνακας Corine Land Cover

Οδηγός συνέντευξης προνομιακών συνομιλητών

## Corine Land Cover - Υπόμνημα

<i>CLC_CODE</i>	<i>LEVEL 1</i>	<i>LEVEL 2</i>	<i>LEVEL 3</i>	<i>ΕΠΙΠΕΔΟ 3</i>	<i>RGB</i>
111	Artificial surfaces	Urban fabric	Continuous urban fabric	Συνεχόμενος αστικός ιστός	230-000-077
112	Artificial surfaces	Urban fabric	Discontinuous urban fabric	Ασυνεχής αστικός ιστός	255-000-000
121	Artificial surfaces	Industrial, commercial and transport units	Industrial or commercial units	Βιομηχανικές και εμπορικές μονάδες	204-077-242
122	Artificial surfaces	Industrial, commercial and transport units	Road and rail networks and associated land	Οδικά και σιδηροδρομικά δίκτυα και συσχετιζόμενη γη	204-000-000
123	Artificial surfaces	Industrial, commercial and transport units	Port areas	Εκτάσεις λιμένων	230-204-204
124	Artificial surfaces	Industrial, commercial and transport units	Airports	Αεροδρόμια	230-204-230
131	Artificial surfaces	Mine, dump and construction sites	Mineral extraction sites	Χώροι εξόρυξης ορυκτών	166-000-204
132	Artificial surfaces	Mine, dump and construction sites	Dump sites	Χώροι απορρίψεως απορριμμάτων	166-077-000
133	Artificial surfaces	Mine, dump and construction sites	Construction sites	Εργοτάξια	255-077-255
141	Artificial surfaces	Artificial, non-agricultural vegetated areas	Green urban areas	Περιοχές αστικού πράσινου	255-166-255
142	Artificial surfaces	Artificial, non-agricultural vegetated areas	Sport and leisure facilities	Εγκαταστάσεις αθλητισμού και αναψυχής	255-230-255
211	Agricultural areas	Arable land	Non-irrigated arable land	Μη αρδευόμενη αρόσιμη γη	255-255-168
212	Agricultural areas	Arable land	Permanently irrigated land	Μόνιμα αρδευόμενη γη	255-255-000

213	Agricultural areas	Arable land	Rice fields	Ορυζώνες	230-230-000
221	Agricultural areas	Permanent crops	Vineyards	Αμπελώνες	230-128-000
222	Agricultural areas	Permanent crops	Fruit trees and berry plantations	Οπωροφόρα δέντρα και φυτείες με σαρκώδεις καρπούς	242-166-077
223	Agricultural areas	Permanent crops	Olive groves	Ελαιώνες	230-166-000
231	Agricultural areas	Pastures	Pastures	Βοσκότοποι - Λιβάδια	230-230-077
241	Agricultural areas	Heterogeneous agricultural areas	Annual crops associated with permanent crops	Ετήσιες καλλιέργειες που συνδέονται με μόνιμες καλλιέργειες	255-230-166
242	Agricultural areas	Heterogeneous agricultural areas	Complex cultivation patterns	Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας	255-230-077
243	Agricultural areas	Heterogeneous agricultural areas	Land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation	Εκτάσεις κατεχόμενες κυρίως από τη γεωργία, με σημαντικές περιοχές φυσικής βλάστησης	230-204-077
244	Agricultural areas	Heterogeneous agricultural areas	Agro-forestry areas	Αγρο-δασικές εκτάσεις	242-204-166
311	Forest and semi natural areas	Forests	Broad-leaved forest	Δάσος πλατύφυλλων	128-255-000
312	Forest and semi natural areas	Forests	Coniferous forest	Δάσος κωνοφόρων	000-166-000
313	Forest and semi natural areas	Forests	Mixed forest	Μικτό δάσος	077-255-000
321	Forest and semi natural areas	Scrub and/or herbaceous vegetation associations	Natural grasslands	Φυσικοί βοσκότοποι	204-242-077
322	Forest and semi natural areas	Scrub and/or herbaceous vegetation associations	Moors and heathland	Θαμνότοποι και χέρσες εκτάσεις	166-255-128

323	Forest and semi natural areas	Scrub and/or herbaceous vegetation associations	Sclerophyllous vegetation	Σκληρόφυλλη βλάστηση	166-230-077
324	Forest and semi natural areas	Scrub and/or herbaceous vegetation associations	Transitional woodland-shrub	Μεταβατικές δασώδεις-θαμνώδεις εκτάσεις	166-242-000
331	Forest and semi natural areas	Open spaces with little or no vegetation	Beaches, dunes, sands	Παραλίες, Αμμόλοφοι, Αμμουδιές	230-230-230
332	Forest and semi natural areas	Open spaces with little or no vegetation	Bare rocks	Απογυμνωμένοι βράχοι	204-204-204
333	Forest and semi natural areas	Open spaces with little or no vegetation	Sparsely vegetated areas	Εκτάσεις με αραιή βλάστηση	204-255-204
334	Forest and semi natural areas	Open spaces with little or no vegetation	Burnt areas	Αποτεφρωμένες εκτάσεις	000-000-000
335	Forest and semi natural areas	Open spaces with little or no vegetation	Glaciers and perpetual snow	Παγετώνες και διαρκώς χιονοσκεπείς εκτάσεις	166-230-204
411	Wetlands	Inland wetlands	Inland marshes	Βάλτοι στην ενδοχώρα	166-166-255
412	Wetlands	Inland wetlands	Peat bogs	Βάλτοι σαπόχορτων (τέλματα)	077-077-255
421	Wetlands	Maritime wetlands	Salt marshes	Αλατούχα έλη	204-204-255
422	Wetlands	Maritime wetlands	Salines	Αλυκές	230-230-255
423	Wetlands	Maritime wetlands	Intertidal flats	Παλιρροιακές ενδιάμεσες ζώνες	166-166-230
511	Water bodies	Inland waters	Water courses	Υδατορεύματα	000-204-242
512	Water bodies	Inland waters	Water bodies	Συλλογές υδάτων	128-242-230
521	Water bodies	Marine waters	Coastal lagoons	Παράκτιες λιμνοθάλασσες	000-255-166
522	Water bodies	Marine waters	Estuaries	Εκβολές ποταμών	166-255-230
523	Water bodies	Marine waters	Sea and ocean	Θάλασσα	230-242-255

990	UNCLASSIFIED	UNCLASSIFIED LAND SURFACE	UNCLASSIFIED LAND SURFACE	Μη ταξινομημένη επιφάνεια γης	255-255-255
995	UNCLASSIFIED	UNCLASSIFIED WATER BODIES	UNCLASSIFIED WATER BODIES	Μη ταξινομημένες συλλογές υδάτων	230-242-255
990	UNCLASSIFIED	UNCLASSIFIED	UNCLASSIFIED	Αταξινόμητες εκτάσεις	255-255-255
999	NODATA	NODATA	NODATA	Χωρίς δεδομένα	255-255-255



## Οδηγός συνέντευξης

### Εισαγωγή

Παρουσίαση στόχων διατριβής και εξήγηση των στόχων της συνέντευξης

#### 1. Γενικές πληροφορίες

Πληροφορίες αναφορικά με τον προνομιακό συνομιλητή (υπόβαθρο, τεχνογνωσία, εμπειρία, εξοικείωσή με την ορολογία της έρευνας)

#### 2. Το πλαίσιο της αστικής διάχυσης

Αποψη του ερωτώμενου για το τι συνιστά αστική διάχυση, πως εκδηλώνεται σε διαφορετικά πλαίσια

#### 3. Το πλαίσιο των κινητηρίων δυνάμεων

Παρουσίαση του πλαισίου των κινητηρίων δυνάμεων (πολιτικές, οικονομικές, πολιτιστικές (δημογραφικές, στάσεις), τεχνολογικές, φυσικές/χωρικές (χωρική διαμόρφωση, χωρική δομή, υφιστάμενες χρήσεις γης, δίκτυα μεταφορών, προσβασιμότητα, τοπογραφία, χαρακτηριστικά του εδάφους, κλίμα και φυσικές καταστροφές).

4. Συγκρούσεις χρήσεων γης. Αλλαγή χρήσης αγροτικής γης σε αστική λόγω αστικής διάχυσης

5. Ιεράρχηση κινητηρίων δυνάμεων που δρουν στην περιοχή μελέτης προκαλώντας αστική διάχυση

### Ερωτήσεις

#### 1. Γενικές πληροφορίες

Όνοματεπώνυμο: (δεν αναγράφεται)

Ιδιότητα/Απασχόληση/Ιστορικό/Καριέρα/Σχέση με το θέμα:

#### 2. Αστική διάχυση

*Σκοποί και στόχοι: Ανάδειξη της προβληματικής της αστικής διάχυσης και των συνεπειών της. Η αντίληψη του συνεντευξιαζόμενου για τα χαρακτηριστικά που συνδέονται με την αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης και η ενθάρρυνσή του να παράσχει συγκεκριμένα παραδείγματα αστικής διάχυσης και αλλαγών στις χρήσεις γης, εστιάζοντας ιδιαίτερα στην αγροτική γη*

-Θεωρείτε ότι η αστική διάχυση αποτελεί πρόβλημα; Ποιες συνέπειες θεωρείτε ότι έχει;

--Ποια θεωρείτε ότι είναι τα κύρια χαρακτηριστικά της αστικής διάχυσης;

-Θεωρείτε ότι υπάρχει αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης;

- Μπορείτε να δώσετε παραδείγματα αστικής διάχυσης και αλλαγών χρήσεων γης στις αγροτικές εκτάσεις στην περιοχή μελέτης; Έχετε παρατηρήσει περιπτώσεις μετατροπής γεωργικών εκτάσεων σε άλλες χρήσεις γης στην περιοχή μελέτης;

### **3. Κινητήριες δυνάμεις**

#### **Πολιτικές κινητήριες δυνάμεις**

*Σκοποί και στόχοι: Διερεύνηση των πολιτικών κινητήριων δυνάμεων της αστικής διάχυσης συμπεριλαμβανομένων των εργαλείων πολεοδομικού και χωροταξικού σχεδιασμού τα οποία συνέβαλαν ή εμπόδισαν την αστική διάχυση και την μετατροπή της αγροτικής γης σε αστική. Αναζήτηση της επιρροής των χωρικών περιφερειακών αναπτυξιακών πολιτικών στο φαινόμενο της αστικής διάχυσης και στις αλλαγές των χρήσεων γης,*

- Υπάρχουν κατά τη γνώμη σας πολιτικές (πολεοδομικές, χωροταξικές, περιφερειακές, αγροτικές, μεταφορών, περιβαλλοντικές, οικονομικές ή άλλες) οι οποίες συντέλεσαν στην αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης;

-Υπάρχουν συγκεκριμένα εργαλεία εφαρμογής πολεοδομικού ή/και χωροταξικού σχεδιασμού τα οποία συνέβαλαν στην αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης;

-Υπάρχουν συγκεκριμένα εργαλεία εφαρμογής πολεοδομικού ή/και χωροταξικού σχεδιασμού τα οποία συνέβαλαν στον περιορισμό/συγκράτηση της αστικής διάχυσης ή στον περιορισμό/συγκράτηση της αλλαγής χρήσεων γης, κυρίως στον περιορισμό μετατροπής γεωργικής γης σε αστική;

- Υπάρχουν πολιτικές που συμβάλλουν στην μετατροπή των γεωργικών εκτάσεων σε αστικές;

-Πιστεύετε ότι η χωρική περιφερειακή αναπτυξιακή πολιτική (κυρίως όσον αφορά τα αναπτυξιακά έργα) συνέβαλλε στην αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης;

#### **Οικονομικές κινητήριες δυνάμεις**

*Σκοποί και στόχοι: Εντοπισμός δραστηριοτήτων που δυνητικά τροφοδότησαν την αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης. Διερεύνηση της επίδρασης των μεταφορικών υποδομών μεγάλης κλίμακας στην αστική διάχυση. Αναζήτηση πληροφοριών για την επίδραση των δραστηριοτήτων/μεγάλων έργων στις χρήσεις γης. Αξιολόγηση των επιπτώσεων αυτών των δραστηριοτήτων στην αγροτική γη.*

- Υπάρχουν κάποιες δραστηριότητες (εμπόριο, κατοικία/real estate, υπηρεσίες, βιοτεχνία) που βοήθησαν την αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης; Είχαν αυτές κάποιες ιδιαίτερες επιπτώσεις στην αγροτική γη;

- Η παρουσία μεγάλων έργων μεταφορικών υποδομών (δρόμοι, αυτοκινητόδρομοι, λιμάνι, κόμβοι) έχει επηρεάσει την αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης;

- Πως οι εξελίξεις στις αναπτυξιακές υποδομές επηρεάζουν την αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης;

- Υπήρξαν άλλα μεγάλα έργα υποδομής -εκτός των προαναφερθέντων- που διευκόλυναν την αστική διάχυση και την αλλαγή των χρήσεων γης στην περιοχή μελέτης;

### **Πολιτιστικές κινητήριες δυνάμεις**

*Σκοποί και στόχοι: Διερεύνηση της σχέσης μεταξύ δημογραφικών παραγόντων/ παραγόντων του τρόπου ζωής (τάσεις και επιθυμίες) και της αστικής διάχυσης στην περιοχή μελέτης. Αποσαφήνιση της αλληλεπίδρασης μεταξύ της δυναμικής του πληθυσμού, των προσωπικών τάσεων και της χωρικής εξέλιξης της περιοχής μελέτης.*

- Επηρεάζει η πληθυσμιακή αύξηση την αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης;

- Η ζήτηση για κατοικία και ο τρόπος ζωής, οι τάσεις και επιθυμίες (πχ αναζήτηση πρασίνου, μονοκατοικία) και η βελτίωση των όρων ζωής (π.χ. αυτοκίνητο) επηρεάζουν την αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης;

- Υπάρχουν δημογραφικές τάσεις που ενθαρρύνουν την αστική διάχυση στην αγροτική γη; (Θεωρείτε ότι οι μεγαλύτερες ηλικίες πηγαίνουν εκτός κέντρου; Οικογένειες με παιδιά; Εργένηδες;)

- Η ζήτηση για κατοικία και ο τρόπος ζωής επηρεάζουν την αστική διάχυση στην αγροτική γη;

### **Τεχνολογικές κινητήριες δυνάμεις**

*Σκοποί και στόχοι: Αναζήτηση της επίδρασης των παραγόντων προσβασιμότητας στην αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης. Διερεύνηση της σχέσης μεταξύ της προσβασιμότητας, της υποδομής μεταφορών και της επικρατούσας εξάρτησης από τα αυτοκίνητα με στόχο την προβολή της δυναμικής της κινητικότητας που επηρεάζει την αστική διάχυση*

- Η απόσταση από υπηρεσίες ή/και αγαθά θεωρείτε ότι παίζουν ρόλο στην αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης;

- Πιστεύετε ότι η μεταφορική υποδομή επηρεάζει την αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης;

-Θεωρείτε ότι η υφιστάμενη κατάσταση των συγκοινωνιών ενθαρρύνει την εξάρτιση από το αυτοκίνητο; Πόσο ισχυρή είναι η εξάρτηση από το αυτοκίνητο στην περιοχή μελέτης;

#### **Φυσικές/Χωρικές κινητήριες δυνάμεις**

*Σκοποί και στόχοι: Διερεύνηση της συμβολής του φυσικού τοπίου στην αύξηση ή τον περιορισμό της αστικής διάχυσης. Πρόσθετοι παράγοντες που συμβάλλουν στη μετατροπή της αγροτικής γης σε άλλες χρήσεις στην περιοχή μελέτης.*

##### *Φυσικός χώρος*

- Υπάρχουν κάποια φυσικά χαρακτηριστικά όπως το υψόμετρο τα οποία επηρεάζουν την αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης;

- Θεωρείτε ότι η γεινίαση με το θαλάσσιο μέτωπο επηρεάζουν την αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης;

- Θεωρείτε ότι η γεινίαση με φυσικούς χώρους ή περιοχές ιδιαίτερου φυσικού κάλλους ή ενδιαφέροντος επηρεάζουν την αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης;

##### *Χρήσεις γης*

- Θεωρείτε ότι υπάρχουν άλλοι παράγοντες –εκτός των προαναφερθέντων – που συμβάλλουν στη μετατροπή της αγροτικής γης σε άλλες χρήσεις γης στην περιοχή μελέτης;

#### **4. Καταληκτικές ερωτήσεις**

*Σκοποί και στόχοι: Ανακεφαλαίωση και ιεράρχηση των κινητήριων δυνάμεων που επηρεάζουν την αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης. Προτάσεις μέτρων και επιπλέον σχόλια.*

- Με βάση τις απαντήσεις σας, ποιες θεωρείτε ότι είναι οι πιο σημαντικές κινητήριες δυνάμεις που επηρεάζουν την αστική διάχυση στην περιοχή μελέτης; Μπορείτε να τις ιεραρχήσετε;

- Με βάση την απάντησή σας, ποια μέτρα πιστεύετε ότι πρέπει να εφαρμοστούν:

A) για τον περιορισμό της αστικής διάχυσης και

B) την προστασία της αγροτικής γης από τις αστικές πιέσεις;

Θα μπορούσατε να τα ιεραρχήσετε;

- Έχετε επιπλέον σχόλια τα οποία επιθυμείτε να μοιραστείτε;