



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ –  
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ  
ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ & ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

# ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΟΡΙΟΥ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΜΕ ΣΚΟΠΟ ΤΗΝ ΕΥΝΟΙΑ & ΠΟΙΚΙΛΙΑ ΤΩΝ ΧΡΗΣΕΩΝ ΓΗΣ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΚΠΟΝΗΣΗ:

Λέτσιος Βασίλειος

ΕΠΙΒΛΕΨΗ:

Μπακογιάννης Ευθύμιος

Επίκουρος Καθηγητής Τομέα Γεωγραφίας &  
Περιφερειακού Σχεδιασμού





**NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS**  
**SCHOOL OF SURVEYING AND GEOINFORMATICS**  
**ENGINEERING**  
**DEPARTMENT OF GEOGRAPHY AND REGIONAL PLANNING**

# **MEASURING POPULATION DENSITY IN ACCORDANCE WITH PROSPERITY AND VARIETY IN LAND USE**



**DIPLOMA THESIS**

**AUTHOR:**

**Letsios Vasileios**

**SUPERVISOR:**

**Bakoyannis Efthymios**

**Assistant Professor Department of Geography  
And Regional Planning**



## Περίληψη

Ένα από τα κυριότερα ζητήματα των τελευταίων χρόνων, και πιθανότατα για το μέλλον, είναι η κατανάλωση ενέργειας και ο τρόπος με τον οποίο μπορεί να μειωθεί. Αρχικό σημείο δράσης είναι οι αστικές περιοχές, όπου οι μετακινήσεις και οι μεγάλες αποστάσεις που καλύπτονται αποτελούν την κύρια πηγή ενεργειακής κατανάλωσης. Έτσι, ο στόχος είναι να αναπτυχθούν πιο συμπαγή και αποδοτικά αστικά μοντέλα, με ποικιλία χρήσεων γης και υψηλή πυκνότητα πληθυσμού, με σκοπό να μειωθεί η ανάγκη για μετακινήσεις. Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι να βρεθεί πώς η πυκνότητα πληθυσμού επηρεάζει τις χρήσεις γης. Πιο συγκεκριμένα γίνεται μια προσπάθεια να βρεθεί το κατώτατο όριο πληθυσμού που θα ευνοεί την ποικιλία των χρήσεων γης. Επομένως σαν περιοχή μελέτης επιλέχθηκε ολόκληρη η Αθήνα η οποία χωρίστηκε σε τετράγωνα από τα οποία διαλέχτηκαν 50 τυχαία προς μελέτη. Στη συνέχεια συλλέχθηκαν τα δεδομένα για κάθε επιμέρους περιοχή, δηλαδή η μέση πυκνότητα πληθυσμού, που αποτελεί την ανεξάρτητη μεταβλητή, και το σύνολο των χρήσεων γης που καλύπτεται, που είναι η εξαρτημένη μεταβλητή, στις περιοχές αυτές. Με αυτά έγινε η ανάλυση με την μέθοδο παλινδρόμησης, της οποίας τα αποτελέσματα ανακτήθηκαν για να εξαχθούν τα συμπεράσματα. Η έρευνα αυτή έδειξε πως οι δύο μεταβλητές αυτές έχουν ασθενή συσχέτιση αλλά στατιστικά σημαντική. Τα αποτελέσματά για τα δεδομένα της Αθήνας, είναι πως πυκνότητα πληθυσμού μεγαλύτερη των 10.000 κατοίκων ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο δείχνει μεγάλη αύξηση στη συνολική κάλυψη των χρήσεων γης.



## Abstract

One of the most significant issues in recent years, and likely for the future, is energy consumption and how it can be reduced. Urban areas are identified as a primary focal point where transportation and long distances covered contribute to the main source of energy consumption. Therefore, the goal is to develop more compact and efficient urban models with diverse land uses and high population density in order to reduce the need for transportation. The objective of this thesis is to determine how population density influences land use, with a particular focus on finding the minimum population threshold that would promote a diverse range of land uses. To achieve this, the entire city of Athens was selected as the study area, and divided into squares, of which 50 were randomly chosen for analysis. Next, data was collected for each individual region, namely the average population density, which serves as the independent variable, and the total land uses covered, which is the dependent variable, in these areas. With this data, an analysis was conducted using the regression method, and the results were retrieved to draw conclusions. This research revealed a weak but statistically significant correlation between these two variables. The findings for the data from Athens indicate that a population density exceeding 10,000 inhabitants per square kilometer shows a significant increase in overall land use coverage.





## Πίνακας Περιεχομένων

Εισαγωγή .....	13
Βιομηχανική Πόλη .....	13
Πόλη των 15-λεπτών .....	15
Συμπαγής Πόλη.....	17
Πυκνότητα πληθυσμού.....	19
Μίξη χρήσεων γης .....	21
Κοινωνικοπολιτικό ζήτημα.....	22
Βιβλιογραφική Ανασκόπηση .....	23
Συσχέτιση της πυκνότητας πληθυσμού με το περπάτημα σε περιοχές του Hong Kong .....	24
Πως οι διάφοροι πολεοδομικοί παράγοντες μπορούν να περιγραφούν με ένα δείκτη.....	25
Κατανόηση της επίδρασης της αστικής μορφής στην κατανομή των κοινωφελών εγκαταστάσεων / καταστημάτων.....	26
Η συνεισφορά της μίξης των χρήσεων γης στην επιλογή μέσων μετακίνησης .	27
Συσχέτιση της πυκνής αστικής δομής με την ποιότητα ζωής σε πόλεις της Ινδίας με μεγάλη πυκνότητα πληθυσμού .....	29
Μελέτη .....	30
Εισαγωγή .....	30
Συλλογή Δεδομένων .....	30
Μεθοδολογία.....	31
Μέθοδος Παλινδρόμησης .....	41
Συμπεράσματα .....	53
Αποτελέσματα Έρευνας .....	53
Προτεινόμενος Τρόπος Δράσης.....	55
Προτεινόμενες Μελέτες .....	57
Βιβλιογραφία .....	60

## Περιεχόμενα Πινάκων

Πίνακας 1: Ποσοστά περπατήματος για αναψυχή και μετακίνηση .....	24
Πίνακας 2: Ποσοστά χρήσης αμαξίου, συγκοινωνίας και περπατήματος για τις 3 περιοχές. ....	27
Πίνακας 3: Τυχαία κατανομή και επιλογή. ....	34
Πίνακας 4: Μέτρηση χρήσεων γης ανά περιοχή. ....	38
Πίνακας 5: Αποτελέσματα Παλινδρόμησης για το σύνολο των περιοχών. ....	44
Πίνακας 6: Ανάλυση διακύμανσης για το σύνολο των περιοχών. ....	44
Πίνακας 7: Υπολογισμός σφαλμάτων για το σύνολο των περιοχών. ....	44
Πίνακας 8: Προβλεπόμενες τιμές και υπόλοιπα για το σύνολο των περιοχών. ....	45
Πίνακας 9: Αποτελέσματα Παλινδρόμησης για περιοχές με πυκνότητα πληθυσμού <10000 κάτοικοι/τετ/χλμ. ....	47
Πίνακας 10: Ανάλυση διακύμανσης για περιοχές με πυκνότητα πληθυσμού <10000 κάτοικοι/τετ/χλμ. ....	47
Πίνακας 11: Υπολογισμός σφαλμάτων για περιοχές με πυκνότητα πληθυσμού <10000 κάτοικοι/τετ/χλμ. ....	47
Πίνακας 12: Προβλεπόμενες τιμές και υπόλοιπα για περιοχές με πυκνότητα πληθυσμού <10000 κάτοικοι/τετ/χλμ. ....	47
Πίνακας 13: Αποτελέσματα Παλινδρόμησης για περιοχές με πυκνότητα πληθυσμού >10000 κάτοικοι/τετ/χλμ. ....	48
Πίνακας 14: Ανάλυση διακύμανσης για περιοχές με πυκνότητα πληθυσμού >10000 κάτοικοι/τετ/χλμ. ....	48
Πίνακας 15: Υπολογισμός σφαλμάτων για περιοχές με πυκνότητα πληθυσμού >10000 κάτοικοι/τετ/χλμ. ....	48
Πίνακας 16: Προβλεπόμενες τιμές και υπόλοιπα για περιοχές με πυκνότητα πληθυσμού >10000 κάτοικοι/τετ/χλμ. ....	49
Πίνακας 17: Αποτελέσματα Παλινδρόμησης Μέσου Αριθμού εγκαταστάσεων και Μέσης Πυκνότητας Πληθυσμού. ....	50
Πίνακας 18: Ανάλυση διακύμανσης Μέσου Αριθμού εγκαταστάσεων και Μέσης Πυκνότητας Πληθυσμού. ....	50
Πίνακας 19: Υπολογισμός σφαλμάτων Μέσου Αριθμού εγκαταστάσεων και Μέσης Πυκνότητας Πληθυσμού. ....	51
Πίνακας 20: Προβλεπόμενες τιμές και υπόλοιπα Μέσου Αριθμού εγκαταστάσεων και Μέσης Πυκνότητας Πληθυσμού. ....	51

## Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1: Χαρακτηριστικά Πόλης 15-λεπτών .....	15
Εικόνα 2: Χαρακτηριστικά συμπαγούς πόλης .....	18
Εικόνα 3: Πλέγμα Αθήνας.....	32
Εικόνα 4: Επιλεγμένες περιοχές.....	35

## Πίνακας Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1: Κατά κεφαλήν κατανάλωση ενέργειας για μεταφορές με ΙΧ σε σχέση με την πυκνότητα κατοικίας.....	19
Διάγραμμα 2: Διάγραμμα διασποράς με γραμμή προσαρμογής για το σύνολο των περιοχών. ....	46
Διάγραμμα 3: Διάγραμμα διασποράς με γραμμή προσαρμογής για το σύνολο των περιοχών. ....	48
Διάγραμμα 4: Διάγραμμα διασποράς με γραμμή προσαρμογής για το σύνολο των περιοχών. ....	50
Διάγραμμα 5: Διάγραμμα διασποράς με γραμμή προσαρμογής του Μέσου Αριθμού εγκαταστάσεων και Μέσης Πυκνότητας Πληθυσμού.....	52



# Εισαγωγή

Αρχικά στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας και για την καλύτερη κατανόηση επί του θέματος γίνεται μία αναφορά σε σημαντικούς όρους και μοντέλα σχετικά με τον σχεδιασμό των πόλεων. Παρακάτω θα αναλυθούν έννοιες όπως η Βιομηχανική Πόλη, Η Πόλη των 15-λεπτών και η Συμπαγής πόλη. Μέσα από τις έννοιες αυτές αναφέρονται τα στάδια από τα οποία έχει περάσει ο σχεδιασμός των πόλεων καθώς και οι λόγοι για τους οποίους εφαρμόστηκαν, έτσι θα γίνει πιο σαφής και ο ρόλος της πυκνότητας του πληθυσμού στο κομμάτι του σχεδιασμού των πόλεων.

## Βιομηχανική Πόλη

Στα μέσα του 18ου αιώνα έως και τα μέσα του 19ου αιώνα περίπου, εμφανίστηκε το φαινόμενο της εκβιομηχάνισης, το οποίο συνδέεται άρρηκτα με την αστικοποίηση. Αυτό μπορεί να ερμηνευθεί είτε ως η δημιουργία πόλεων γύρω από βιομηχανικές εγκαταστάσεις, είτε ως η αύξηση του πληθυσμού στις πόλεις όπου εγκαθίσταται η βιομηχανία. Έτσι δημιουργήθηκε ο όρος "βιομηχανική πόλη", που αναφέρεται σε μια πόλη όπου η βιομηχανία και τα παράγωγά τους παίζουν κυρίαρχο ρόλο στην οικονομία της.

Παρόλα αυτά, η βιομηχανική επανάσταση δεν ήταν το μοναδικό αίτιο. Πρόκειται για μια εξελικτική πορεία γεγονότων όπου οδήγησαν στην συσσώρευση πληθυσμού στις πόλεις. Αυτά περιλαμβάνουν:

α) Τη σημαντική γεωγραφική επέκταση και ένταση των εμπορικών δραστηριοτήτων μετά την Αναγέννηση, ειδικά μετά την προσάρτηση αποικιών από "Μεγάλες Δυνάμεις" όπως η Αγγλία, η Γαλλία, η Ολλανδία κ.α.

β) Τη σταδιακή άνοδο και επέκταση της αστικής τάξης, καθώς και την κατάργηση των κοινωνικών στεγανών που θέτει το φεουδαρχικό σύστημα.

γ) Τη σταδιακή συσσώρευση κεφαλαίων που συνοδεύεται από την επένδυσή τους σε δραστηριότητες (εμφάνιση του "καπιταλισμού").

δ) Την εξέλιξη της επιστήμης από μια θεολογική και φιλοσοφική προοπτική, που υπήρχε κατά τον Μεσαίωνα, σε μια πρακτική και τεχνολογική δραστηριότητα.

Αντίστοιχα, αυτό το φαινόμενο παρουσιάζεται και στην Ελλάδα, με το πιο σημαντικό παράδειγμα να είναι η Αθήνα. Μετά τη Μικρασιατική Καταστροφή (1922) και τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο (1945), σημειώθηκε μαζική αύξηση του πληθυσμού της πόλης. Τα δύο αυτά φαινόμενα, σε συνδυασμό με τη βιομηχανική επανάσταση, οδήγησαν στην ανάγκη για στέγαση, με αποτέλεσμα τη μεγάλη

αστική διάχυση, την άναρχη δόμηση και τον ανεπαρκή σχεδιασμό των πόλεων. Τα φαινόμενα αυτά, λόγω του καπιταλιστικού τρόπου ανάπτυξης, συνεχίστηκαν και στα επόμενα χρόνια, χωρίς την ίδια απότομη αύξηση του πληθυσμού. Αυτό οδήγησε σε σοβαρά προβλήματα στο εσωτερικό των πόλεων σχετικά με τις μετακινήσεις, καθώς αυξάνονταν οι αποστάσεις, καθιστώντας αναγκαία τη χρήση του αυτοκινήτου. Αυτή η κατάσταση έχει καταστήσει τις πόλεις την κύρια πηγή κατανάλωσης ενέργειας και παραγωγής ρύπων, προκαλώντας σημαντικές συνέπειες στο περιβάλλον. [6]

## Πόλη των 15-λεπτών

Μετά το κίνημα του μοντερνισμού που κατέστησε τα αυτοκίνητα και άλλα μηχανοκίνητα οχήματα το κέντρο της πολεοδομίας στις αρχές της δεκαετίας του 1930. Οι πόλεις μετά από κινήσεις και κριτικές κατά της μηχανοποίησης άρχισαν να επαναπροσδιορίζουν τον χώρο τους για να εφαρμόζουν πιο ανθρωποκεντρικές στρατηγικές, δηλαδή να έχουν ως κέντρο του σχεδιασμού τον άνθρωπο και τις ανάγκες του. Τα νέα παραδείγματα έδωσαν έμφαση στο πώς να δημιουργούνται πόλεις όπου οι άνθρωποι δεν εξαρτώνται από τα αυτοκίνητα για να φτάσουν στον προορισμό τους.

Εδώ έρχεται στη συζήτηση η πόλη των 15-λεπτών. Η βασική ιδέα πίσω από την πόλη είναι πως ο άνθρωπος μέσα σε 15 λεπτά από εκεί που μένει θα μπορεί να καλύψει όλες τους βασικές ανάγκες. Αυτό για να πραγματοποιηθεί χρειάζεται τέσσερις βασικές μεταβλητές που είναι οι εξής:

α) Πυκνότητα (Density), έτσι ώστε να υπάρχουν όσο το δυνατόν περισσότερα κτίρια και κατά συνέπεια και πληθυσμός για να ικανοποιούν τις ανάγκες της πόλης.

β) Ποικιλία (Diversity), δηλαδή να υπάρχουν πολλές διαφορετικές χρήσεις γης ώστε να καλύπτονται όλες οι ανάγκες του ανθρώπου (διαβίωση, εργασία, εμπόριο, υγειονομική περίθαλψη, εκπαίδευση και ψυχαγωγία), αλλά και να υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί άνθρωποι με διαφορετικές ιδέες, κουλτούρες και ενδιαφέροντα.

γ) Εγγύτητα (Proximity), να είναι επομένως οι αποστάσεις μικρές μεταξύ τους ώστε όλα να είναι διαθέσιμα και να γίνονται πιο εύκολα οι μετακινήσεις.

δ) Ψηφιοποίηση (Digitalisation), που σημαίνει να γίνει η μετακίνηση πιο γρήγορα σε συνδυασμό με την τεχνολογία, όπως για παράδειγμα με ένα σύστημα ενοικίασης ποδηλάτων για την μεταφορά.



Εικόνα 1: Χαρακτηριστικά Πόλης 15-λεπτών

Το μοντέλο αυτό αντιτίθεται στο σχεδιασμό με βάση το μηχανοκίνητο τρόπο μετακινήσεων. Σε αντίθεση με τα έργα σιδηροδρόμων ή αυτοκινητοδρόμων, που χρησιμοποιούνται τα μηχανοκίνητα οχήματα για να συνδέσουν τους ανθρώπους με το κέντρο της πόλης, η πόλη των 15-λεπτών φέρνει τους προορισμούς πιο κοντά τους χρήστες δημιουργώντας ένα πολυκεντρικό μοντέλο σχεδιασμού. Με αυτό τον τρόπο προωθούνται άλλα μέσα μετακίνησης πιο φιλικά για τον άνθρωπο και το περιβάλλον, όπως είναι το ποδήλατο και το περπάτημα, και γίνεται πιο εύκολη η μετακίνηση με τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς (ΜΜΜ), τα οποία θα έχουν την κυριότητα στο δρόμο.[21]



## Συμπαγής Πόλη

Ένα αντίστοιχο μοντέλο σχεδιασμού των πόλεων είναι αυτό της συμπαγούς πόλης που θεωρείται η πλέον θεμιτή πρακτική. Πρέπει να σημειωθεί ότι παρά την εκτενή βιβλιογραφία δεν υπάρχει ένας συγκεκριμένος και απόλυτα αποδεκτός καθορισμός της έννοιας της συμπαγούς πόλης (compact city). Όραμα αυτού του προτύπου ανάπτυξης είναι να βελτιώσει την ποιότητα της ζωής στις αστικές περιοχές αλλά όχι σε βάρος της επόμενης γενεάς, μια ιδέα που είναι συμβατή με τις σημερινές αρχές της αειφορίας.

Το βασικό επιχείρημα υπέρ της συμπαγούς πόλης είναι η διαπιστωμένη αρνητική σχέση ανάμεσα στη χρήση ιδιωτικού αυτοκινήτου (ΙΧ) (τόσο ως προς τον αριθμό των παραγόμενων ταξιδιών, όσο και ως προς το μήκος τους) και την οικιστική πυκνότητα. Υπάρχουν πράγματι ενδείξεις ότι η χαμηλή πυκνότητα συνεπάγεται υψηλό δείκτη ιδιοκτησίας ΙΧ, αυξημένες μετακινήσεις με αυτοκίνητο και ανάλογη ενεργειακή κατανάλωση, μειωμένες μετακινήσεις με δημόσια συγκοινωνία (ΔΣ), μεγαλύτερες συγκεντρώσεις ρύπων, χαμηλή ποιότητα περιβάλλοντος κλπ. Επομένως, η επαναπύκνωση της πόλης γίνεται πρόσταγμα, πρωτίστως περιβαλλοντικό και πολεοδομικό, αλλά και κοινωνικό, καθώς υποστηρίζεται ότι θα ενισχύσει την κοινωνική συνοχή και την κοινωνικότητα.

Το μοντέλο αυτό αποτελείται από ορισμένα πολεοδομικά χαρακτηριστικά, σύμφωνα με τα οποία δίνονται οι βασικές κατευθύνσεις του σχεδιασμού. Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι:

- Υψηλές πυκνότητες για κατοικία και απασχόληση (εργασία)
- Μικτές χρήσεις γης στη μικρή (ανθρώπινη) κλίμακα
- Αυξημένες κοινωνικές και οικονομικές αλληλεπιδράσεις
- Συνεχής αστική δομή (συνεκτικότητα)
- Συγκεντρωμένη αστική ανάπτυξη που οριοθετείται από σαφή όρια
- Απαραίτητες αστικές υποδομές (κυρίως αποχετεύσεων και νερού)
- Πολλαπλά μέσα μαζικής μεταφοράς
- Δυνατότητα και ευκολία πρόσβασης (τοπική και περιφερειακή)
- Υψηλός βαθμός συνδεσιμότητας των οδών, συμπεριλαμβανομένων των πεζοδρομίων και των ποδηλατοδρόμων
- Υψηλό ποσοστό κάλυψης των επιφανειών
- Ικανοί και ποιοτικοί ανοιχτοί χώροι
- Συντονισμένος και ολοκληρωμένος χωρικός σχεδιασμός
- Ικανοποιητική κυβερνητική ικανότητα για χρηματοδότηση των αστικών υποδομών



Εικόνα 2: Χαρακτηριστικά συμπαγούς πόλης

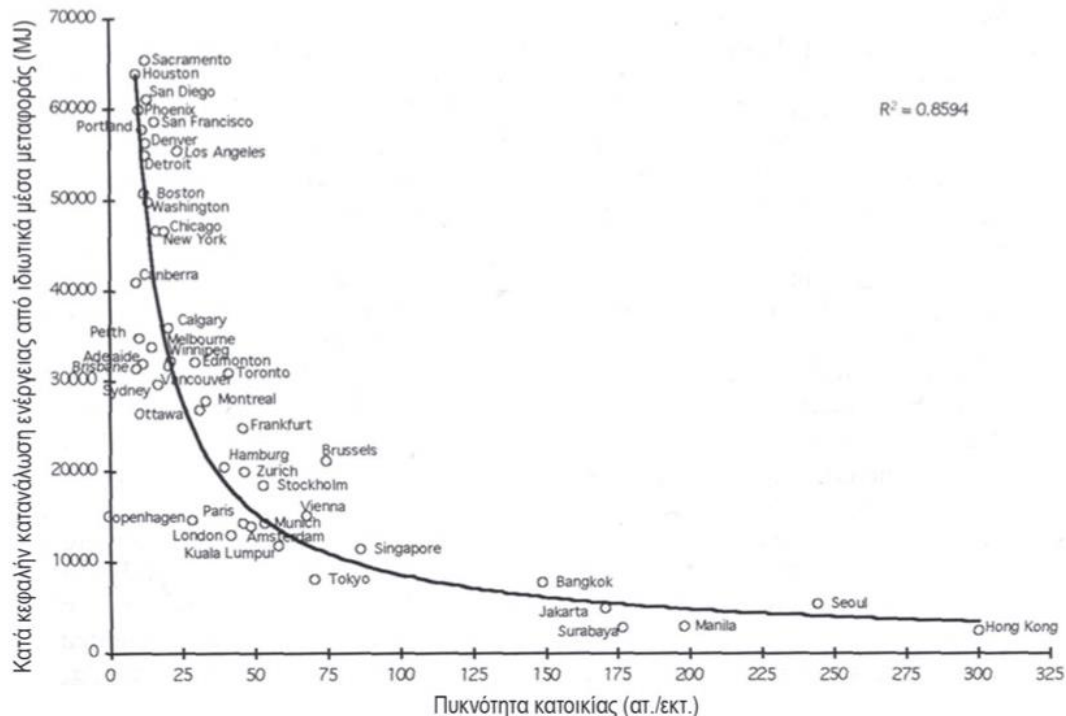
Εν κατακλείδι, τα χαρακτηριστικά αυτού του ιδεατού πολεοδομικού μοντέλου είναι η κοινωνικά συνεκτική και οικιστικά συμπαγής δομή, η υψηλή πυκνότητα και τα καθορισμένα όρια. Μάλιστα, οι κατευθύνσεις αυτές τίθενται πλέον και σε επίπεδο εφαρμογής για τη χάραξη πολεοδομικών πολιτικών.[7]

## Πυκνότητα πληθυσμού

Όπως προαναφέρθηκε σημαντικό στοιχείο για τον σχεδιασμό των πόλεων είναι η πυκνότητα κατοικίας και κατά συνέπεια η πυκνότητα πληθυσμού. Με τον όρο αυτό εννοείται ο αριθμός των ανθρώπων που κατοικούν ανά μονάδα επιφάνειας (συνήθως ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο) και κατά περίπτωση αναφέρεται στα γεωγραφικά όρια μιας πόλης. Ο λόγος για τον οποίο ο όρος αυτός θεωρείται σημαντικός για το σχεδιασμό των πόλεων, και κυρίως αναφέρεται στα πλαίσια της συμπαγούς πόλης, είναι για να εξετασθεί πώς η πυκνότητα επηρεάζει στην κατανάλωση ενέργειας. Ως κύριο στόχο η συμπαγής πόλη καθώς και τα άλλα αντίστοιχα μοντέλα έχουν τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας που μπορεί να επιτευχθεί κατά κύριο λόγο από τη μείωση των μετακινήσεων με Ι.Χ. και την προώθηση άλλων μέσων (πόδια, ποδήλατο) και κυρίως Μέσων Μαζικής Μεταφοράς.

Διάφορες έρευνες σε διάφορες πόλεις έχουν πραγματοποιηθεί για να βρουν τη σχέση αυτή μεταξύ πυκνότητας κατοικίας και μετακινήσεων. Η σημαντικότερη ίσως έρευνα είναι αυτή των Newman και Kenworthy (1989) [25] όπου επεξεργάστηκαν δεδομένα από 32 πόλεις σε διαφορετικές ηπείρους και μέσα από αυτά απέδειξαν πως υπάρχει ισχυρή αρνητική συσχέτιση μεταξύ πυκνότητας κατοικίας και κατανάλωσης ενέργειας. Τα αποτελέσματά τους φαίνονται στο παρακάτω διάγραμμα.

Πηγή: Newman P. και Kenworthy J.[26]



Διάγραμμα 1: Κατά κεφαλήν κατανάλωση ενέργειας για μεταφορές με ΙΧ σε σχέση με την πυκνότητα κατοικίας.

Παρά τις ενδείξεις ότι η πυκνότητα πληθυσμού επηρεάζει τις μετακινήσεις, δεν αποτελεί το μοναδικό στοιχείο για την επίτευξη του στόχου, δηλαδή το σχεδιασμό με σκοπό τη μείωση της ενέργειας που καταναλώνεται. Υπάρχουν πολλές άλλες μεταβλητές που συμβάλουν στο τρόπο που επηρεάζονται οι μετακινήσεις που μπορούν να διαψεύσουν τις έρευνες αυτές. Άλλες παράμετροι όπως το εισόδημα, η τιμή του πετρελαίου, η δημόσια συγκοινωνία, ο σχεδιασμός των δρόμων, η μίξη των χρήσεων γης συμβάλλουν στην επιλογή του τρόπου μετακίνησης στο εσωτερικό της πόλης.[24]

## Μίξη χρήσεων γης

Μία δεύτερη εξίσου σημαντική συνιστώσα για το σχεδιασμό της συμπαγούς πόλης και της πόλης των 15-λεπτών είναι η μίξη των χρήσεων γης. Με την επίτευξη της μίξης των χρήσεων γης, δηλαδή την συνύπαρξη χώρων εργασίας με κατοικίες, μαγαζιά και υπηρεσίες για την κάλυψη όλων των βασικών αναγκών του ανθρώπου, θα μπορέσουν να μειωθούν οι αναγκαίες μετακινήσεις με αυτοκίνητο, αυτές δηλαδή που γίνονται σε καθημερινή βάση όπως εργασία και ψώνια. Αυτό το μοντέλο σχεδιασμού έρχεται σε μεγάλη αντίθεση με τα προηγούμενα, όπου είχαν πιο αποκεντρωτικό χαρακτήρα, δημιουργώντας ζώνες, διαχωρίζοντας έτσι τις χρήσεις γης και προωθώντας την αστική διάχυση και την εκτεταμένη χρήση μηχανοκίνητων οχημάτων.

Η πρώτη φορά που αναλύθηκε η επιρροή των χρήσεων γης στην επιλογή των μετακινήσεων ήταν στη εργασία των Mitchell και Rapkin (1954).[27] Η θεωρία που διατύπωσαν είναι πως υπάρχει σταθερή σχέση μεταξύ των δραστηριοτήτων που αναλογούν στις διάφορες χρήσεις γης και της ζήτησης για μετακινήσεις. Συνεπώς εάν οργανώσεις τη χρήση γης σε μία περιοχή μπορείς να καθορίσεις και τις μετακινήσεις που χρειάζονται και έτσι να εφαρμοστεί κατάλληλο δίκτυο συγκοινωνιών που να τις εξυπηρετεί. Προφανώς, παράμετροι όπως η αστική δομή και άλλοι κοινωνικό-οικονομικοί παράγοντες επηρεάζουν την σχέση μεταξύ μετακινήσεων και χρήσεων γης. Επομένως σε οποιαδήποτε έρευνα τέτοιου είδους δεν μπορούν να εξαχθούν άμεσα συμπεράσματα.[24]

Η πυκνότητα πληθυσμού και η μίξη χρήσεων γης αποτελούν δυο σημαντικές παραμέτρους, η ανάλυση των οποίων και η μεταξύ τους συσχέτιση αποτελεί το θέμα της παρούσας διατριβής. Μέσω αυτής της ανάλυσης γίνεται μια προσπάθεια βαθύτερης κατανόησης του δύσκολου αυτού θέματος που αφορά στο σχεδιασμό των πόλεων, έτσι ώστε να είναι πιο συμπαγείς και με λιγότερες μετακινήσεις με βάση τις αρχές της αειφορίας.

## Κοινωνικοπολιτικό ζήτημα

Οι σοβαρές προκλήσεις της ενεργειακής κρίσης και της κλιματικής αλλαγής έχουν έντονη επίδραση στις πόλεις, οι οποίες αποτελούν τις κύριες πηγές κατανάλωσης ενέργειας. Η επιλογή για πιο συμπαγείς πόλεις με λιγότερες μετακινήσεις θεωρείται η πιο βιώσιμη λύση, αλλά λίγα παραδείγματα έχουν εφαρμοστεί μέχρι σήμερα. Είναι εμφανές ότι υπάρχει αντίθεση με το παλιό μοντέλο σχεδιασμού των πόλεων της δεκαετίας του 80 και 90, όπου το αυτοκίνητο είχε κυρίαρχο ρόλο και επικρατούσε η αστική διάχυση, με το εισόδημα να καθορίζει πόσο μακριά θα ήταν η κατοικία κάποιου από το κέντρο. Αυτή η προσέγγιση, λογικά, δημιούργησε μεγάλο χάσμα μεταξύ των κατοίκων της πόλης, με αποτέλεσμα να απουσιάζει η επικοινωνία που υπήρχε παλιότερα.

Το μοντέλο αυτό είναι αντίθετο με τις αρχές μιας συμπαγούς πόλης, όπου οι αποστάσεις μειώνονται, η πυκνότητα αυξάνεται και η αλληλεπίδραση μεταξύ των ανθρώπων γίνεται συχνότερη. Επομένως, η επικοινωνία, η συνεργασία και η συμμετοχή των ανθρώπων στη λήψη αποφάσεων αποτελούν σημαντικό κομμάτι για την πόλη του μέλλοντος. Είναι απαραίτητο να αλλάξουν πολλές προτεραιότητες, αξίες και συμπεριφορές. Η ανορθόδοξη δόμηση, οι μεγάλες αποστάσεις, οι διάσπαρτες χρήσεις της γης και η έλλειψη πρασίνου και κοινόχρηστων χώρων είναι μερικά από τα χαρακτηριστικά της σημερινής πόλης. Είναι σημαντική η αλλαγή αυτών των χαρακτηριστικών, αλλά όχι με αυτόνομες και διάσπαρτες δράσεις. Είναι σημαντικό να δημιουργηθεί μία πόλη προσβάσιμη και λειτουργική, με πυκνή δόμηση, που θα περιλαμβάνει συνολικό σχέδιο για τη χρήση της, τα δίκτυα μεταφορών, τους δρόμους, επαρκείς δημόσιους χώρους και πάνω από όλα τη συνεργασία τόσο σε κοινωνικό επίπεδο όσο και σε πολιτικό.[28]

## Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μία γενική έρευνα στην οποία αναλύονται και εξετάζονται διάφορες δημοσιεύσεις, άρθρα και εργασίες σχετικές με το θέμα το οποίο πραγματεύεται η παρούσα διπλωματική εργασία. Με βάση αυτά προέκυψε και η μέθοδος που εφαρμόστηκε στη παρούσα εργασία η οποία αναλύεται εκτεταμένα στο επόμενο κεφάλαιο. Σημαντικό είναι να αναφερθεί πως δεν υπάρχει αντίστοιχη δημοσίευση που να ακολουθεί αυτή τη μέθοδο. Δηλαδή την ανάλυση ενός σημαντικού πολεοδομικού παράγοντα όπως είναι η πυκνότητα πληθυσμού και πως αυτός επηρεάζει διάφορες μεταβλητές, οι οποίες στη συνέχεια επηρεάζουν έμμεσα την ποικιλία των χρήσεων γης.

## Συσχέτιση της πυκνότητας πληθυσμού με το περπάτημα σε περιοχές του Hong Kong

Στο άρθρο [17] με αφορμή παρόμοιες μελέτες που έχουν γίνει σε πόλεις της Ευρώπης, Αμερικής και Αυστραλίας γίνεται μία μελέτη στο Hong Kong (Ασία) για το βαθμό που η πυκνότητα κατοικίας, η ποικιλία των χρήσεων γης και ο σχεδιασμός των δρόμων (3D-density, diversity, design) επηρεάζουν την περπατησιμότητα. Συγκεκριμένα συλλέχθηκε δείγμα από 3 περιοχές με διαφορετικές πυκνότητες πληθυσμού, μικρή (21,765 people/km<sup>2</sup>), μεσαία (67,165 people/km<sup>2</sup>), μεγάλη (96,485 people/km<sup>2</sup>), ανθρώπων διαφορετικού φύλου, ηλικίας, εισοδήματος και μορφωτικού επιπέδου. Το ερώτημα αφορούσε στο πόσο περπατάνε για αναψυχή και πόσο για εργασία. Έτσι προέκυψε ο παρακάτω πίνακας.

**Πίνακας 1: Ποσοστά περπατήματος για αναψυχή και μετακίνηση**

	<b>Χαμηλή πυκνότητα (N = 358)</b>	<b>Μεσαία πυκνότητα (N = 360)</b>	<b>Υψηλή πυκνότητα (N = 360)</b>	<b>Σύνολο (N = 1078)</b>
	<b>M(SD)</b>	<b>M(SD)</b>	<b>M(SD)</b>	<b>M(SD)</b>
<b>Αποτελέσματα</b>				
<b>Περπάτημα για αναψυχή (λεπτά/εβδομάδα)</b>	82.7 (76.9)	100.4 (93.0)	83.4 (104.6)	88.3 (68.5)
<b>Περπάτημα για μετακίνηση (λεπτά/εβδομάδα)</b>	86.8 (99.2)	104.9 (106.8)	106.6 (93.5)	99.5 (64.5)
<b>Συνολικό περπάτημα (λεπτά/εβδομάδα)</b>	169.5 (132.0)	205.4 (130.8)	190.1 (144.1)	187.8 (110.2)

Από τον παραπάνω πίνακα διαπιστώνεται ότι μεγαλύτερη πυκνότητα πληθυσμού συνεπάγεται περισσότερο περπάτημα. Όμως παρατηρείται ότι στην περιοχή με την μεγαλύτερη πυκνότητα πληθυσμού υπάρχει μικρή μείωση στο περπάτημα για αναψυχή πράγμα που είναι αρνητικό. Δείχνει επίσης, ότι υπάρχει ένα όριο στην πυκνότητα πληθυσμού που κάνει μια περιοχή μη βιώσιμη για τον άνθρωπο. Αυτή δε η περιοχή παρουσιάζει τη χαμηλότερη μίξη χρήσεων γης, πράγμα που δεν συμβαδίζει με τα πρότυπα των πόλεων που προτείνουν τα μοντέλα που αναλύθηκαν προηγουμένως.



## Πως οι διάφοροι πολεοδομικοί παράγοντες μπορούν να περιγραφούν με ένα δείκτη

Σύμφωνα με την εργασία [18], ο κύριος λόγος που οι πόλεις σχεδιάζονται με μεγάλη πυκνότητα είναι η μείωση των μετακινήσεων και συνεπώς η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας. Με βάση αυτό έχει γραφτεί και το άρθρο που εξετάζει την επιρροή που έχουν τα 3D (density, diversity, design) με έναν καινούργιο δείκτη, που είναι την προσβασιμότητα (Neighbourhood Accessibility-NA). Ο δείκτης αυτός επηρεάζεται από συγκεκριμένα πολεοδομικά χαρακτηριστικά της περιοχής που σχετίζονται με την προσεγγισιμότητα σε διάφορες υπηρεσίες αναγκαίες για τον άνθρωπο ή που συμβάλλουν στην ποιότητα ζωής του (απόσταση από σταθμούς, πυκνότητα κτιρίων, μήκος δρόμου κλπ.). Ο δείκτης προσβασιμότητας (NA), ως δείκτης αξιολόγησης της ποιότητας που προσφέρει μία γειτονιά, υπολογίστηκε από τα χαρακτηριστικά της γειτονιάς και θεωρείται ως εξαρτημένη μεταβλητή. Για τον υπολογισμό αυτού του δείκτη, πρώτα κανονικοποιήθηκαν όλες οι μεταβλητές από το 0 έως το 1. Στη συνέχεια οι κανονικοποιημένες μεταβλητές χωρίστηκαν σε τρεις βασικές ομάδες, του οδικού δικτύου, της πολεοδομικής πυκνότητας και της μίξης χρήσεων γης. Αυτό έγινε χρησιμοποιώντας μία στατιστική μέθοδο συμπίεσης δεδομένων (Principal Component Analysis) συγκεντρώνοντας τις τρεις ομάδες δεδομένων σε ενιαίο δείκτη, ο οποίος συσχετίστηκε με συγκεκριμένες μεταβλητές. Ουσιαστικά μας δείχνει το βαθμό σύνδεσης των κατοικιών με τις δραστηριότητες της περιοχής. Επομένως από τα δεδομένα που συλλέχθηκαν και την ανάλυση που έγινε αναλύονται διάφοροι πολεοδομικοί παράγοντες που εντάσσονται στα 3D και κατά πόσο αυτοί έχουν θετική ή αρνητική συσχέτιση με τον δείκτη NA. Τα αποτελέσματα συνοπτικά είναι τα εξής:

- Η πυκνότητα των δρόμων και τον κόμβων δείχνουν υψηλή θετική συσχέτιση με τον δείκτη NA.
- Το μήκος των οικοδομικών τετραγώνων καθώς και των επιμέρους οικοπέδων μέσα σε αυτό δείχνουν υψηλή αρνητική συσχέτιση με τον δείκτη NA.
- Η πυκνότητα του πληθυσμού και η πυκνότητα κατοικίας έχουν μεγάλο θετικό συντελεστή στον δείκτη NA.
- Τα διαμερίσματα που είναι μονοκατοικίες ή μονοκατοικίες με ημιώροφο δείχνουν αρνητική συσχέτιση με τον δείκτη NA.
- Η απόσταση σε μαγαζιά, πάρκα, θρησκευτικούς χώρους, υποδομές υγείας και επιχειρήσεις έχει αρνητικό συντελεστή στον δείκτη NA.

## Κατανόηση της επίδρασης της αστικής μορφής στην κατανομή των κοινωφελών εγκαταστάσεων / καταστημάτων

Στο άρθρο [22] γίνεται μία ανάλυση σε τρεις γειτονιές του Hong Kong, που θεωρείται από τις πιο πυκνοκατοικημένες πόλεις, παίρνοντας δεδομένα όλων των κτιρίων και τον δρόμων για να μελετηθεί που είναι πιο πιθανό να υπάρχουν κοινοτικές εγκαταστάσεις και καταστήματα. Η ανάλυση αυτή έγινε μέσω του ArcGIS με την χρήση του εργαλείου "Urban Network Analysis Toolbox" το οποίο είναι εργαλείο ανάλυσης του χώρου. Με τα χωρικά δεδομένα, που είναι τα κτίρια και οι δρόμοι, δημιούργησε χάρτες που υποδεικνύουν τις περιοχές με υψηλή προσβασιμότητα με βάση τον υπάρχοντα χώρο. Αυτό έγινε χρησιμοποιώντας 5 διαφορετικούς τρόπους υπολογισμού που αναλύονται συνοπτικά παρακάτω.

- ➔ Εμβέλεια (Reach): υποδηλώνει τον αριθμό των κτιρίων που βρίσκονται σε απόσταση περπατήματος από ένα σημείο.
- ➔ Βαρύτητα (Gravity): δείχνει την σφαίρα επιρροής που έχει ένα σημείο ανάλογα με τον αριθμό, αλλά και το μέγεθος των κτηρίων που βρίσκονται στον περίγυρό του λαμβάνοντας αρνητικά υπ' όψη την απόστασή τους από το σημείο. Ονομάζεται βαρύτητα (gravity) γιατί προσομοιάζει στη δύναμη που θα ασκούσαν στο σημείο εξαιτίας της «μάζας» των κτιρίων που βρίσκονται στην κοντινή του περίμετρο.
- ➔ Κομβικότητα (Betweenness): η κομβικότητα ενός σημείου υπολογίζεται από το ποσοστό των συντομότερων διαδρομών μεταξύ όλων των κτιρίων μιας περιοχής που διέρχονται από το σημείο. Ουσιαστικά μας εξηγεί πως κάποιες εγκαταστάσεις έχουν περισσότερες επισκέψεις από άλλες απλά και μόνο επειδή βρίσκονται σε τοποθεσία που την διασχίζουν περισσότεροι επισκέπτες χωρίς να το σχεδιάσουν, βρίσκεται δηλαδή στον δρόμο τους
- ➔ Εγγύτητα (Closeness): η εγγύτητα ενός σημείου υπολογίζεται ως το αντίστροφο της αθροιστικής απόστασης μετακίνησης από το σημείο σε όλα τα άλλα κτίρια που βρίσκονται εντός μιας ορισμένης ακτίνας.
- ➔ Αμεσότητα (Straightness): η αμεσότητα ενός σημείου είναι ο λόγος της πραγματικής απόστασης από το σημείο σε όλα τα άλλα κτίρια της περιοχής προς την αντίστοιχη Ευκλείδεια απόσταση.

Από τα δεδομένα που προέκυψαν περισσότερο στατιστικά σημαντικά έδειχναν να είναι αυτά των αλγορίθμων Reach, Betweenness και Straightness που δείχνουν ότι οι κοινωφελείς εγκαταστάσεις / δραστηριότητες συγκεντρώνονται σε περιοχές με πολύπλοκο και πυκνό αστικό οδικό δίκτυο, υψηλή πυκνότητα πληθυσμού και μεγάλο όγκο κτιρίων. Ουσιαστικά αυτό που μας δείχνει η μελέτη αυτή είναι πως στις περιοχές που υπάρχει μεγάλη μίξη χρήσεων γης και πυκνότητα πληθυσμού είναι πιο εύκολο οι απαραίτητες για τον άνθρωπο μετακινήσεις να γίνονται με τα πόδια καθώς όλα είναι πιο προσβάσιμα. Αυτό με την σειρά του δημιουργεί κατάλληλες συνθήκες για επιπλέον εγκαταστάσεις.

## Η συνεισφορά της μίξης των χρήσεων γης στην επιλογή μέσων μετακίνησης

Στο βιβλίο [14] και συγκεκριμένα στην μελέτη με τίτλο “The contribution of mixed land uses to sustainable travel in cities” αναφέρεται η επιρροή που έχει μεγάλη μίξη των χρήσεων γης στις μετακινήσεις. Η έρευνα μελετά τρεις περιοχές με διαφορετική μίξη (μεγάλη, μικρή, καθόλου) παίρνοντας δεδομένα τόσο για τις περιοχές (έκταση, πυκνότητα πληθυσμού) όσο και για τους ανθρώπους που μένουν σε αυτές (επάγγελμα, μορφωτικό επίπεδο). Τα δεδομένα αυτά δείχνουν μικρές διαφορές μεταξύ τους. Στη συνέχεια έγινε μία σύγκριση στον τρόπο μετακινήσεων μεταξύ των περιοχών αυτών που φαίνεται παρακάτω.

**Πίνακας 2: Ποσοστά χρήσης αμαξιού, συγκοινωνίας και περπατήματος για τις 3 περιοχές.**

	Canton (Μεγάλη μίξη χρήσεων γης)	Fairwater South (Μικρή μίξη χρήσεων γης)	Fairwater North (Καθόλου μίξη χρήσεων γης)
Συνολικά νοικοκυριά	66	28	36
Νοικοκυριά χωρίς αμάξι (%)	22.7	10.7	13.9
Νοικοκυριά με 2+ αμάξια(%)	31.8	32.1	33.3
Μέσος όρος αμαξιών ανά νοικοκυριό	1.12	1.25	1.19
Ταξίδια για εργασία:			
Με αμάξι (%)	67.8	87	87.5
Με λεωφορείο (%)	14.3	0	8.3
Με πόδια/ποδήλατο (%)	17.9	13	4.2
Ταξίδια για λίγα ψώνια:			
Με αμάξι (%)	10.6	39.3	72.2
Με λεωφορείο (%)	0	7.1	5.6
Με πόδια/ποδήλατο (%)	89.4	53.6	22.2
Ταξίδια για εβδομαδιαία ψώνια:			
Με αμάξι (%)	63.7	89.3	91.7
Με λεωφορείο (%)	3	10.7	8.3
Με πόδια/ποδήλατο (%)	33.3	0	0
Ταξίδια για φαγητό έξω:			
Με αμάξι (%)	43.3	80.8	88.6

Με λεωφορείο (%)	3.3	15.4	11.4
Με πόδια/ποδήλατο (%)	46.7	0	0
Με ταξί (%)	6.7	3.8	0
Συχνότητα ταξιδιών για λίγα ψώνια:			
Μία φορά ανά δύο εβδομάδες (%)	0	3.6	11.1
Μία φορά την εβδομάδα (%)	18.2	21.4	41.7
Δύο φορές την εβδομάδα (%)	31.8	53.6	27.8
Τρεις φορές την εβδομάδα (%)	50	21.4	19.4
Συχνότητα ταξιδιών για εβδομαδιαία ψώνια:			
Μία φορά ανά δύο εβδομάδες (%)	15.2	17.9	5.6
Μία φορά την εβδομάδα (%)	63.6	75	88.9
Δύο φορές την εβδομάδα (%)	10.6	3.8	2.8
Τρεις φορές την εβδομάδα (%)	4.6	0	0

Από τον πίνακα αυτόν προκύπτει, πως η μεγάλη μίξη των χρήσεων προωθεί το περπάτημα και το ποδήλατο σαν τρόπους μετακίνησης, με πιο κραυγαλέα παραδείγματα τις μετακινήσεις για ελαφρά ψώνια και εξόδους για φαγητό.

## Συσχέτιση της πυκνής αστικής δομής με την ποιότητα ζωής σε πόλεις της Ινδίας με μεγάλη πυκνότητα πληθυσμού

Το άρθρο [9] αναφέρεται στην έννοια των συμπαγών αστικών μορφών και τη συσχέτισή τους με την αστική ζωή και την ποιότητα ζωής (UQoL). Επισημαίνει ότι οι συμπαγείς πόλεις θεωρούνται αποτελεσματικές και έχουν εφαρμοστεί σε ανεπτυγμένες χώρες, ενθαρρύνοντας τους πολιτικούς σε αναπτυσσόμενες πόλεις όπως η Καλκούτα, που έχει πυκνότητα πληθυσμού 24.718 κατοίκους ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο, να υιοθετήσουν μια παρόμοια προσέγγιση. Ωστόσο, το άρθρο αμφισβητεί τις επιπτώσεις της υιοθέτησης μιας συμπαγούς μορφής σε μια ήδη πυκνοκατοικημένη πόλη όπως η Καλκούτα, η οποία εμφανίζει ανισότητα πλούτου και χαμηλή κοινωνική ισότητα. Εξετάζει τη σχέση μεταξύ συμπαγούς αστικής μορφής και UQoL, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τις θετικές όσο και τις αρνητικές επιδράσεις. Το άρθρο αναφέρεται επίσης στην έλλειψη έρευνας επί αυτού του θέματος, ιδίως σε αναπτυσσόμενες χώρες, και στην ανάγκη για έναν συνεκτικό πλαίσιο για την αξιολόγηση των συνδέσεων μεταξύ αστικής μορφής και UQoL. Υποστηρίζει ότι μια στρατηγική συμπαγούς πόλης μπορεί να βελτιώσει το UQoL εστιάζοντας στους πληθυσμούς σε μικρές περιοχές και μειώνοντας τις απαιτήσεις πόρων. Το άρθρο τονίζει τη σημασία του να λαμβάνεις υπόψη παράγοντες πλαισίου και αντικειμενικές μετρικές UQoL στην αξιολόγηση των επιπτώσεων των συμπαγών αστικών μορφών. Επίσης, αναφέρεται στις προκλήσεις του καθορισμού της συμπίεσης και στις διάφορες απόψεις για τις επιδράσεις της στο UQoL. Το άρθρο καταλήγει προτείνοντας ένα πιθανολογικό μοντέλο κατάταξης για την αξιολόγηση της συσχέτισης μεταξύ συμπίεσης και UQoL στην Καλκούτα και υπογραμμίζει την ανάγκη για περαιτέρω μελέτη των τρόπων μέσω των οποίων οι συμπαγείς πόλεις μπορούν να επηρεάσουν θετικά το UQoL. Συνεπώς μας δείχνει πως μια πυκνή αστική δόμηση σωστά διαμορφωμένη μπορεί να επηρεάσει θετικά την ποιότητα ζωής, καθώς μπορεί να παρέχει πιο άμεσα τις ανάγκες που μπορεί να έχει ένας άνθρωπος σε αυτή, για αυτό και μελετάται σε επίπεδο γειτονιάς.

# Μελέτη

## Εισαγωγή

Τα μοντέλα σχεδιασμού των πόλεων που αναφέρθηκαν προηγουμένως (συμπαγής πόλη, πόλη των 15-λεπτών) έχουν σαν σκοπό τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης με στόχο να δημιουργήσουν μια πιο πράσινη και βιώσιμη πόλη η οποία θα βασίζεται στις αρχές της αειφορίας και θα δημιουργεί ένα περιβάλλον το οποίο θα έχει ευνοϊκές συνθήκες ζωής για τον άνθρωπο.

Δύο από τις πιο βασικές συνιστώσες του σχεδιασμού που προτείνουν τα μοντέλα αυτά είναι η πυκνότητα του πληθυσμού, που οφείλει να είναι μεγάλη σε μία βιώσιμη πόλη, και η ποικιλία των χρήσεων γης. Με βάση αυτό το κριτήριο η Αθήνα επιλέχθηκε σαν περιοχή μελέτης λόγω του ότι είναι η μεγαλύτερη πόλη της Ελλάδας και συνεπώς θα έχει περιοχές με ποικίλες πυκνότητες πληθυσμού καθώς και περιοχές που η χρήση γης θα είναι διαφορετικές. Επιπλέον είναι και η πόλη που έχει την μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας καθώς έχει τον μεγαλύτερο πληθυσμό από οποιαδήποτε άλλη πόλη, περίπου 3,5 εκατομμύρια, και είναι σημαντικό να γίνονται σχετικές μελέτες για την μείωση της κατανάλωσης.

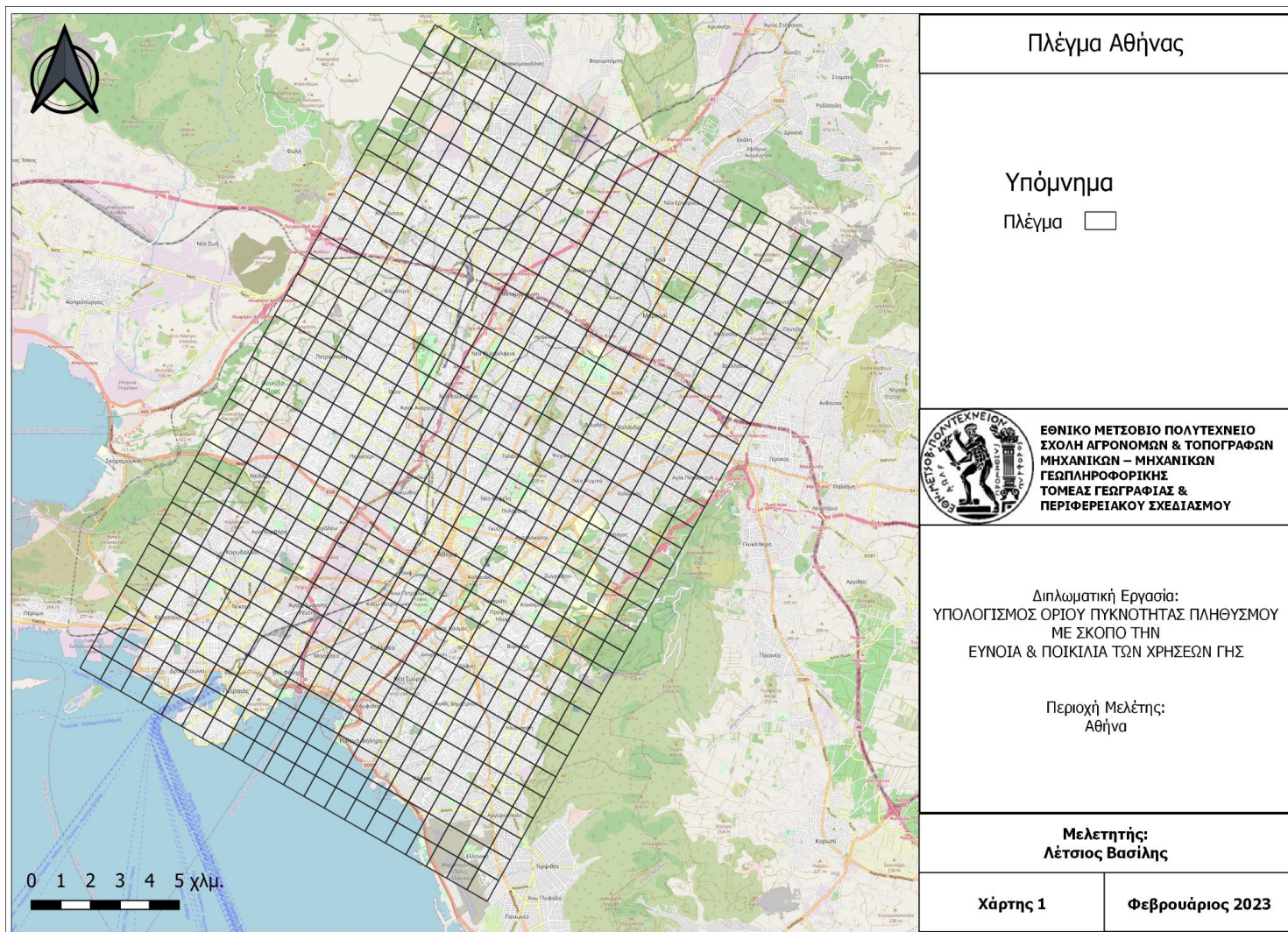
## Συλλογή Δεδομένων

Στο σημείο αυτό αναφέρονται οι πηγές από τις οποίες έγινε η συλλογή των δεδομένων της μελέτης. Αρχικά για την μέτρηση του πληθυσμού χρησιμοποιήθηκε η καταγραφή του πληθυσμού της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής (ΕΛΣΤΑΤ) του 2021 ανά δήμο και ανά Οικοδομικό Τετράγωνο (ΟΤ) . Στη συνέχεια βρέθηκαν οι χρήσεις γης των περιοχών μέσω του Google Maps για την κάθε επιμέρους περιοχή που μελετήθηκε, σημαντικό είναι να αναφέρουμε ότι τα στοιχεία μέσω του Google μπορεί να διαφέρουν λίγο από την πραγματικότητα καθώς ενδέχεται να υπάρχουν καταστήματα ή υπηρεσίες που δεν είναι περασμένα ή έχουν αλλάξει από τότε που εισήχθησαν στην ιστοσελίδα. Επιπλέον χρησιμοποιήθηκαν και στοιχεία από το e-Πολοδομία για την επιλογή των περιοχών που επιλέχθηκαν με βάση την χρήση γης που αντιστοιχεί. Τέλος για την έκταση του κάθε δήμου χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από ελληνική Βικιπαίδεια, έτσι όπως αυτά διαμορφώθηκαν από το Πρόγραμμα «Καλλικράτης» (Ν. 3852/2010) και το Πρόγραμμα «Κλεισθένης» (Ν. 4555/2018) και ισχύουν με την παρούσα μορφή τους από την 1/9/2019, όταν μεταρρυθμίστηκε η Διοικητική Διάρθρωση της χώρας τελευταία φορά. Πιο αναλυτικά στοιχεία για τα δεδομένα και πως χρησιμοποιήθηκαν θα αναφερθούν στο κομμάτι της μεθοδολογίας.

## Μεθοδολογία

Τα δεδομένα που αναφέρθηκαν παραπάνω θα χρειαστούν για να αναλύσουμε πώς η πυκνότητα του πληθυσμού επηρεάζει τις χρήσεις γης κάθε περιοχής. Με αυτό τον τρόπο μπορεί να υπολογιστεί μια ενδεικτική πυκνότητα πληθυσμού που φαίνεται να ευνοεί τις χρήσεις γης για τα δεδομένα της Ελλάδας. Η Μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, όπως έχει προαναφερθεί στο κεφάλαιο της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, είναι πρωτότυπη και έχει σαν σκοπό τη συσχέτιση των δύο μεταβλητών, της πυκνότητας πληθυσμού και της ποικιλίας των καταστημάτων. Τα βήματα της μεθοδολογίας αναλύονται στη συνέχεια.

Αρχικά εφαρμόστηκε ένα πλέγμα (grid) σε όλη την έκταση της Αθήνας, το οποίο την χώριζε σε κουτάκια έκτασης ενός τετραγωνικού χιλιομέτρου ( $\text{km}^2$ ). Ο λόγος για τον οποίο τα τετράγωνα χωρίστηκαν ανά ένα τετραγωνικό χιλιόμετρο είναι γιατί τόσο θεωρείται πως θα έπρεπε να περπατήσει ένας άνθρωπος για να καλύψει όλες του τις ανάγκες (δουλειά, διασκέδαση, τρόφιμα, κτλ), σύμφωνα με τα νέα μοντέλα σχεδιασμού των πόλεων. Το πλέγμα αυτό έχει έκταση  $20 \times 31 \text{ km}^2$  έτσι ώστε να καλύπτει όλη την έκταση της Αθήνας για να υπάρχει μεγάλη ποικιλία και πολλές διαφοροποιήσεις μέσα στις επιλεγμένες περιοχές, να περιλαμβάνει δηλαδή δείγμα από περιοχές του κέντρου, των ανατολικών, δυτικών, βόρειων και νοτίων προαστίων.



**Εικόνα 3: Πλέγμα Αθήνας.**

Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι, όπως φαίνεται στον Χάρτη 1, από την περιοχή μελέτης έχουν αφαιρεθεί οι περιοχές ανατολικά της Αργυρούπολης (Γλυφάδα, Βούλα, Βουλιαγμένη) και του Γέρακα (Γλυκά Νερά, Παλλήνη), βόρεια της Νέας Ερυθραίας (Εκάλη, Άγιος Στέφανος) καθώς και δυτικά των Αχαρνών γιατί δεν πληρούσαν τις απαραίτητες προϋποθέσεις για την έρευνα. Οι προϋποθέσεις αυτές αναλύονται καλύτερα στη συνέχεια.

Επόμενο βήμα είναι η επιλογή των περιοχών προς εξέταση, η οποία θα πρέπει να γίνει τυχαία. Για να επιτευχθεί αυτό δημιουργήθηκε ένας πίνακας σε λογισμικό φύλλο Excel όπου έχει διαστάσεις ίδιες με αυτές του πλέγματος, δηλαδή 20 στήλες και 31 γραμμές. Έτσι ο πίνακας αποτελείται από όσα τετράγωνα έχει και το πλέγμα στα οποία δόθηκαν με την σειρά νούμερα από το 1 μέχρι το 620. Για να γίνει η επιλογή τα νούμερα αυτά ανακατεύτηκαν με τυχαίο τρόπο, με την χρήση του εργαλείου shuffle του Excel 7 φορές, ώστε τα νούμερα να βρίσκονται με τυχαία σειρά στα τετράγωνα. Η διαδικασία της επιλογής έγινε μετά με την σειρά ελέγχοντας αν το νούμερο που αντιστοιχεί στο τετράγωνο της



περιοχής στον χάρτη πληροί τις προϋποθέσεις για να γίνει η μελέτη, και έτσι επιλέχθηκαν 50 περιοχές ώστε να υπάρχει αρκετά μεγάλο δείγμα.

Σημαντική προϋπόθεση για τις επιμέρους περιοχές που έγινε η μελέτη είναι να υπάρχει ποικιλία των χρήσεων γης. Για τον λόγο αυτό απορρίπτονται οι περιοχές που έχουν αποκλειστική χρήση όπως είναι η Αμιγής Κατοικία, οι περιοχές Βιομηχανικών Πάρκων (ΒΙΠΑ, ΒΙΟΠΑ) καθώς και περιοχές που περιλαμβάνουν μεγάλη έκταση από δάση, θάλασσα, βουνά ή λόφους που δεν κατοικούνται, καθώς και πολιτιστικά ή άλλα κέντρα (Ίδρυμα Σταύρος Νιάρχος κλπ.). Επομένως, οι περιοχές που μελετήθηκαν έχουν ως χρήση γης την Γενική Κατοικία, καθώς εκεί συναντάται η μεγαλύτερη μίξη χρήσεων γης.

Έτσι με βάση αυτά τα κριτήρια φτιάχτηκε ο παρακάτω πίνακας. Όπου με κόκκινο χρώμα είναι τα τετράγωνα που δεν πληρούν τις παραπάνω συνθήκες, με πορτοκαλί τα τετράγωνα που δεν επιλέχθηκαν για άλλους λόγους, παραδείγματος χάριν περιοχές που δεν υπάρχει αρκετά πυκνή δόμηση ή έχουν μεγάλο μέρος από άλλες χρήσεις γης, όπως δρόμους ή περιοχές που υπάρχει ήδη μεγάλο δείγμα από όμορες τους, και τέλος με μπλε χρώμα είναι οι περιοχές που επιλέχθηκαν προς μελέτη.

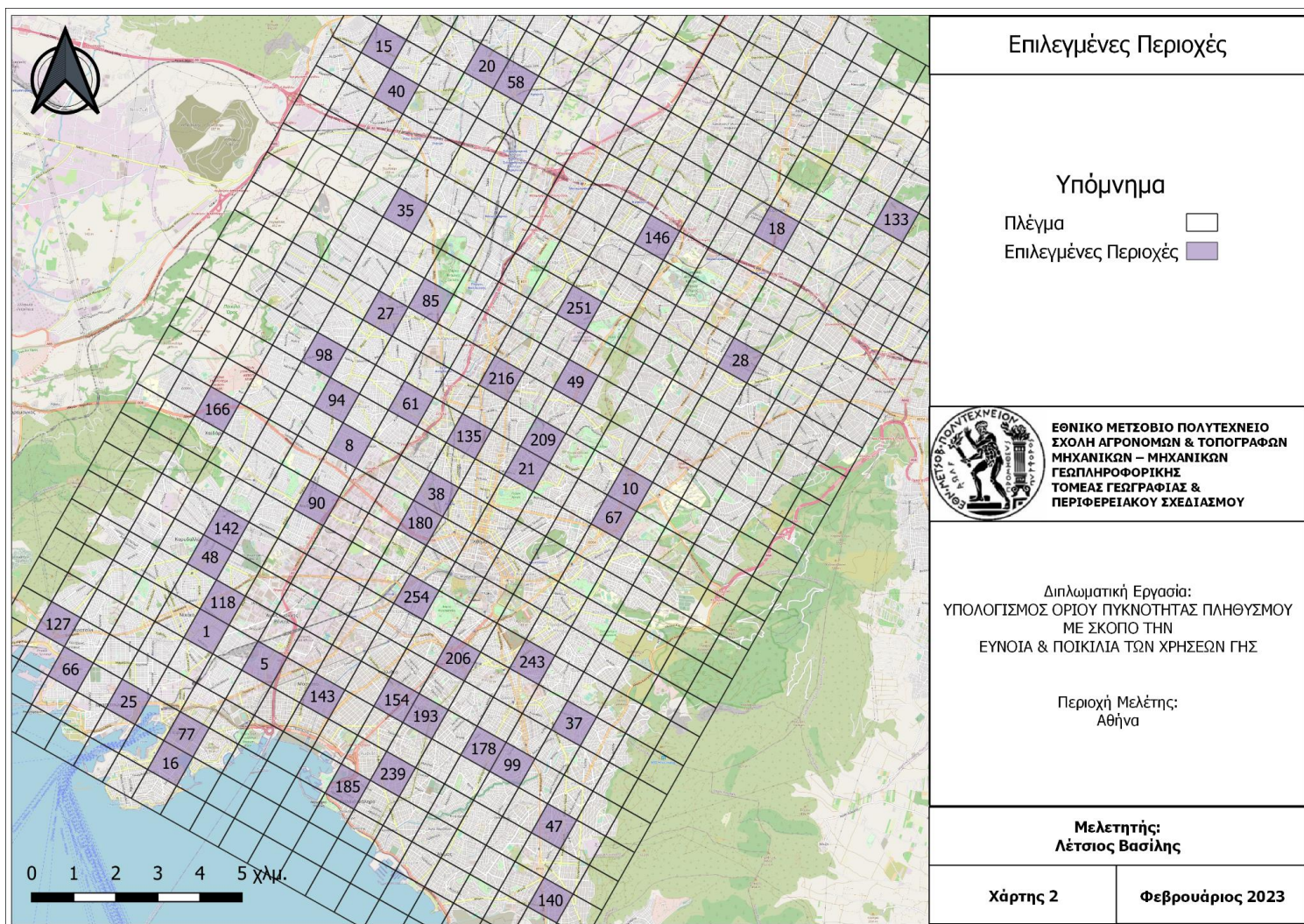
Ο λόγος για τον οποίο δεν επιλέχθηκαν κάποιες περιοχές είναι πως μερικές είχαν αρκετά κοινά στοιχεία μεταξύ τους. Στόχο μας είναι, να γίνει μία τυχαία δειγματοληψία περιοχών με διαφορετικά χαρακτηριστικά, έτσι ώστε το αποτέλεσμα να μην επηρεάζεται από την επανάληψη των κοινοτυπιών τους.

Στο ενδεχόμενο που οι περιοχές είχαν επιλεγεί εντελώς τυχαία το δείγμα που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί θα ήταν πολύ μικρότερο και θα χρειαζόταν να γίνουν επαναλήψεις και στο κομμάτι της δειγματοληψίας πράγμα που θα έκανε τον όγκο της δουλειάς τεράστιο για τα δεδομένα της μελέτης αυτής.

Πίνακας 3: Τυχαία κατανομή και επιλογή.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	230	453	535	39	175	411	457	164	236	505	402	449	544	462	121	425	489	514	11	523
2	300	400	475	490	63	84	26	375	584	430	238	194	241	160	53	24	486	546	616	434
3	585	464	365	310	559	81	212	244	476	62	136	604	258	286	76	473	157	109	256	557
4	566	387	567	599	361	401	287	46	410	426	573	345	480	504	386	70	162	447	325	481
5	275	266	4	284	591	114	60	246	82	283	372	91	233	276	83	108	22	133	234	54
6	583	588	71	289	528	429	74	530	354	179	463	265	319	33	422	131	291	336	421	184
7	384	346	326	225	20	58	126	264	305	607	536	565	431	116	18	390	427	88	394	155
8	139	15	72	125	78	187	483	112	313	272	159	96	594	542	556	343	150	524	484	261
9	100	397	40	105	537	581	440	448	350	406	373	146	320	191	499	50	538	602	311	442
10	167	572	260	214	318	468	608	87	29	579	552	543	408	368	17	488	273	271	172	510
11	52	189	437	506	605	202	455	299	64	446	207	472	32	205	268	28	582	620	511	44
12	545	231	129	42	35	123	120	444	341	597	251	222	295	342	9	428	43	69	86	75
13	550	168	351	158	417	339	378	355	363	57	169	407	220	369	93	232	7	385	262	516
14	497	270	68	128	344	610	85	153	274	424	532	49	549	589	117	379	571	6	149	529
15	359	393	41	370	435	27	317	560	403	216	288	598	250	182	396	30	138	259	282	161
16	458	302	456	531	228	619	432	409	97	399	555	209	104	519	10	124	328	575	255	595
17	130	12	249	102	98	296	163	61	419	135	618	21	332	441	67	13	494	587	73	198
18	590	539	245	371	392	94	181	352	190	290	267	174	478	374	450	526	381	482	137	208
19	226	115	134	527	615	224	8	19	278	38	541	521	496	263	293	460	507	253	34	279
20	119	469	166	356	454	534	3	323	148	180	380	517	438	2	338	495	197	177	578	466
21	327	173	240	533	498	383	90	513	165	515	203	229	501	561	576	307	292	459	92	36
22	294	65	217	301	331	145	235	416	14	540	254	412	503	357	243	377	487	210	382	223
23	80	45	492	520	142	577	132	474	500	192	485	211	206	548	415	156	37	418	257	171
24	89	227	358	405	48	312	348	340	580	152	467	612	308	248	563	522	493	285	113	201
25	322	413	586	414	186	118	204	51	111	170	388	154	193	443	178	99	188	562	151	324
26	103	242	141	280	389	1	367	5	314	143	391	221	445	398	420	558	547	47	101	461
27	570	423	334	304	199	315	347	183	316	477	395	195	239	122	176	333	364	247	218	518
28	329	127	569	491	321	404	611	215	269	55	196	185	600	337	452	213	508	436	140	502
29	59	31	66	107	25	593	77	353	23	596	349	512	219	309	433	471	303	376	297	553
30	95	306	470	601	110	79	16	606	564	614	56	465	592	360	147	617	525	568	366	609
31	479	509	106	451	277	252	613	574	551	298	330	362	200	439	281	603	237	554	144	335

- Αποκλεισμένες περιοχές.
- Επιλεγμένες περιοχές.
- Μη επιλεγμένες περιοχές.



**Εικόνα 4: Επιλεγμένες περιοχές.**

Από τον παραπάνω χάρτη μπορεί να γίνει η διαπίστωση πως οι 50 περιοχές που επιλέχθηκαν είναι αρκετές για να καλύψουν το μεγαλύτερο μέρος της περιοχής μελέτης που είναι η Αθήνα. Επομένως δεν χρειάζεται το δείγμα να είναι μεγαλύτερο, καθώς υπάρχει μεγάλη ποικιλία. Επιπλέον ένα μεγαλύτερο δείγμα μπορεί να δώσει διαφορετικά αποτελέσματα. Μια αντίστοιχη μελέτη μπορεί να χρειάζεται περισσότερες ή λιγότερες περιοχές ανάλογα με την έκταση της προς μελέτη περιοχής.

Στη συνέχεια αφού επιλέχθηκαν οι περιοχές προς ανάλυση έγινε ο υπολογισμός του πληθυσμού και των χρήσεων γης που έχει το κάθε τετράγωνο. Αρχικά έγινε ο υπολογισμός του πληθυσμού και πιο συγκεκριμένα της Μέσης Πυκνότητας Πληθυσμού χρησιμοποιώντας τον εξής τύπο:

*Συνολικός Πληθυσμός Δήμου/Έκταση Δήμου (km<sup>2</sup>)*

όπου έτσι υπολογίζεται ο πληθυσμός ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο που αντιστοιχεί σε ένα τετράγωνο στο πλέγμα. Εννοείται πως η έκταση και ο πληθυσμός του δήμου αντιστοιχούν στον δήμο όπου ανήκει το εκάστοτε τετράγωνο που μελετάται. Όπως αναφέρθηκε στην αρχή του κεφαλαίου τα δεδομένα πληθυσμού έχουν παρθεί από την ΕΛΣΤΑΤ και τα δεδομένα των εκτάσεων του κάθε δήμου από το πρόγραμμα Καλλικράτη και το πρόγραμμα Κλεισθένη. Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί πως η μέτρηση του πληθυσμού έγινε και ανά Ο.Τ., δηλαδή μετρώντας τον πληθυσμό που έχει κάθε Ο.Τ. που βρίσκεται μέσα στην εξεταζόμενη περιοχή προσθέτοντας τον πληθυσμό τους για να βρεθεί ο ακριβής πληθυσμός του τετραγώνου. Τα αποτελέσματα σύμφωνα με την ανάλυση που έγινε δεν έδειξαν κάποια βελτίωση σε σχέση με τη μέτρηση της μέσης πυκνότητας πληθυσμού. Αυτό λογικά συνέβη λόγω του ότι τα δεδομένα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν δεν ήταν ιδιαίτερα αξιόπιστα και υπήρχαν ορισμένες ελλείψεις.

Στο σημείο αυτό δημιουργήθηκε μια λίστα με τις απαραίτητες χρήσεις γης που πρέπει να υπάρχουν σε εμβέλεια 15 λεπτών γύρω από την κατοικία του ανθρώπου ώστε να καλύπτονται όλες του οι ανάγκες. Οι χρήσεις αυτές είναι:

- α) ταχυδρομείο,
- β) πολυκατάστημα,
- γ) κατάστημα τροφίμων,
- δ) κατάστημα ειδών ένδυσης,
- ε) εστιατόριο,
- στ) μπαρ / καφετέρια,
- ζ) φαρμακείο,
- η) κατάστημα αθλητικών ειδών,
- θ) τράπεζα,
- ι) κομμωτήριο,
- ια) γυμναστήριο,
- ιβ) κέντρο διασκέδασης / αναψυχής,
- ιγ) οδοντίατρος,
- ιδ) σχολείο,
- ιε) πανεπιστήμιο,
- ιστ) βιβλιοθήκη,

- ιζ) παιδικός σταθμός,
- ιη) θρησκευτικός χώρος,
- ιθ) κινηματογράφος / θέατρο,
- κ) πάρκο

Με βάση αυτή την λίστα, 20 διαφορετικών χρήσεων γης, μετρήθηκε για κάθε τετράγωνο η κάλυψη σε χρήσεις γης που έχει η περιοχή καθώς και το νούμερο της κάθε χρήσης ανά περιοχή, πόσα δηλαδή υπάρχουν από το κάθε είδος. Έτσι δημιουργήθηκε ένας γενικός πίνακας όπου έχει τα στοιχεία της περιοχής (Πυκνότητα Πληθυσμού, Κάλυψη Χρήσεων Γης) καθώς και το σύνολο των χρήσεων γης.

Πιο συγκεκριμένα αφού έγινε η επιλογή της κάθε περιοχής του δείγματος, δηλαδή τα 50 τετράγωνα που επιλέχθηκαν στο πλέγμα, μετρήθηκε στο καθένα ξεχωριστά ποιές από τις παραπάνω χρήσεις γης υπάρχουν σε αυτά. Στη μέτρηση αυτή αρχικά προσδιορίστηκε το κάθε τετράγωνο με σχετική ακρίβεια στο Google Maps και στην συνέχεια έγινε αναζήτηση κάθε χρήσης ξεχωριστά για την κάθε περιοχή. Οι περιοχές καταγράφηκαν στο αντίστοιχο φύλλο υπολογισμού που φαίνεται παρακάτω καθώς και πόσες φορές εμφανίζεται η κάθε χρήση στην περιοχή. Για να θεωρηθεί ότι μία χρήση γης είναι επαρκής για την περιοχή που μελετάται κάθε φορά θα πρέπει να εμφανίζεται τουλάχιστον δύο φορές μέσα σε αυτήν. Έτσι δημιουργήθηκε η συνολική κάλυψη σε χρήσεις γης της περιοχής.

Πίνακας 4: Μέτρηση χρήσεων γης ανά περιοχή.

id	Περιοχή	Μέση Πυκνότητα Πλήθους	Ταχυδρομείο	Πολυκατάστημα	Κατάστημα Τροφίμων	Κατάστημα ειδών Ένδυσης	Εστιατόριο	Μπαρ/Καφέ	Φαρμακείο	Κατάστημα Αθλητικών ειδών	Τράπεζα	Κομμωτήριο	Γυμναστήριο	Κέντρο Διασκέδασης/ Αναψυχής	Οδοντίατρος	Σχολείο	Πανεπιστήμιο	Βιβλιοθήκη	Παιδικός Σταθμός	Θρησκευτικός Χώρος	Κινηματογράφος/ Θέατρο	Πάρκο	Αριθμός Εγκαταστάσεων
16	Πειραιάς	15.007	1	2	5	2	3	9	4	2	8	7	4	4	14	3	2	3	2	3	8	2	19 /20
77	Πειραιάς	15.007	3	4	7	18	3	17	11	0	8	12	8	9	8	6	6	2	3	6	6	2	19 /20
21	Κυψέλη	16.354	2	1	6	5	6	16	6	4	7	7	4	3	5	4	2	1	6	7	7	3	18 /20
27	Ίλιον	8.981	2	3	6	10	4	5	8	4	2	6	6	2	5	4	0	1	2	2	3	3	18 /20
67	Αμπελόκηποι	16.354	2	1	3	6	3	6	3	4	3	5	3	3	6	2	2	2	0	2	5	4	18 /20
180	Αθήνα	16.354	3	2	3	2	4	3	3	3	3	3	2	2	5	4	1	1	0	3	2	2	17 /20
193	Νέα Σμύρνη	20.727	3	0	6	12	10	15	8	3	6	9	6	2	12	2	0	0	4	2	2	4	17 /20
216	Άνω Πατήσια	16.354	1	2	3	4	6	10	5	4	2	4	4	3	6	2	1	0	3	3	2	4	17 /20
18	Μαρούσι	5.467	2	1	5	3	4	9	4	2	3	2	2	2	4	2	0	0	2	3	3	1	16 /20
90	Αιγάλεω	9.974	0	3	7	17	9	15	6	4	4	9	6	1	6	2	0	1	3	4	2	4	16 /20
10	Νέα Φιλοθέη	16.354	1	2	4	2	6	10	4	2	4	6	6	1	7	2	0	1	2	0	4	5	15 /20
38	Κολωνός	16.354	0	0	4	2	2	9	8	1	4	3	2	3	4	2	0	1	4	3	2	2	15 /20
48	Κορυδαλλός	21.120	1	3	3	17	5	7	12	2	4	11	3	2	5	3	1	0	3	4	1	1	15 /20
61	Περιστερί	13.081	1	3	1	2	7	7	2	5	1	2	3	3	4	2	1	0	2	2	2	2	15 /20
99	Άγιος Δημήτριος	14.349	3	2	3	2	2	4	5	2	3	2	3	3	6	4	0	0	0	1	0	2	15 /20
185	Παλαιό Φάληρο	14.104	2	1	5	4	7	4	2	2	3	4	3	2	4	0	0	0	2	4	1	2	15 /20
206	Νέος Κόσμος	16.354	1	1	4	3	4	4	2	1	4	2	3	5	4	2	2	1	1	3	4	3	15 /20
209	Κυψέλη	16.354	1	1	4	2	3	5	2	0	2	3	2	2	5	2	0	0	4	4	2	5	15 /20

id	Περιοχή	Μέση Πυκνότητα Πλήθους	Ταχυδρομείο	Πολυκατάστημα	Κατάστημα Τροφίμων	Κατάστημα ειδών Ένδυσης	Εστιατόριο	Μπαρ/Καφέ	Φαρμακείο	Κατάστημα Αθλητικών ειδών	Τράπεζα	Κομμωτήριο	Γυμναστήριο	Κέντρο Διασκέδασης/ Αναψυχής	Οδοντίατρος	Σχολείο	Πανεπιστήμιο	Βιβλιοθήκη	Παιδικός Σταθμός	Θρησκευτικός Χώρος	Κινηματογράφος/ Θέατρο	Πάρκο	Αριθμός Εγκαταστάσεων	
254	Άνω Πετράλωνα	16.354	2	0	4	5	18	11	10	1	6	10	5	4	4	4	0	0	1	5	6	6	15	/20
25	Δραπετσώνα	17.877	2	0	6	1	3	6	4	0	3	2	4	3	2	3	0	0	2	4	1	5	14	/20
28	Χαλάνδρι	7.141	1	4	7	19	11	31	12	8	9	4	6	3	8	2	0	1	1	1	1	2	14	/20
58	Αχαρνάι	2.612	1	4	2	17	5	19	6	2	4	9	2	2	8	2	0	0	0	10	1	1	14	/20
94	Περιστερί	13.081	1	2	5	15	9	14	8	6	7	11	5	1	16	2	1	0	1	3	1	3	14	/20
140	Αργυρούπολη	5.179	2	0	4	2	13	10	5	0	3	5	2	3	5	3	0	1	0	1	3	2	14	/20
178	Άγιος Δημήτριος	14.349	1	1	2	4	6	6	4	2	2	5	2	2	4	2	0	0	1	2	0	2	14	/20
1	Νίκαια/Πειραιάς	12.777	1	0	4	3	5	4	3	1	4	2	2	2	3	2	0	0	5	7	0	1	13	/20
118	Άγιος Ιωάννης Ρέντης	10.546	0	3	2	2	2	5	7	6	2	1	4	1	1	4	3	1	0	4	4	1	13	/20
133	Μελίσσια	2.587	1	1	3	2	9	3	10	4	3	7	3	1	8	2	0	0	2	1	0	2	13	/20
166	Χαϊδάρι	7.228	3	3	4	2	2	4	5	3	2	1	2	1	0	2	0	0	1	4	2	1	13	/20
251	Νέα Ιωνία	14.909	0	2	3	2	2	3	5	1	1	3	2	0	2	2	0	0	2	2	1	3	13	/20
40	Άνω Λιόσια	4.640	2	1	1	4	5	14	7	1	3	7	2	1	4	2	0	0	2	1	0	2	12	/20
47	Ηλιούπολη	11.622	0	0	3	3	5	7	3	0	0	7	4	3	2	2	1	1	3	3	0	1	12	/20
49	Γαλάτσι	14.784	0	0	9	11	4	6	6	2	2	7	3	1	3	3	0	0	1	1	0	4	12	/20
154	Καλλιθέα	20.025	1	1	3	3	1	4	2	2	1	2	2	0	3	2	0	0	3	2	1	4	12	/20
239	Παλαιό Φάληρο	14.104	1	0	2	2	4	2	2	0	2	1	3	0	3	2	0	0	2	2	1	4	12	/20

id	Περιοχή	Μέση Πυκνότητα Πλήθους	Ταχυδρομείο	Πολυκατάστημα	Κατάστημα Τροφίμων	Κατάστημα ειδών Ένδυσης	Εστιατόριο	Μπαρ/Καφέ	Φαρμακείο	Κατάστημα Αθλητικών ειδών	Τράπεζα	Κομμωτήριο	Γυμναστήριο	Κέντρο Διασκέδασης/ Αναψυχής	Οδοντίατρος	Σχολείο	Πανεπιστήμιο	Βιβλιοθήκη	Παιδικός Σταθμός	Θρησκευτικός Χώρος	Κινηματογράφος/ Θέατρο	Πάρκο	Αριθμός Εγκαταστάσεων	
37	Ηλιούπολη	11.622	0	0	2	1	2	6	5	0	1	5	3	2	0	3	0	0	2	3	0	2	11	/20
66	Κερατσίνι	17.877	0	0	4	0	4	4	5	0	0	3	2	2	4	2	1	0	0	4	1	2	11	/20
98	Περιστέρι	13.081	0	1	4	0	2	3	4	0	1	4	3	0	3	4	0	0	3	3	0	2	11	/20
142	Αγία Βαρβάρα	11.150	1	1	2	2	3	5	4	1	3	3	0	1	4	3	0	0	0	4	0	3	11	/20
146	Ηράκλειο	10.977	2	0	4	0	2	1	3	0	0	2	0	2	2	3	0	0	2	3	0	3	11	/20
243	Άγιος Αρτέμιος	16.354	0	1	6	1	3	2	5	1	2	2	0	1	4	3	0	0	2	3	1	3	11	/20
8	Περιστέρι	13.081	0	0	2	1	2	4	6	1	2	2	3	0	1	3	0	0	2	3	0	1	10	/20
143	Μοσχάτο	8.779	1	2	2	1	5	3	0	1	2	2	5	1	0	3	0	0	2	3	1	0	10	/20
85	Ίλιον	8.981	0	0	0	0	2	2	2	1	0	1	2	3	2	2	0	0	3	1	0	2	9	/20
20	Αχαρναί	2.612	1	1	3	3	5	7	4	1	1	5	0	1	4	2	0	0	0	0	0	0	8	/20
127	Κερατσίνι	17.877	1	0	2	0	2	6	5	0	1	1	3	1	0	3	0	0	1	3	0	1	8	/20
5	Αγ. Ιωάννης Ρέντης	9.228	1	1	0	4	1	2	0	4	2	1	2	2	1	0	3	0	0	1	0	0	7	/20
135	Σεπόλια	16.354	1	0	3	0	1	2	1	0	2	1	4	1	0	3	0	0	5	1	1	3	7	/20
15	Άνω Λιόσια	4.640	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2	/20
35	Καματερό	6.677	0	0	1	1	1	2	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	2	1	0	0	2	/20



## Μέθοδος Παλινδρόμησης

Στη συνέχεια γίνεται μία σύντομη ανάλυση της μεθόδου παλινδρόμησης. Η διαδικασία αυτή είναι απαραίτητη για την καλύτερη κατανόηση των πινάκων και διαγραμμάτων που θα ακολουθήσουν. Η μέθοδος παλινδρόμησης είναι μια στατιστική ανάλυση μεταξύ δύο ή περισσότερων μεταβλητών μία εκ των οποίων είναι εξαρτημένη και οι άλλες ανεξάρτητες. Στην περίπτωση μας υπάρχουν δύο μεταβλητές: η ποικιλία των χρήσεων γης (εξαρτημένη) και η μέση πυκνότητα πληθυσμού (ανεξάρτητη). Σκοπός της ανάλυσης αυτής είναι να βρεθεί κατά πόσο οι δύο μεταβλητές αυτές σχετίζονται, κάτι που είναι γνωστό πως ισχύει, και πόσο σημαντική είναι η συσχέτιση αυτή, πάντα αναφερόμενοι στα δεδομένα της Αθήνας.

### Απλή Παλινδρόμηση

$$Y = a + bx + e$$

(Ποικιλία των καταστημάτων = a + b πυκνότητα πληθυσμού + e)

### Εκτίμηση Απλής Παλινδρόμησης

$$\hat{Y} = \hat{a} + \hat{b}x$$

(Ποικιλία των καταστημάτων = a + b πυκνότητα πληθυσμού + e)

1. a= η εκτίμηση της τεταγμένης
2. b= η εκτίμηση της κλίσης
3. Y=εξαρτημένη μεταβλητή
4. X= ανεξάρτητη μεταβλητή ή ερμηνεύσιμη

Η μεταβλητή X ερμηνεύει τις μεταβολές της Y που εκφράζεται σαν ποσοστό επί της %. Αν έχουμε πλήρη συσχέτιση τότε έχουμε 100%. Δηλαδή, οι τιμές Y ταυτίζονται με τις X πάνω σε μια ευθεία.

Το σφάλμα πρόβλεψης ονομάζεται κατάλοιπο. Δίνεται σαν η διαφορά των Y και  $\hat{Y}$ . Δηλαδή,

$$Y - \hat{Y}$$

Το σφάλμα εκτίμησης είναι το άθροισμα των τετραγώνων των καταλοίπων διαιρούμενων με n-2.

### Πολυδιάστατη Παλινδρόμηση

$$Y = a + b_1x_1 + \dots + b_kx_k + e$$

Παραδοχές Μοντέλου

1. Σφάλματα κανονικά
2. Μέσο σφάλμα 0
3. Διακύμανση σφάλματος  $\sigma^2$
4. Τα σφάλματα ανεξάρτητα

Το άθροισμα των τετραγώνων των συνολικών παρατηρήσεων από το μέσο,  $\sum (Y_i - U)^2$ , καλείται συνολικό άθροισμα τετραγώνων ή TSS (Total Sum of Squares). Μαθηματικά αυτό ισούται με :  $\sum (\hat{Y} - Y)^2 + \sum (Y - \hat{Y})^2$ . Δηλαδή με το άθροισμα τετραγώνων της παλινδρόμησης (SSR) και με το άθροισμα τετραγώνων των καταλοίπων (SSE). Συνεπώς ισχύει η σχέση:

$$TSS = SSR + SSE$$

$R^2$  = Ερμηνεύσιμη μεταβολή/Ολική μεταβολή = 1-Άθροισμα τετραγώνων καταλοίπων/Ολική μεταβολή

$$R^2 = \frac{\text{Άθροισμα τετραγώνων παλινδρόμησης}}{\text{Συνολικό άθροισμα τετραγώνων}} = \frac{SSR}{TSS}$$

Διορθωμένος πολυδιάστατος συντελεστής παλινδρόμησης (Adjusted R-Squared)

$$R - sq(adj) = R_A^2 = 1 - (1 - R^2) \left( \frac{n - 1}{n - k - 1} \right)$$

Όπου:

n= Μέγεθος δείγματος

k= Αριθμός ανεξάρτητων μεταβλητών μέσα στο μοντέλο

### Τυπικό σφάλμα εκτίμησης

Εκτίμηση για την τυπική απόκλιση του μοντέλου

$$S_e = \sqrt{\frac{SSE}{n - k - 1}} = \sqrt{MSE}$$

Όπου:

SSE= Άθροισμα των τετραγώνων των καταλοίπων

n= Μέγεθος δείγματος

k= Αριθμός ανεξάρτητων μεταβλητών

### Εκτίμηση Παλινδρόμησης

$$\hat{Y} = \hat{a} + \hat{b}_1 x_1 + \dots + \hat{b}_k x_k$$

- I) Προσδιορισμός Μοντέλου : Εξαρτημένη - Ανεξάρτητη ΜΕταβλητή-Γραμμική Παλινδρόμηση  
 II) Κατασκευή Μοντέλου : Υπολογισμός Εκτιμήσεων του Μοντέλου

### 1. Είναι το μοντέλο στατιστικά σημαντικό;

Η μηδενική και η εναλλακτική υπόθεση, ελέγχονται σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha$  ( $=0.05$  ή  $0,01$  ή...). Ελέγχω την

$H : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 \dots = \beta_k = 0$  έναντι της

A: Τουλάχιστον ένα  $\beta_i$  δεν είναι ίσο με το 0 σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha$ .

Αν ισχύει η μηδενική υπόθεση και όλοι οι συντελεστές είναι 0, τότε το μοντέλο της παλινδρόμησης δεν είναι ικανό να προβλέψει ή να περιγράψει.

Ο έλεγχος της F, είναι μια μέθοδος με την οποία ελέγχουμε αν το μοντέλο παλινδρόμησης μπορεί να εξηγήσει ένα σημαντικό μέρος της μεταβλητότητας της εξαρτημένης μεταβλητής. Ο έλεγχος της στατιστικής F για την πολυδιάστατη παλινδρόμηση είναι ο εξής:

#### Έλεγχος της στατιστικής F

$$F = \frac{\frac{SSR}{k}}{\frac{SSE}{n - k - 1}} = \frac{MSR}{MSE}$$

Όπου:

Ο πολυδιάστατος συντελεστής παλινδρόμησης  $R^2$  είναι

$n$  = Αριθμός δεδομένων

$k$  = Αριθμός ανεξάρτητων μεταβλητών

Βαθμοί ελευθερίας =  $D_1 = k$  και  $D_2 = n - k - 1$

Από την έξοδο του προγράμματος

Analysis of variance αν δίνει p- τιμή F μικρό τότε δέχομαι την A.

### 2. Είναι οι μεταβλητές από μόνες τους σημαντικές;

$H: \beta_i = 0$ , δεδομένου ότι όλες οι άλλες μεταβλητές είναι ήδη στο μοντέλο

A :  $\beta_i \neq 0$ , για κάθε i

Ο έλεγχος των υποθέσεων, μπορεί να γίνει χρησιμοποιώντας τον έλεγχο της t.

## Έλεγχος t

$$t = \frac{b_i - 0}{s_{bi}}$$

Όπου:

$b_i$ : Συντελεστής κλίσης δείγματος για την ανεξάρτητη  $i$  μεταβλητή

$s_{bi}$ : Εκτίμηση τυπικού σφάλματος για τον  $i$  συντελεστή κλίσης του δείγματος

Βαθμοί ελευθερίας =  $n-k-1$

Από την έξοδο του προγράμματος, αν έχουμε  $p$ - τιμή  $t$  μικρές δέχομαι την  $H_0$ .

Αυτές είναι οι βασικές εξισώσεις και μεταβλητές που χρειάζονται για την μέθοδο της παλινδρόμησης. Η μέθοδος αυτή εφαρμόστηκε σε φύλλο υπολογισμού Excel για τα δεδομένα που συλλέχθηκαν με σκοπό την συσχέτιση των μεταβλητών που υπολογίστηκαν. Τα αποτελέσματα για το σύνολο του δείγματος φαίνονται παρακάτω.[1]

## Υπολογισμός συσχέτισης για το σύνολο των περιοχών

Πίνακας 5: Αποτελέσματα Παλινδρόμησης για το σύνολο των περιοχών.

Στατιστικά παλινδρόμησης	
Πολλαπλό R	0.3522974637
R Τετράγωνο	0.1241135029
Προσαρμοσμένο R Τετράγωνο	0.1058658676
Τυπικό σφάλμα	3.527524274
Μέγεθος δείγματος	50

Πίνακας 6: Ανάλυση διακύμανσης για το σύνολο των περιοχών.

	βαθμοί ελευθερίας	SS	MS	F	Σημαντικότητα F
Παλινδρόμηση	1	84.63547991	84.63547991	6.801621169	0.01210297515
Υπόλοιπο	48	597.2845201	12.4434275		
Σύνολο	49	681.92			

Πίνακας 7: Υπολογισμός σφαλμάτων για το σύνολο των περιοχών.

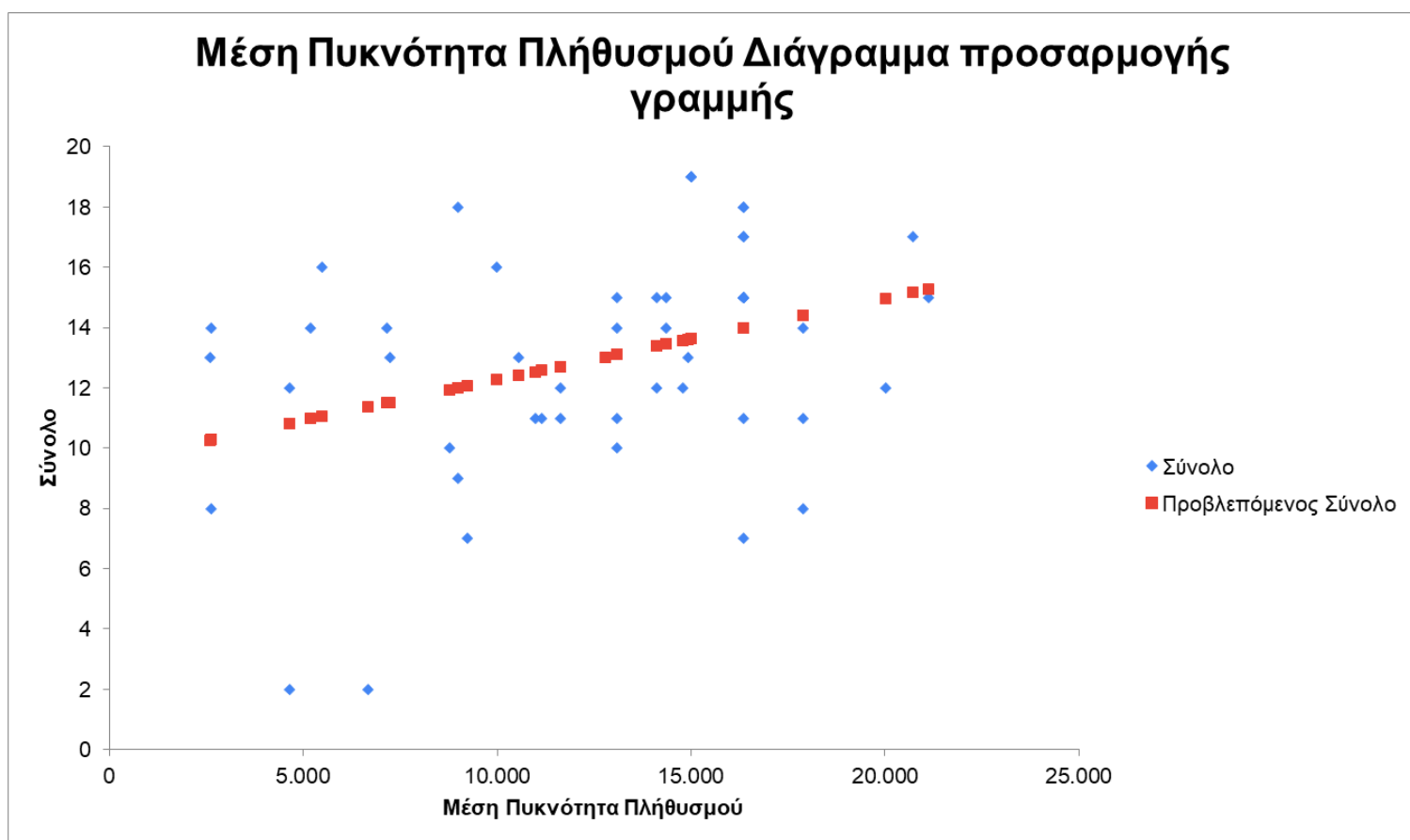
	Συντελεστές	Τυπικό σφάλμα	t	τιμή-P	Κατώτερο 95%	Υψηλότερο 95%	Κατώτερο 95,0%	Υψηλότερο 95,0%
Τεταγμένη επί την αρχή	9.571084358	1.3919051	6.8762480	0.000000011	6.7724717	12.369697	6.7724717	12.369697
Μέση Πυκνότητα Πληθυσμού	0.000269925	0.0001035	2.6079918	0.0121030	0.0000618	0.0004780	0.0000618	0.0004780

Πίνακας 8: Προβλεπόμενες τιμές και υπόλοιπα για το σύνολο των περιοχών.

Μέγεθος δείγματος	Προβλεπόμενος Σύνολο	Υπόλοιπα
1	13.62174319	5.37825681
2	13.62174319	5.37825681
3	13.98538336	4.014616644
4	11.99527258	6.004727421
5	13.98538336	4.014616644
6	13.98532107	3.014678934
7	15.16593668	1.834063322
8	13.98532107	3.014678934
9	11.04665374	4.95334626
10	12.26319229	3.736807713
11	13.98538336	1.014616644
12	13.98538336	1.014616644
13	15.27180847	-0.271808465
14	13.10210497	1.89789503
15	13.44434696	1.555653042
16	13.37814256	1.621857443
17	13.98532107	1.014678934
18	13.98532107	1.014678934
19	13.98532107	1.014678934
20	14.39658857	-0.3965885707
21	11.49849922	2.501500783
22	10.27608427	3.723915731
23	13.10210497	0.8978950296
24	10.96912745	3.030872555
25	13.44434696	0.5556530422
26	13.01978644	-0.01978643606
27	12.41782968	0.5821703184
28	10.26932334	2.730676659
29	11.52214419	1.47785581
30	13.5952903	-0.5952903046
31	10.82351066	1.176489336
32	12.70826787	-0.7082678735
33	13.56152142	-1.561521425
34	14.97622114	-2.976221137
35	13.37814256	-1.378142557
36	12.70826787	-1.708267873
37	14.39658857	-3.396588571
38	13.10210497	-2.10210497
39	12.58063626	-1.580636265
40	12.53409864	-1.534098642
41	13.98532107	-2.985321066
42	13.10210497	-3.10210497
43	11.9408464	-1.9408464
44	11.99527258	-2.995272579
45	10.27608427	-2.276084269
46	14.39658857	-6.396588571
47	12.06198652	-5.061986516

48	13.98538336	-6.985383356
49	10.82351066	-8.823510664
50	11.37333288	-9.373332882

Οι πίνακες 3 έως 5 δείχνουν τα αποτελέσματα της μεθόδου παλινδρόμησης και ο πίνακας 6 τις προβλεπόμενες τιμές και την διαφορά τους από την πραγματικότητα. Με βάση αυτά τα στοιχεία δημιουργήθηκε το διάγραμμα διασποράς για το σύνολο του δείγματος μαζί με την γραμμή προσαρμογής. Στο διάγραμμα φαίνεται η συσχέτιση της Μέσης Πυκνότητας Πληθυσμού (ανεξάρτητη μεταβλητή) με το Σύνολο των Εγκαταστάσεων (εξαρτημένη μεταβλητή) για κάθε περιοχή και μας δείχνει πόσο παέχει η τιμή από την κανονική κατανομή. Επιπλέον η κλίση της ευθείας δείχνει την σχέση των δύο μεταβλητών αυτών δηλαδή πόσο σχετίζεται η μία με την άλλη.



Διάγραμμα 2: Διάγραμμα διασποράς με γραμμή προσαρμογής για το σύνολο των περιοχών.

Η ίδια διαδικασία έγινε και για τις περιοχές με πυκνότητα πληθυσμού μικρότερη των 10000 κατοίκων ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο και αντίστοιχα για μεγαλύτερη.

**Υπολογισμός συσχέτισης για περιοχές με πυκνότητα πληθυσμού <10000 κάτοικοι/ τετ/χλμ**

**Πίνακας 9: Αποτελέσματα Παλινδρόμησης για περιοχές με πυκνότητα πληθυσμού <10000 κάτοικοι/τετ/χλμ.**

Στατιστικά παλινδρόμησης	
Πολλαπλό R	0.126277067
R Τετράγωνο	0.015945898
Προσαρμοσμένο R Τετράγωνο	-0.054343681
Τυπικό σφάλμα	4.812070562
Μέγεθος δείγματος	16

**Πίνακας 10: Ανάλυση διακύμανσης για περιοχές με πυκνότητα πληθυσμού <10000 κάτοικοι/τετ/χλμ.**

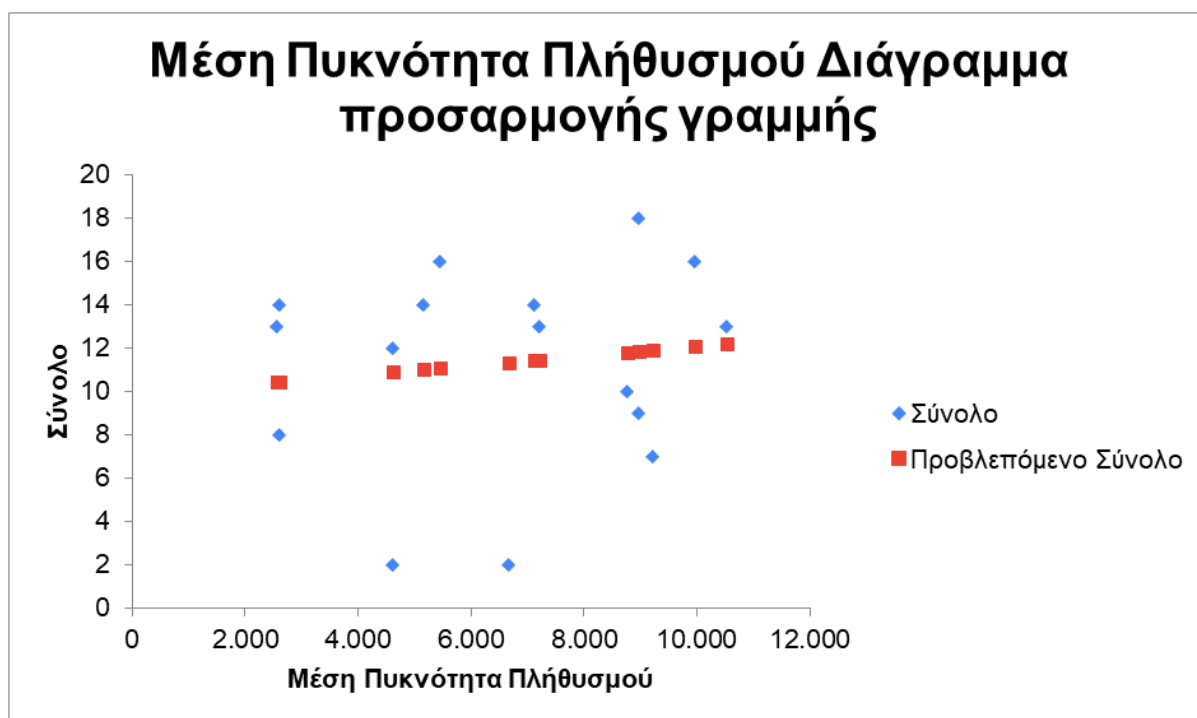
	βαθμοί ελευθερίας	SS	MS	F	Σημαντικότητα F
Παλινδρόμηση	1	5.253176678	5.253176678	0.226860055	0.6412097081
Υπόλοιπο	14	324.1843233	23.15602309		
Σύνολο	15	329.4375			

**Πίνακας 11: Υπολογισμός σφαλμάτων για περιοχές με πυκνότητα πληθυσμού <10000 κάτοικοι/τετ/χλμ.**

	Συντελεστές	Τυπικό σφάλμα	t	τιμή-P	Κατώτερο 95%	Υψηλότερο 95%	Κατώτερο 95,0%	Υψηλότερο 95,0%
Τεταγμένη επί την αρχή	9.87165958	3.255512	3.032291	0.008959	2.889280	16.854039	2.889280	16.854039
Μέση Πυκνότητα Πληθυσμού	0.000218991	0.0004598	0.4762983	0.641209708	-0.000767	0.0012051	-0.000767	0.00120512

**Πίνακας 12: Προβλεπόμενες τιμές και υπόλοιπα για περιοχές με πυκνότητα πληθυσμού <10000 κάτοικοι/τετ/χλμ.**

Μέγεθος δείγματος	Προβλεπόμενος Σύνολο	Υπόλοιπα
1	11.83841174	6.161588258
2	11.06879405	4.931205954
3	12.05577591	3.944224087
4	10.44362841	3.55637159
5	11.0058967	2.994103301
6	11.43537782	2.564622179
7	10.43814325	2.561856755
8	11.45456107	1.545438932
9	12.18123376	0.8187662419
10	10.88775731	1.112242692
11	11.7942556	-1.794255597
12	11.83841174	-2.838411742
13	10.44362841	-2.44362841
14	11.89253699	-4.892536986
15	10.88775731	-8.887757308
16	11.33382995	-9.333829947



Διάγραμμα 3: Διάγραμμα διασποράς με γραμμή προσαρμογής για το σύνολο των περιοχών.

**Υπολογισμός συσχέτισης για περιοχές με πυκνότητα πληθυσμού >10000 κάτοικοι/τετ/χλμ**

Πίνακας 13: Αποτελέσματα Παλινδρόμησης για περιοχές με πυκνότητα πληθυσμού >10000 κάτοικοι/τετ/χλμ.

Στατιστικά παλινδρόμησης	
Πολλαπλό R	0.2342117443
R Τετράγωνο	0.05485514116
Προσαρμοσμένο R Τετράγωνο	0.02531936432
Τυπικό σφάλμα	2.919682588
Μέγεθος δείγματος	34

Πίνακας 14: Ανάλυση διακύμανσης για περιοχές με πυκνότητα πληθυσμού >10000 κάτοικοι/τετ/χλμ.

	βαθμοί ελευθερίας	SS	MS	F	Σημαντικότητα F
Παλινδρόμηση	1	15.83216177	15.83216177	1.857243893	0.1824573367
Υπόλοιπο	32	272.7854853	8.524546415		
Σύνολο	33	288.6176471			

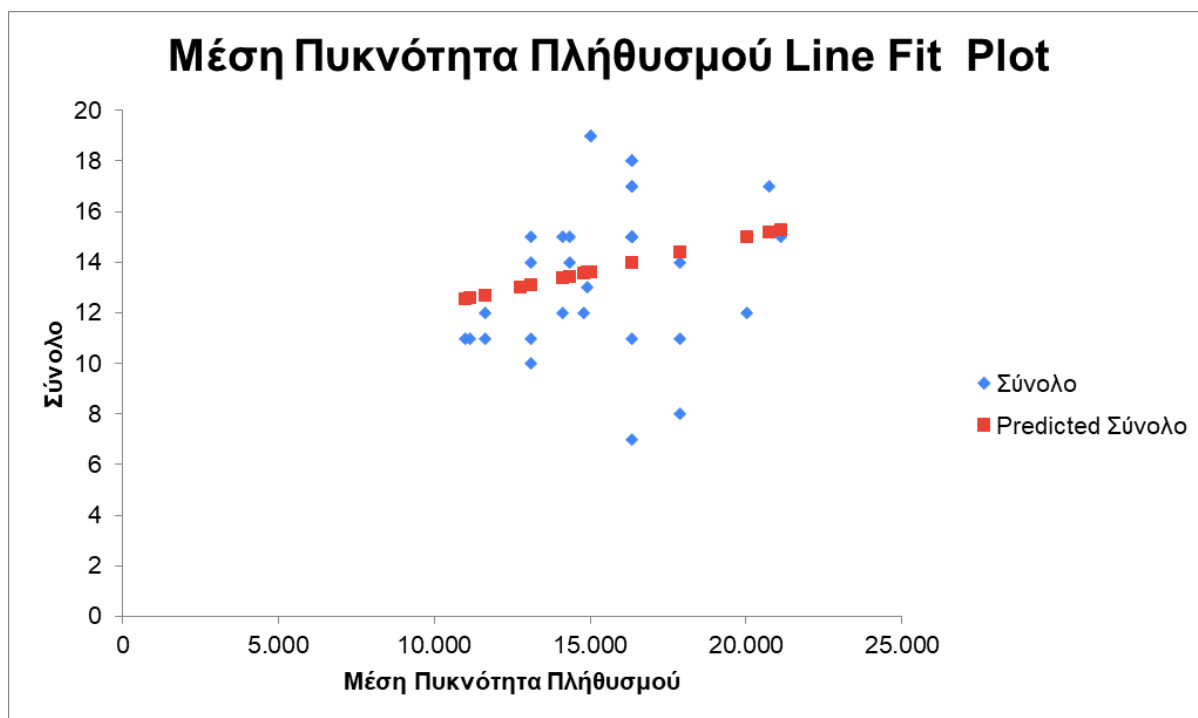
Πίνακας 15: Υπολογισμός σφαλμάτων για περιοχές με πυκνότητα πληθυσμού >10000 κάτοικοι/τετ/χλμ.

	Συντελεστής	Τυπικό σφάλμα	t	τιμή-P	Κατώτερο 95%	Υψηλότερο 95%	Κατώτερο 95,0%	Υψηλότερο 95,0%
Τεταγμένη επί την αρχή	9.534938529	3.122543	3.053581	0.004528	3.174526	15.895351	3.174526	15.895351
Μέση Πυκνότητα Πληθυσμού	0.000273335	0.0002006	1.3628074	0.1824573	-0.0001352	0.0006819	-0.000135	0.0006819



Πίνακας 16: Προβλεπόμενες τιμές και υπόλοιπα για περιοχές με πυκνότητα πληθυσμού >10000 κάτοικοι/τετ/χλμ.

Μέγεθος δείγματος	Προβλεπόμενος Σύνολο	Υπόλοιπα
1	13.63676908	5.363230921
2	13.63676908	5.363230921
3	14.00500309	3.994996913
4	14.00500309	3.994996913
5	14.00494001	2.99505999
6	14.00494001	2.99505999
7	15.20047026	1.799529735
8	13.1105663	1.889433698
9	13.39009105	1.609908946
10	13.45713181	1.542868189
11	14.00494001	0.9950599898
12	14.00494001	0.9950599898
13	14.00494001	0.9950599898
14	14.00500309	0.9949969125
15	14.00500309	0.9949969125
16	15.30767952	-0.3076795235
17	13.1105663	0.8894336981
18	13.45713181	0.5428681893
19	14.42140303	-0.4214030316
20	13.02720784	-0.02720784272
21	13.60998202	-0.6099820153
22	12.71175389	-0.7117538858
23	13.39009105	-1.390091054
24	13.57578654	-1.575786535
25	15.00835806	-3.00835806
26	12.53538439	-1.535384386
27	12.58250991	-1.582509915
28	12.71175389	-1.711753886
29	13.1105663	-2.110566302
30	14.00494001	-3.00494001
31	14.42140303	-3.421403032
32	13.1105663	-3.110566302
33	14.42140303	-6.421403032
34	14.00500309	-7.005003087



Διάγραμμα 4: Διάγραμμα διασποράς με γραμμή προσαρμογής για το σύνολο των περιοχών.

Τέλος αξίζει να ανφερθεί πως έγινε μία ακόμα συσχέτιση μεταξύ του μέσου αριθμού εγκαταστάσεων ανά περιοχή με την μέση πυκνότητα πληθυσμού χωρίς όμως να υπάρχουν θετικά αποτελέσματα. Παρακάτω φαίνονται οι αντίστοιχοι πίνακες.

Πίνακας 17: Αποτελέσματα Παλινδρόμησης Μέσου Αριθμού εγκαταστάσεων και Μέσης Πυκνότητας Πληθυσμού.

Στατιστικά παλινδρόμησης	
Πολλαπλό R	0,129367
R Τετράγωνο	0,016736
Προσαρμοσμένο R Τετράγωνο	-0,00375
Τυπικό σφάλμα	1,472911
Μέγεθος δείγματος	50

Πίνακας 18: Ανάλυση διακύμανσης Μέσου Αριθμού εγκαταστάσεων και Μέσης Πυκνότητας Πληθυσμού.

	βαθμοί ελευθερίας	SS	MS	F	Σημαντικότητα F
Παλινδρόμηση	1	1,77243	1,77243	0,816989	0,370576
Υπόλοιπο	48	104,1344	2,169466		
Σύνολο	49	105,9068			

Πίνακας 19: Υπολογισμός σφαλμάτων Μέσου Αριθμού εγκαταστάσεων και Μέσης Πυκνότητας Πληθυσμού.

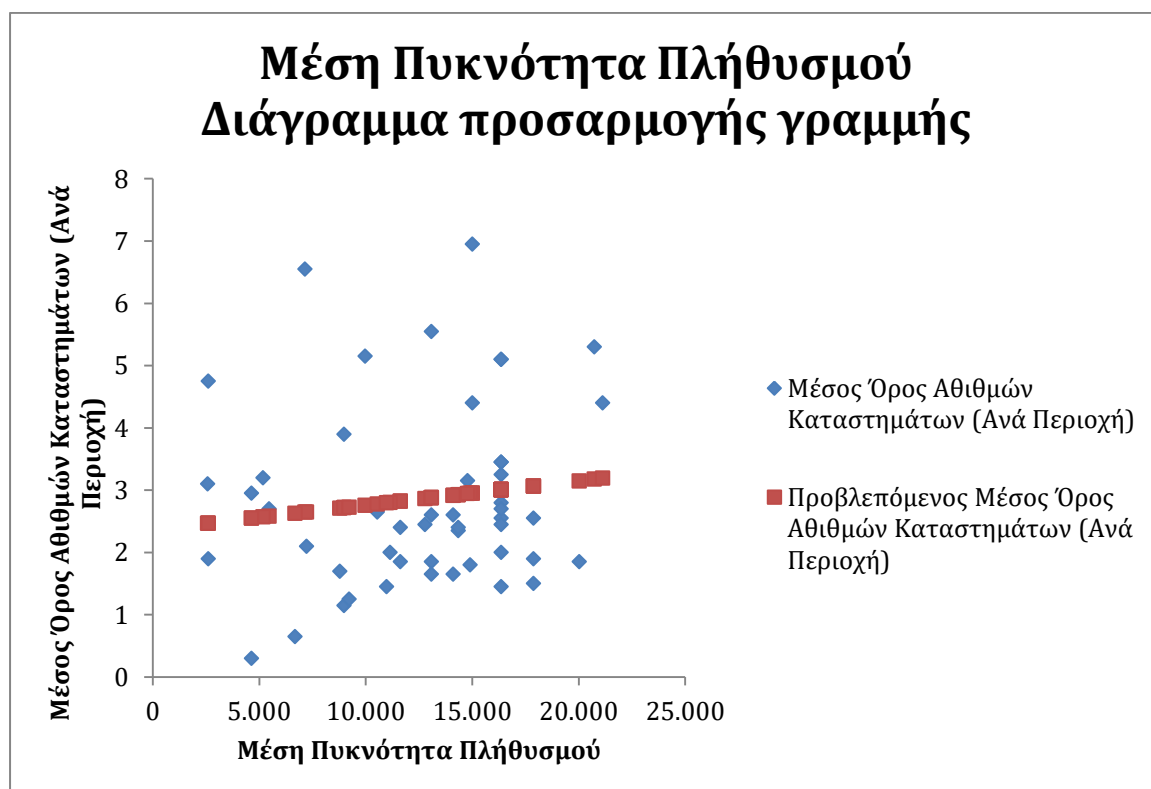
	Συντελεστές	Τυπικό σφάλμα	t	τιμή-P	Κατώτερο 95%	Υψηλότερο 95%	Κατώτερο 95,0%	Υψηλότερο 95,0%
Τεταγμένη επί την αρχή	2,367579	0,581187	4,073694	0,000173	1,199024	3,536134	1,199024	3,536134
Μέση Πυκνότητα Πληθυσμού	3,91E-05	4,32E-05	0,903874	0,370576	-4,8E-05	0,000126	-4,8E-05	0,000126

Πίνακας 20: Προβλεπόμενες τιμές και υπόλοιπα Μέσου Αριθμού εγκαταστάσεων και Μέσης Πυκνότητας Πληθυσμού.

Μέγεθος δείγματος	Προβλεπόμενος Μέσος Όρος Αθιμών Καταστημάτων (Ανά Περιοχή)	Υπόλοιπα
1	2,953763	1,446237
2	2,953763	3,996237
3	3,006387	2,093613
4	2,718391	1,181609
5	3,006387	0,243613
6	3,006378	-0,45638
7	3,177228	2,122772
8	3,006378	0,443622
9	2,581113	0,118887
10	2,757163	2,392837
11	3,006387	0,443613
12	3,006387	-0,20639
13	3,192549	1,207451
14	2,878564	-0,27856
15	2,928091	-0,57809
16	2,918511	-0,31851
17	3,006378	-0,30638
18	3,006378	-0,55638
19	3,006378	2,093622
20	3,065893	-0,51589
21	2,646501	3,903499
22	2,469602	2,280398
23	2,878564	2,671436
24	2,569894	0,630106
25	2,928091	-0,52809
26	2,866652	-0,41665
27	2,779541	-0,12954
28	2,468623	0,631377
29	2,649923	-0,54992
30	2,949935	-1,14993
31	2,548822	0,401178
32	2,821571	-0,42157

33	2,945048	0,204952
34	3,149774	-1,29977
35	2,918511	-1,26851
36	2,821571	-0,97157
37	3,065893	-1,16589
38	2,878564	-1,02856
39	2,803101	-0,8031
40	2,796366	-1,34637
41	3,006378	-1,00638
42	2,878564	-1,22856
43	2,710515	-1,01051
44	2,718391	-1,56839
45	2,469602	-0,5696
46	3,065893	-1,56589
47	2,728046	-1,47805
48	3,006387	-1,55639
49	2,548822	-2,24882
50	2,628388	-1,97839

Όπως φαίνεται και από το πολλαπλο  $R^2$  που είναι ίσο με 0.12 δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των δύο μεταβλητών, επομένως δεν υπάρχει και λόγος για περαιτέρω μελέτη. Το ίδιο φαίνεται και από την κλίση του διαγράμματος διακύμανσης.



Διάγραμμα 5: Διάγραμμα διασποράς με γραμμή προσαρμογής του Μέσου Αριθμού εγκαταστάσεων και Μέσης Πυκνότητας Πληθους.

# Συμπεράσματα

## Αποτελέσματα Έρευνας

Ο σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η εύρεση του ορίου πυκνότητας πληθυσμού, το οποίο θα ευνοεί την ύπαρξη ποικιλίας χρήσεων γης. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, η διαδικασία που ακολουθήθηκε ήταν η συσχέτιση με τη μέθοδο γραμμικής παλινδρόμησης των δύο (2) μεταβλητών, της πυκνότητας πληθυσμού και της ποικιλίας χρήσεων γης. Από τα αποτελέσματα της μεθόδου παρατηρείται ότι η το  $R^2$  είναι περίπου ίσο με  $0.35 > 0.3$  που δηλώνει μία ασθενή συσχέτιση μεταξύ των δύο μεταβλητών. Όμως με βάση τον στατιστικό έλεγχο η μέθοδος είναι στατιστικά σημαντική γιατί σημαντικότητα  $F$  είναι πολύ μικρή 0.012. Επομένως υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των δύο μεταβλητών.

Στη συνέχεια διαβάζοντας το Διάγραμμα 1, το διάγραμμα διασποράς για το σύνολο της περιοχής μελέτης, παρατηρούμε πως σε πυκνότητα πληθυσμού μικρότερη των 10000 κατοίκων ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο ( $km^2$ ) υπάρχει μεγαλύτερη διασπορά της ποικιλίας των χρήσεων γης σε σχέση με τη γραμμή κανονικής κατανομής, έτσι όπως αυτή προέκυψε από τη μέθοδο παλινδρόμησης. Για τον λόγο αυτό, εφαρμόστηκε ξανά η παλινδρόμηση για τις περιοχές με πυκνότητα πληθυσμού μικρότερη, και μεγαλύτερη των 10,000. Έτσι προκύπτουν τα Διαγράμματα 2 και 3 αντίστοιχα, στα οποία φαίνεται η διαφορά στην κλίση της ευθείας και η διασπορά των τιμών σε σχέση με την γραμμή κανονικής κατανομής. Αυτό υποδηλώνει μεγαλύτερη συσχέτιση στις τιμές άνω των 10.000 κατοίκων. Η τιμή αυτή μπορεί να θεωρηθεί ως ένα κατώτατο όριο για τα δεδομένα της Αθήνας.

Σημαντικό είναι να σημειωθεί πως από τις μελέτες για πυκνότητα πληθυσμού 10.000 κατοίκων ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο, τόσο για μεγαλύτερη όσο και για μικρότερη, προκύπτει ότι δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε σχέση με τα αρχικά δεδομένα. Αυτό συμβαίνει καθώς το δείγμα που χρησιμοποιείται στην εκάστοτε ανάλυση είναι πολύ μικρότερο του αρχικού, παρόλα αυτά ο σκοπός είναι να τονίσει την διαφορά στην κλίση της καμπύλης που προκύπτει από τα δύο επιμέρους σύνολα έτσι ώστε να φανεί καλύτερα το όριο στην πυκνότητα του πληθυσμού που βρέθηκε από την παρούσα μελέτη.

Επιπλέον από το ίδιο διάγραμμα καθώς και από τον πίνακα 2 παρατηρούνται ορισμένες ακραίες τιμές, πολύ μικρές ή πολύ μεγάλες. Δηλαδή, με μικρή πυκνότητα πληθυσμού υπάρχει μεγάλη κάλυψη της ποικιλίας των χρήσεων γης και το αντίστροφο. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί, καθώς οι πολεοδομικοί παράγοντες, όπως είναι η πυκνότητα πληθυσμού και η μίξη των χρήσεων γης είναι πολύπλοκες και επηρεάζονται από διάφορες μεταβλητές τόσο πολεοδομικής φύσης όσο και κοινωνικοπολιτικής. Σημαντικό ρόλο στη δημιουργία μια

συμπαγούς πόλης έχει ο σχεδιασμός των μετακινήσεων, να υπάρχει καλή συνδεσιμότητα μεταξύ των περιοχών, να υπάρχουν ανοιχτοί χώροι με πρόσβαση για τους ανθρώπους και άλλοι παράγοντες που έχουν περιγραφεί προηγουμένως. Το σημαντικότερο όμως είναι να γίνεται οργανωμένα από το κράτος, που μπορεί να το υποστηρίξει οικονομικά και με μεγάλη κοινωνική και οικονομική αλληλεπίδραση. Μόνο έτσι μπορούν να δημιουργηθούν οι συνθήκες που θα συντελέσουν στο επιθυμητό αποτέλεσμα, που είναι η συμπαγής πόλη.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, προκύπτουν περιοχές με καλύτερη κατανομή των χρήσεων γης, οι οποίες διαθέτουν περισσότερες και πιο ισορροπημένες εγκαταστάσεις σε όλο το εύρος του δήμου. Ο Πειραιάς, η Κυψέλη, οι Αμπελόκηποι και η Νέα Σμύρνη αποτελούν μερικά παραδείγματα αυτών των περιοχών, όπου η πυκνότητα πληθυσμού κυμαίνεται από 15.000 έως 20.000 κατοίκους ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο και καλύπτουν τις περισσότερες ανάγκες του ανθρώπου για την καθημερινή ζωή. Αυτές οι περιοχές αποτελούν επίσης καλά παραδείγματα σχεδιασμού και πολεοδομίας. Αντίθετα, περιοχές όπως το Ίλιον, οι Αχαρναί, τα Άνω Λιόσια και το Καματερό είναι περιοχές με χαμηλές πυκνότητες πληθυσμού, όπου η αστική δόμηση είναι αραιή και δεν καλύπτονται οι απαραίτητες χρήσεις γης. Αυτές οι περιοχές απαιτούν βελτίωση και αναπροσαρμογή.

## Προτεινόμενος Τρόπος Δράσης

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, είναι σημαντικός ο τρόπος με τον οποίο θα πραγματοποιηθεί η πύκνωση της πόλης. Χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή στο σχεδιασμό και βαθιά κατανόηση του προβλήματος που επικρατεί. Κύρια ιδέα για την επίτευξη αυτή είναι να σταματήσει η αστική διάχυση και η οι προσπάθειες να επικεντρωθούν στη βελτίωση της υπάρχουσας κατάστασης, κυρίως στο κέντρο της Αθήνας.

Σαν πρώτο βήμα για την πύκνωση της πόλης είναι η αποσυμφόρηση των δρόμων από τα αυτοκίνητα, δημιουργώντας έτσι πιο ευνοϊκές συνθήκες για αλλά μέσα πιο φιλικά στον άνθρωπο, όπως ποδήλατο και πεζή μετακίνηση. Η επίτευξη του όμως προϋποθέτει την βελτίωση της κατάστασης των δρόμων μαζί με την αύξηση των δημόσιων συγκοινωνιών που θα εξυπηρετούν περισσότερο ποσοστό πληθυσμό. Επιπλέον για να γίνει η χρήση ποδηλάτου, καθώς και η πεζή μετακίνηση πιο ασφαλής για τον άνθρωπο επιβάλλεται να δημιουργηθούν ποδηλατόδρομοι και μονοπάτια για πεζούς απαγορεύοντας την χρήση των μηχανοκίνητων οχημάτων σε αυτά. Σημαντικό επίσης είναι τα έργα αυτά να γίνονται με σωστό σχεδιασμό ώστε να εξυπηρετούν τις καθημερινές ανάγκες των πολιτών και να μην επιβαρύνουν επιπλέον τους δρόμους. Επίσης ένα πιο άμεσο μέτρο είναι η ολοκληρωτική απαγόρευση χρήσης μηχανοκίνητων οχημάτων στην περιοχή του ιστορικού κέντρου και γύρω από αυτό, το οποίο όμως προϋποθέτει και αντίστοιχα έργα στις γύρω περιοχές ώστε να μπορέσουν να καλυφτούν οι ανάγκες που θα δημιουργηθούν από την απαγόρευση.

Επιπλέον η ανακαίνιση και η βελτίωση των κτιρίων είναι μεγίστης σημασίας. Υπάρχει μεγάλο ποσοστό κτιρίων τα οποία, είτε είναι εγκαταλελειμμένα, είτε δεν χρησιμοποιούνται. Τα κτίρια αυτά, δεδομένου ότι δεν αποτελούν κομμάτι της πολιτιστικής κληρονομιάς την Αθήνας, όπως αρχαία κτίρια η σπουδαία αρχιτεκτονικά κτίρια, είναι σημαντικό να τεθούν ξανά σε λειτουργία με σκοπό την δημιουργία περισσότερων χρήσεων γης και περισσότερη μίξη αυτών ή απλώς βελτιώνοντας την τωρινή τους κατάσταση. Με τον τρόπο αυτό μπορούν να δημιουργηθούν παραπάνω ευκαιρίες και χώροι για εργασία, ώστε να προσελκύσουν τον κόσμο να επανέλθει στο κέντρο της πόλης και ταυτόχρονα να αυξηθούν οι κατοικίες δημιουργώντας έτσι και πιο οικονομικές επιλογές.

Ένας ακόμη τρόπος πύκνωσης της πόλης είναι η αύξηση του συντελεστή δόμησης. Έτσι τα οικοδομικά τετράγωνα θα έχουν περισσότερες κατοικίες και θα υπάρχει η δυνατότητα για στέγαση περισσότερων ατόμων. Η συγκεκριμένη μέθοδος πύκνωσης όμως απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή κατά την υλοποίηση της καθώς κρύβει τον κίνδυνο να δημιουργήσει μία πόλη χωρίς χαρακτήρα που κυρίαρχο στοιχείο θα είναι τα «μεγάλα γκρι κουτιά». Για να πραγματοποιηθεί αυτό είναι σημαντικό να υπάρχει επαρκής κάλυψη σε πράσινους και κοινοτικούς χώρους για τους κατοίκους και τα κτίρια να χαρακτηρίζονται από καλή

αρχιτεκτονική με κάποιο ενιαίο σχέδιο. Ακόμα, θα μπορούσε να επιβάλλεται η διαφορετική χρήση γης του ισογείου έτσι ώστε να μην χρησιμοποιείται ως κατοικία. Επιπλέον, θα μπορούσε να καταργηθεί η αποκλειστική ενοικίαση δωματίων και σπιτιών σε παραθεριστές στο κέντρο της πόλης, έτσι ώστε να υπάρχουν περισσότερες επιλογές για τους ντόπιους κατοίκους και να μην κυριαρχεί στο κέντρο η περιστασιακή κατοικία.

Τέλος για την υλοποίηση αυτών των μέτρων πρέπει να υπάρχει η απαραίτητη χρηματοδότηση από το κράτος ή από φορέα που να μπορεί να τα υποστηρίξει. Να συμβάλει στο σωστό σχεδιασμό οποιουδήποτε έργου, να παρέχει την απαραίτητη χρηματοδότηση και να βεβαιωθεί ότι θα κατανεμηθεί σωστά για την υλοποίησή του και να στοχεύει πάντα στην ανάπτυξη με γνώμονα τον άνθρωπο και το περιβάλλον. Έτσι μπορεί να προωθηθεί και η αλληλεπίδραση μεταξύ των ανθρώπων, τόσο κοινωνική όσο και οικονομική, και να δημιουργηθούν συνθήκες κατάλληλες για την ανάπτυξη ενός συμπαγούς μοντέλου πόλης.



## Προτεινόμενες Μελέτες

Στο πλαίσιο αυτό αναφέρονται ορισμένες μελέτες που μπορούν να ακολουθήσουν της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Σκοπός είναι η βαθύτερη κατανόηση της επικρατούσας κατάστασης των πόλεων της Ελλάδας και πιο συγκεκριμένα της Αθήνας με στόχο τη δημιουργία μιας πόλης με τις βασικές αρχές της αειφορίας και της βιωσιμότητας, όπου το κέντρο της θα είναι ο άνθρωπος.

Σαν φυσική συνέχεια της μελέτης αυτής θα ήταν η χρήση ενός εντελώς τυχαίου δείγματος, δηλαδή να μην γίνει απόρριψη όμορων περιοχών, και να γίνουν πολλές επαναλήψεις στην επιλογή του δείγματος. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση αλγόριθμου, τόσο στην επιλογή των περιοχών όσο και στην εύρεση των χρήσεων γης που περιέχει η κάθε μία για λόγους ταχύτητας. Με τον τρόπο αυτόν, δηλαδή την επανάληψη της διαδικασίας της δειγματοληψίας, θα υπάρξει μια καλύτερη εικόνα της υπάρχουσας κατάστασης και η μελέτη θα μπορεί πιο εύκολα να εφαρμοστεί και σε άλλες αστικές περιοχές.

Όπως έχει προαναφερθεί, το μοντέλο της συμπαγούς πόλης περιέχει αρκετές συνιστώσες που το χαρακτηρίζουν και διάφορους πολεοδομικούς παράγοντες. Επομένως σε μία αντίστοιχη μελέτη θα μπορούσε να μετρηθεί πώς άλλοι πολεοδομικοί παράγοντες επηρεάζουν την μίξη των χρήσεων γης με αντίστοιχο τρόπο όπως η παρούσα μελέτη. Συγκεκριμένα, θα μπορούσε να διαχωριστεί η περιοχή μελέτης σε επιμέρους περιοχές μετρώντας στις περιοχές αυτές την ποικιλία των χρήσεων γης. Τέτοιοι πολεοδομικοί παράγοντες θα μπορούσαν να είναι:

1. Κατάσταση κτιρίων (πυκνότητα, ύψος, μέγεθος κτλ.)
2. Ο σχεδιασμός των δρόμων (πλάτος, μήκος, πεζοδρόμια κτλ.)
3. Η υπάρχουσα Συγκοινωνία

Αυτά καθώς και άλλοι παράγοντες θα μπορούσαν να μετρούν και να συσχετιστούν με την ποικιλία των χρήσεων γης. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να υπολογιστεί τί επηρεάζει περισσότερο και πόσο την μίξη χρήσεων γης που είναι βασικό στοιχείο σχεδιασμού.

Στη συνέχεια ή σε επόμενη μελέτη θα μπορούσε να υπολογισθεί ποιο ζεύγος, ή και περισσότερα, από τις παραπάνω μεταβλητές έχει μεγαλύτερη συσχέτιση μεταξύ του. Με αυτό τον τρόπο μπορεί να γίνει πιο κατανοητό το πως οι μεταβλητές σχεδιασμού των πόλεων συνδέονται μεταξύ τους, ώστε να αποκτήσει κανείς μια πιο καθαρή εικόνα για το πως οι διαφορετικές μεταβλητές δημιουργούν ένα σύνολο το οποίο είναι λειτουργικό και ονομάζεται πόλη.

Μεγάλο ενδιαφέρον θα είχε, όπως και σε μελέτες που αναφέρθηκαν στην βιβλιογραφική ανασκόπηση, να γίνει μια δημογραφική έρευνα σε περιοχές με μεγάλη μίξη χρήσεων γης και πυκνότητας πληθυσμού, όπου να μετρά τον επιθυμητό τρόπο που επιλέγουν οι κάτοικοι για μετακίνηση (αμάξι, ποδήλατο, ΜΜΜ, πόδια) στην καθημερινότητά τους, καθώς και το πόσο ευχαριστημένοι είναι από την υπάρχουσα κατάσταση. Έτσι θα μπορέσει κανείς να δει στην πράξη πόσο επηρεάζει η πυκνότητα του πληθυσμού σε συνδυασμό με την μίξη των χρήσεων γης, την μετακίνηση που είναι η βασική αρχή της συμπαγούς πόλης. Ταυτόχρονα, θα μπορούσε να αξιολογηθεί και η άποψη του κοινού για το πόσο ευχαριστημένοι είναι από την υπάρχουσα κατάσταση και τι θα ήθελαν να αλλάξει. Είναι σημαντικό πριν γίνουν αλλαγές σε μια περιοχή να υπάρχει αλληλεπίδραση με τους κατοίκους, καθώς αυτοί είναι που ζουν εκεί και θα τους επηρεάσει περισσότερο και επιπλέον έχουν πολύ καλύτερη εικόνα της περιοχής, καθώς την ζουν.



# Βιβλιογραφία

- [1] ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΚΑΙ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ. (n.d.).
- [2] *Βιώσιμη Αστική Ανάπτυξη, πολιτικές & στρατηγική της Συμπαγούς Πόλεως.* (2015, May 13). ΙΚΕΕ.
- [3] ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ. (2019, April 11).
- [4] Ιωαννίδου, Κ. (2011). *Το μοντέλο της συμπαγούς πόλης: Θεωρητικές προσεγγίσεις και πρακτικές εφαρμογές.*
- [5] Petridou, V., & Ziro, O. (2015). *1900-1930 Γ' μέρος* [Chapter]. In Petridou, V., & Ziro, O. 2015. *Τέχνες και αρχιτεκτονική από την αναγέννηση έως τον 21ο αιώνα* [Undergraduate textbook]. Kallipos, Open Academic Editions.  
<https://hdl.handle.net/11419/3550>
- [6] ΡΑΧΙΩΤΗΣ, Ο. (2014, December 17). *Υποβάθμιση και Αναβάθμιση των Κέντρων των Πόλεων.* ΙΚΕΕ.
- [7] *Η συμπαγής πόλη έναντι της αυθαίρετης δόμησης στην Αττική | Apothesis - Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.* (2016, May 5). Apothesis - Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.
- [8] AVENT, R. (2011, September 3). Opinion | One Path to Better Jobs: More Density in Cities (Published 2011). *The New York Times.*
- [9] Bardhan, R., Kurisu, K., & Hanaki, K. (2015, November). *Does compact urban forms relate to good quality of life in high density cities of India? Case of Kolkata.*
- [10] Burgess, R. (2000). *The Compact City Debate: A Global Perspective* | 6 | *Compact Cities* | R.

- [11] Burgess, R., & Jenks, M. (Eds.). (2002). *Compact Cities: Sustainable Urban Forms for Developing Countries*. Taylor & Francis.
- [12] de Koe, D., & Persson, M. (2013, August). *Urban Vitality Through a Mix of Land-uses and Functions*.
- [13] Fariborz, H. (n.d.). *Sustainable Cities and Society*.
- [14] Grasser, G., van Dyck, D., Titze, S., & J. Stronegger, W. (2017, February 1). A European perspective on GIS-based walkability and active modes of transport. *European Journal of Public Health, 27(1)*, 145-151.
- [15] Jenks, M., Williams, K., & Burton, E. (Eds.). (2013). *Achieving Sustainable Urban Form*. Taylor & Francis.
- [16] Ku, YK. (2020, October 25). *Measuring intensity and frequency of human activities*.
- [17] Lu, Y., Xiao, Y., & Ye, Y. (2017). *urban density, diversity and design: Is more always better for walking? A study from Hong Kong*.
- [18] Maleki, M.Z., Zain, M.F.M., & Amiruddin, I. (2012, February 4). *Variables communalities and dependence to factors of street system, density, and mixed land use in sustainable site design*.
- [19] M.Reza Shirazi, & Ramin Keivani. (2021, February 22). *Social Sustainability of Compact Neighbourhoods Evidence from London and Berlin*.
- [20] *Residential relocation trajectories and neighborhood density, mixed land use and access networks as predictors of walking and bicycling in the Northern Finland Birth Cohort 1966 - International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. (2019, October 21). International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity.

- [21] Schipper, L. (2022, April 11). *A Case Study of a 15-Minute City Concept in Singapore's 2040 Land Transport Master Plan: 20-Minute Towns and a 45-Minute City*.
- [22] Wei, L., Tingting, C., Edwin H.W., C., Esther H.K., Y., & Tunney C.F., L. (2019, January). *Understanding livable dense urban form for shaping the landscape of community facilities in Hong Kong using fine-scale measurements*.
- [23] Zhao, P. (n.d.). *Cities The International Journal of Urban Policy and Planning*.
- [24] Μπαρμποπούλος, Ν., Μηλάκης, Δ., & Βλαστός, Θ. (2005). Αναζητώντας τη μορφή της βιώσιμης πόλης: κριτική προσέγγιση του συμπαγούς πολεοδομικού μοντέλου. *Αειχώρος: Κείμενα Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Ανάπτυξης*, (6), 20-45.
- [25] Newman, P. G., & Kenworthy, J. R. (1989). *Cities and automobile dependence: An international sourcebook*.
- [26] Newman, P. W., & Kenworthy, J. R. (1989). Gasoline consumption and cities: a comparison of US cities with a global survey. *Journal of the American planning association*, 55(1), 24-37.
- [27] Mitchell, R. B., & Rapkin, C. (1954). *Urban traffic: A function of land use*. Columbia University Press.
- [28] Βλαστός Θ (2012) Ελεγείο του αστικού συμπαγούς. Σχόλια ως προς τις χωρικές και κοινωνικές προϋποθέσεις για την προσπελάσιμη πόλη σε συνθήκες εντεινόμενης οικονομικής ανισότητας. *Περιβάλλον και Δίκαιο* 3: 435–448.