



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**  
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ  
ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ & ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ & ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΧΩΡΟΥ

# Μεθοδολογικό πλαίσιο καταγραφής & χαρτογράφησης πυκνότητας πεζών με χρήση GIS & Google Street View. Η περίπτωση του κέντρου της Αθήνας.

Διπλωματική Εργασία



Κωνσταντίνος Μιχαλόπουλος  
Επιβλέπων: Ευθύμιος Μπακογιάννης, Επ. Καθηγητής ΕΜΠ  
Αθήνα, 2022



## Ευχαριστίες

Με την παρούσα διπλωματική εργασία ολοκληρώνεται η προπτυχιακή φοίτηση μου στη Σχολή Αγρονόμων & Τοπογράφων Μηχανικών & Μηχανικών Γεωπληροφορικής του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, και ταυτόχρονα ολοκληρώνεται ένα πολύ σημαντικό κομμάτι της ζωής μου.

Θα ήθελα πρωτίστως να ευχαριστήσω τον αείμνηστο καθηγητή ΕΜΠ Γεώργιο Ν. Φώτη, με τον οποίο είχε ξεκινήσει το θέμα της παρούσας εργασίας. Ο Γ. Ν. Φώτης αποτέλεσε για εμένα πρότυπο και τα μαθήματά του ήταν βασικό κίνητρο για να αγαπήσω το αντικείμενο της Σχολής.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Επ. Καθηγητή ΕΜΠ κ. Ευθύμιο Μπακογιάννη ο οποίος ως επιβλέπων καθηγητής με στήριξε για να ολοκληρώσω επιτυχώς την παρούσα διπλωματική εργασία.

Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Αλέξανδρο Μπαρτζώκα-Τσιόμπρα, Υπ. Διδάκτορα ΣΑΤΜ-ΜΓ ΕΜΠ, ο οποίος ήταν δίπλα μου σε κάθε βήμα και με βοήθησε καθοριστικά με τις συμβουλές του για την υλοποίηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου και τους φίλους μου για την υποστήριξη τους κατά την διάρκεια των σπουδών μου, αλλά και όλο το περιβάλλον της Σχολής, καθώς με την αλληλεπίδρασή μου με αυτό, αποφοιτώ όχι μόνο ως καλύτερος επιστήμονας, αλλά και ως καλύτερος άνθρωπος.

## Περίληψη

Στη σύγχρονη εποχή, η ανάλυση των παραγόντων του δομημένου περιβάλλοντος που ελκύουν ή απωθούν τους πεζούς, έχει αποκτήσει μεγάλη σημασία στον αστικό σχεδιασμό και συνδέεται με έννοιες όπως η βιώσιμη κινητικότητα και η περπατησιμότητα. Οπότε η συλλογή και η χαρτογράφηση αξιόπιστων δεδομένων πυκνότητας και συγκέντρωσης πεζών είναι καθοριστική για την αστική γεωγραφία και την κινητικότητα.

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει στόχο τη συλλογή γεωχωρικών δεδομένων πυκνότητας πεζών στο κέντρο της Αθήνας χρησιμοποιώντας μια υβριδική μέθοδο η οποία συνδυάζει την υπηρεσία Google Street View (GSV) και τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (ΓΣΠ). Επιμέρους στόχος ήταν η ανάλυση της αξιοπιστίας αυτών των δεδομένων και εν συνεχεία η χωρική και στατιστική ανάλυση τους και η εξαγωγή συμπερασμάτων για την πεζή μετακίνηση των ατόμων στην πόλη και τα επίπεδα φιλικότητας της περιοχής για το περπάτημα.

Για τη συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν οι πανοραμικές φωτογραφίες που υπάρχουν στην πλατφόρμα του Google Street View και έγινε μία απογραφή των ατόμων που κινούνταν σε κάθε ένα πεζοδρόμιο της περιοχής μελέτης. Τα άτομα αυτά διαιρέθηκαν σε 7 κατηγορίες, οι οποίες είναι πεζοί, καθήμενοι, καθήμενοι σε καθιστικό, ποδηλάτες, πατίνια, αθλούμενοι και άτομα σε αναπηρικό καροτσάκι.

Για την εξέταση της αξιοπιστίας των πρωτογενών δεδομένων, επιλέχθηκαν συγκεκριμένα σημεία με τη μέθοδο της τυχαίας χωρικής δειγματοληψίας προκειμένου να πραγματοποιηθεί επιτόπια καταμέτρηση των διερχόμενων σε διάστημα 5 λεπτών. Στη συνέχεια υπολογίστηκε ο Συντελεστής Συσχέτισης Spearman ώστε να διερευνηθεί η σχέση της πραγματικής μέτρησης με την εικονική καταμέτρηση μέσω της υπηρεσίας GSV. Τα αποτελέσματα του συσχετισμού επιβεβαίωσαν την αξιοπιστία της εικονικής μεθόδου απογραφής των μετακινούμενων.

Ακολούθησε χαρτογράφηση της εικονικής πυκνότητας των διερχομένων σε όλους τους δρόμους του κέντρου της Αθήνας, με διάφορες μεθόδους που προσδιορίζουν τη μορφή της συγκέντρωσής τους ή την τοποθεσία σημείων ενδιαφέροντος στην περιοχή.

Ακόμη, υλοποιήθηκε περαιτέρω στατιστικός έλεγχος των αποτελεσμάτων ώστε να διερευνηθεί η σχέση της πυκνότητας των πεζών με κρίσιμες περιβαλλοντικές και κοινωνικές παραμέτρους του δομημένου χώρου. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης. Η διαδικασία αυτή ελέγχει τη συσχέτιση των δεδομένων που συλλέχθηκαν μέσω του Google Street View ως εξαρτημένη μεταβλητή με τις παραμέτρους που επιλέχθηκαν, και χρησιμοποιήθηκαν ως ανεξάρτητες μεταβλητές, και συμβάλλει στην περαιτέρω εξακρίβωση της ορθότητας της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε, αλλά και στη λήψη σημαντικών

συμπερασμάτων για το τί επηρεάζει την κίνηση των ατόμων εντός της περιοχής μελέτης.

Τέλος, τα συμπεράσματα της εργασίας, βοηθούν στον εντοπισμό προβλημάτων χωρικής φύσεως στην περιοχή μελέτης, αλλά και στην αξιολόγηση της επιτυχημένης χρήσης της μεθόδου που ακολουθήθηκε, των διάφορων περιορισμών που παρατηρήθηκαν σε αυτή, και σε προτάσεις για μελλοντική εφαρμογή της και σύνδεση της με διαφορετικές χωρικές μεταβλητές.

Λέξεις Κλειδιά: Πεζή κινητικότητα, μετακίνηση πεζή, περπατησιμότητα, GIS, χωρική ανάλυση, συντελεστής συσχέτισης Spearman, πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση.

## **Abstract**

In modern times, the analysis of the factors of the built environment that attract or repel pedestrians, has acquired great importance in urban planning and is associated with concepts such as sustainable mobility and walkability. Therefore, the collection and mapping of reliable density and pedestrian concentration data is crucial for the implementation of any spatial study.

The purpose of the present thesis is to collect pedestrian density data for the center of Athens through using a hybrid method that combines Google Street View (GSV) and Geographic Information Systems (GIS). A separate objective was to analyze the reliability of this data and then to analyze it in a GIS environment and to draw conclusions about the movement of people in the city and the walkability of the study area.

The panoramic photos on the Google Street View platform were used to conduct this data collection, and an inventory of people moving on each sidewalk in the study area was taken. These individuals were divided into 7 categories, which are pedestrians, seated, seated in a public seating, cyclists, people using scooters, athletes and people in wheelchairs.

To test the accuracy of the data, specific points were created within the study area by the process of random spatial sampling. At these points, an on-site autopsy was performed and the people who were moving on the nearest sidewalk were recorded in real time. The Spearman Correlation Coefficient for these random points was then checked between the values of the Google Street View inventory and those of the on-site autopsy, and the accuracy of the collected data was confirmed.

The area was then mapped through a GIS environment, using the collected Google Street View data for the 7 different categories of people counted, and using various methods to calculate the highest density of people or the location of points of interest in the area.

Furthermore, a further statistical control of the results was implemented in order to investigate the relationship between the pedestrian density and critical environmental and social parameters of the built space. Specifically, the Multiple Linear Regression method was used. This process checks the correlation of the data collected through Google Street View as a dependent variable with other population or spatial data obtained from other sources and used as independent variables and helps to further verify the correctness of the methodology followed, but also leads to important conclusions about what affects the movement of individuals within the study area.

Finally, the conclusions of the work help to identify problems of a spatial nature in the study area, but also to evaluate the successful use of the method

followed, the various limitations observed in it, and proposals for its future implementation and its connection with different spatial variables.

Keywords: Mobility, walkability, pedestrian movement, GIS, spatial analysis, Spearman correlation coefficient, multiple linear regression.

## Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1 - Εισαγωγή .....	10
1.1. Σκοπός της έρευνας.....	10
1.2. Θεωρητικές έννοιες .....	12
1.2.1. Βιώσιμη κινητικότητα.....	12
1.2.2. Περπατησιμότητα .....	15
1.2.3. Οφέλη της περπατησιμότητας.....	15
1.2.4. Οφέλη μετακίνησης με ποδήλατο .....	18
Κεφάλαιο 2 - Μεθοδολογία και Δεδομένα .....	20
2.1. Μεθοδολογία εικονικής απογραφής περαστικών.....	21
2.1.1. Κατηγορία «Πεζοί».....	22
2.1.2. Κατηγορία «Ποδηλάτες» .....	23
2.1.3. Κατηγορία «Καθήμενοι» .....	24
2.1.4. Κατηγορία «Καθήμενοι σε καθιστικό» .....	25
2.1.5. Κατηγορία «Πατίνι» .....	26
2.1.6. Κατηγορία «Αναπηρικό καροτσάκι».....	27
2.1.7. Κατηγορία «Αθλούμενοι».....	28
2.2. Μεθοδολογία ελέγχου αξιοπιστίας αποτελεσμάτων .....	29
2.2.1. Τυχαία δειγματοληψία .....	29
2.2.2. Υπολογισμός μεγέθους δείγματος .....	30
2.2.3. Μέθοδος επιτόπιας καταμέτρησης περαστικών.....	31
2.2.4. Μέθοδος συσχέτισμού εικονικών και επιτόπιων καταμετρήσεων .....	32
2.3. Μεθοδολογία χαρτογράφησης πυκνοτήτων & χωρικής ανάλυσης.....	33
2.3.1. Εκτιμητής πυκνότητας πυρήνα (Kernel Density) .....	33
2.3.2. Ανάλυση Hot Spot .....	35
2.3.3. Ανάλυση τοπικών ακραίων τιμών (Local Outlier Analysis) .....	35
2.4. Μεθοδολογία συνδυαστικής στατιστικής ανάλυσης.....	36
2.4.1. Πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση .....	36
2.4.2. Δεδομένα μεταβλητών .....	38
Κεφάλαιο 3 - Αποτελέσματα της Μελέτης.....	41
3.1. Περιοχή μελέτης.....	41
3.1.1. Επιλογή περιοχής μελέτης .....	41
3.1.2. Ιστορικά στοιχεία της πόλης των Αθηνών.....	42



3.2. Αποτελέσματα εικονικής απογραφής κατηγοριών περαστικών .....	47
3.3. Έλεγχος αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων .....	48
3.3.1. Δημιουργία σημείων ελέγχου .....	48
3.3.2. Επιτόπιος έλεγχος: Καταμέτρηση μετακινούμενων .....	50
3.3.2. Έλεγχος αξιοπιστίας εικονικής απογραφής .....	53
3.4. Χαρτογράφηση.....	54
3.4.1. Χάρτες συγκέντρωσης μετακινούμενων ανά πεζοδρόμιο .....	54
3.4.2. Χάρτης πυκνότητας πυρήνα (Kernel Density).....	62
3.4.3. Χάρτης ανάλυσης Hot Spot .....	64
3.4.4. Χάρτης τοπικών ακραίων τιμών (Local Outlier Analysis) .....	65
3.5. Εφαρμογή πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης.....	69
3.5.1. Προετοιμασία της διαδικασίας .....	69
3.5.2. Πίνακας σύνοψης μοντέλου.....	72
3.5.3. Πίνακας ανάλυσης διακύμανσης .....	73
3.5.4. Πίνακας συντελεστών .....	75
3.5.5. Ευθείες παλινδρόμησης .....	79
Κεφάλαιο 4 - Συμπεράσματα.....	81
4.1. Γενικά συμπεράσματα.....	81
4.2. Οφέλη και περιορισμοί.....	82
4.3. Προτάσεις για μελλοντική έρευνα .....	83
Κεφάλαιο 5 - Βιβλιογραφία .....	86
5.1. Ελληνική βιβλιογραφία .....	86
5.2. Ξένη βιβλιογραφία .....	87
5.3. Διαδικτυακές πηγές .....	89

# Κεφάλαιο 1 - Εισαγωγή

## 1.1. Σκοπός της έρευνας

Η έξαρση της πανδημίας του COVID-19, έφερε όλο τον κόσμο μπροστά σε μία σημαντική αλλαγή, αυτή της τήρησης της λεγόμενης «κοινωνικής απόστασης». Παράλληλα οι συνθήκες lockdown που επιβλήθηκαν στις πόλεις, μας έδειξαν ότι όταν γενικά οι μετακινήσεις περιορίζονται, ταυτόχρονα αυξάνονται οι ήπιοι τρόποι μετακίνησης, και ειδικότερα το περπάτημα και το ποδήλατο.

Έτσι, οι πόλεις του κόσμου φαίνεται ότι βρίσκονται σήμερα μπροστά σε μία σημαντική ευκαιρία να αλλάξουν τις μέχρι τώρα πολιτικές μετακινήσεων και να στραφούν σε πιο υγιείς και φιλικές στο περιβάλλον πολιτικές, ιδιαίτερα τώρα που το θέμα της κλιματικής αλλαγής, φαίνεται να επηρεάζει ραγδαία ολόκληρο τον πλανήτη.

Όμως για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο, πρέπει να προηγηθεί μια ενδελεχής μελέτη του αστικού ιστού κάθε πόλης και συγκεκριμένα καταγραφής του τρόπου με τον οποίον μετακινούνται οι πολίτες (π.χ. μέσα μαζικής μεταφοράς, ποδήλατα, αυτοκίνητα, πεζή κ.λπ.), των υπαρχουσών συνθηκών κάθε πόλης (π.χ. υπάρχουσα ρυμοτομία, μνημεία αυξημένης επισκεψιμότητας, χώροι εργασιακοί που απαιτούν αυξημένη συγκέντρωση ατόμων, πάρκα, ξενοδοχεία, αθλητικά κέντρα κλπ.) και στη συνέχεια να προταθούν τρόποι βελτίωσης της μετακίνησης, ώστε να επιτευχθεί ο σκοπός της αναβάθμισης της ποιότητας ζωής των πολιτών, μέσω καλύτερων περιβαλλοντικών συνθηκών.

Πώς όμως μπορεί να γίνει κάτι τέτοιο σε παγκόσμια κλίμακα, όταν σχεδόν το σύνολο των πόλεων του πλανήτη αντιμετωπίζουν προβλήματα, κυρίως λόγω του διαρκώς και ταχέως μεταβαλλόμενου αστικού ιστού τους, που καθιστά γρήγορα ξεπερασμένα τα όποια καταγραφικά δεδομένα, τη στιγμή που αυτά απαιτούν χρονοβόρους τρόπους συγκέντρωσης, αξιολόγησης και εξαγωγής συμπερασμάτων;

Η επιστήμη της τοπογραφίας είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την μελέτη του χώρου, κάτι που παραδοσιακά συμβαίνει έξω στο ύπαιθρο και οι καταγραφές που μέσω αυτής πραγματοποιούνται, αποτελούν την ακριβή απεικόνιση του χώρου που μας περιβάλλει. Οι καταγραφές αυτές είναι απολύτως αναγκαίες όταν πρόκειται να αποτυπωθούν γεωχωρικά δεδομένα (π.χ. διαμόρφωση εδάφους, ιδιοκτησίες, δρόμοι, κτίρια κλπ.) και στη συνέχεια να αξιολογηθούν για ποικίλους σκοπούς, ένας εκ των οποίων είναι και η βελτίωση των συνθηκών ζωής των πολιτών μιας χώρας, που μας απασχόλησε από την αρχή της παρούσας. Οι καταγραφές αυτές απαιτούν χρόνο, κατάλληλα όργανα μέτρησης, υψηλή ακρίβεια και είναι απαραίτητες για την καταγραφή του χώρου που μεταβάλλεται με αργό ρυθμό μέσα στο χρόνο.

Τί γίνεται όμως με την καταγραφή συνεχώς και ταχέως μεταβαλλόμενων παραγόντων, όπως π.χ. η κινητικότητα των πολιτών μιας πόλης, που αποτελεί αντικείμενο μελέτης της παρούσας εργασίας; Και πώς θα μπορούσε η κινητικότητα αυτή να γίνει βιώσιμη, έτσι ώστε να επιφέρει το μικρότερο δυνατό ενεργειακό και

περιβαλλοντικό κόστος (βιώσιμη κινητικότητα ως επιστημονικός όρος που θα αναλυθεί στη συνέχεια);

Θα μπορούσε άραγε η συνεχής πρόοδος της τεχνολογίας και η μεγάλη σε έκταση διείσδυση του διαδικτύου στη ζωή των ανθρώπων να χρησιμοποιηθεί με σκοπό τη πιο γρήγορη συλλογή δεδομένων, έτσι ώστε η εξαγωγή συμπερασμάτων να είναι σχεδόν άμεση, τουλάχιστον σε ένα πρώτο επίπεδο μελέτης;

Επομένως τίθεται ένα πολύ ενδιαφέρον ερώτημα, που αποτέλεσε και το έναυσμα της παρούσας εργασίας. **Είναι δυνατόν να αντληθούν επαρκώς ικανοποιητικά δεδομένα για τις πυκνότητες κίνησης και για τους τρόπους κινητικότητας των πολιτών μόνο μέσω του διαδικτύου, και συγκεκριμένα μέσω της εικονικής περιήγησης που προσφέρει η ελεύθερη υπηρεσία Google Street View;**

Το Google Street View (GSV) είναι μία πλατφόρμα της Google που είναι δωρεάν διαθέσιμη διαδικτυακά μέσω των χαρτών Google ή του Google Earth και δίνει την δυνατότητα στον οποιοδήποτε χρήστη, να περιηγηθεί σε πολλές πόλεις του κόσμου με την χρήση πανοραμικών φωτογραφιών που έχουν τραβηχτεί και έχουν ενωθεί, δίνοντάς του την αίσθηση ότι «περπατάει» στους δρόμους τους μέσα από την οθόνη του. Παρόμοιες δυνατότητες προσφέρουν και άλλες υπηρεσίες, όπως το Mapillary και το Kartaview.

Οι πανοραμικές εικόνες έχουν τραβηχτεί μία συγκεκριμένη χρονική στιγμή για κάθε δρόμο και ανανεώνονται ανά τακτά χρονικά διαστήματα, έτσι ώστε να παρουσιάζεται όσο το δυνατόν μία πιο πρόσφατη εικόνα των πόλεων που να αντικατοπτρίζει όσο πιο στενά γίνεται την τωρινή υπάρχουσα κατάσταση τους.

Όπως είναι λογικό, στους περισσότερους δρόμους κάθε πόλης κινείται καθημερινώς αρκετός κόσμος και είναι φυσιολογικό κάποιοι να απεικονίζονται στις φωτογραφίες της πλατφόρμας του Google Street View. Αν θεωρήσουμε ότι η ανανέωση των φωτογραφιών μέσω της πλατφόρμας είναι αρκετά συχνή και ότι οι περισσότερες φωτογραφίες μίας πόλης έχουν τραβηχτεί σε παρόμοια εποχή, με παρόμοιες συνθήκες, τότε θα ήταν θεωρητικά δυνατόν να αντλήσουμε κάποια σημαντικά στοιχεία για τους τόπους συγκέντρωσης των κατοίκων και των επισκεπτών της πόλης, μόνο μέσω του διαδικτύου και να δώσουμε απάντηση στο ερώτημα που τέθηκε παραπάνω.

Μία συλλογή πληθυσμιακών στοιχείων μέσω διαδικτύου, εφόσον αυτή η μεθοδολογία αποδειχθεί αξιόπιστη, έχει πολλαπλά οφέλη.

Κυριότερο όλων αυτό του χρόνου, με το χρόνο να νοείται ως η ταχύτητα με την οποία μπορεί να αντλήσει ο μελετητής δεδομένα και στη συνέχεια να προχωρήσει σε εξαγωγή συμπερασμάτων στα πλαίσια μιας προμελέτης.

Επίσης, σε περιόδους που οι μετακινήσεις είναι περιορισμένες, όπως στην πρόσφατη πανδημία του COVID-19, η μελέτη θα μπορεί να πραγματοποιηθεί από το

σπίτι, χωρίς την ανάγκη παρουσίας στο πεδίο. Μία τέτοια συνθήκη στο παρελθόν θα καθιστούσε τη συνέχιση της εργασίας ανέφικτη, όμως πλέον η εξαγωγή κάποιων συμπερασμάτων θα μπορεί να γίνει πριν τη μετακίνηση στο ύπαιθρο.

Ένα επιπλέον πλεονέκτημα είναι η δυνατότητα εξαγωγής δεδομένων για μία περιοχή στην οποία ο μελετητής δεν έχει τη δυνατότητα να μεταβεί άμεσα, ή δεν αποτελεί αυτή η περιοχή το άμεσο αντικείμενο της μελέτης του. Για παράδειγμα η άντληση δεδομένων μέσω διαδικτύου για μία πόλη του εξωτερικού, που θεωρείται μοντέλο βιώσιμης ανάπτυξης, θα μπορούσε να προσφέρει στο μελετητή χρήσιμα συμπεράσματα για να βελτιώσει τις συνθήκες κινητικότητας στην περιοχή μελέτης του, καθώς του δίνεται η δυνατότητα να συγκρίνει την ροή και την κίνηση των κατοίκων μεταξύ μίας περιοχής στην οποία μπορεί να μεταβεί και μίας περιοχής στην οποία δεν έχει αυτή τη δυνατότητα, αφού κάλλιστα μπορεί να «δει» και τις υποδομές αυτής της πόλης μοντέλο. Με αυτόν τον τρόπο, θα ήταν δυνατές συγκρίσεις δεδομένων μεταξύ διαφορετικών πόλεων, αλλά και μεταξύ διαφορετικών γειτονιών της ίδιας πόλης.

Συνεπώς, η συλλογή στοιχείων μέσω της πλατφόρμας του Google Street View, αν κριθεί αξιόπιστη, θα μπορεί να λειτουργήσει εξαιρετικά ως προμελέτη, με τον μελετητή-μηχανικό να είναι σε θέση να έχει μία πρότερη γνώση της υπάρχουσας κατάστασης πριν μετακινηθεί στην εκάστοτε περιοχή μελέτης και στη συνέχεια, να έχει ευκολότερη εργασία στην ταυτοποίηση και αξιολόγηση της κατάστασης όταν παραστεί ο ίδιος επιτόπου.

Πιο συγκεκριμένα, η μελέτη για την απόκτηση δεδομένων πυκνότητας πεζών μέσω των φωτογραφιών του GSV είναι μία νέα και ελπιδοφόρα τεχνική και έχει ερευνηθεί πρόσφατα από τους Goel et al, 2018 για το περιοδικό Plos One, όπου και πραγματοποιήθηκε λήψη δεδομένων για 34 πόλεις της Μεγάλης Βρετανίας με άκρως ικανοποιητικά αποτελέσματα για την κινητικότητα των πεζών μέσα σε αυτές.

Συμπερασματικά, η διαδικασία αυτή θα μπορούσε να δώσει την ευχέρεια του χρόνου στον μελετητή και να του προσδώσει ελαστικότητα στον τρόπο που μπορεί να κινηθεί.

## **1.2. Θεωρητικές έννοιες**

### **1.2.1. Βιώσιμη κινητικότητα**

Ο όρος βιώσιμη κινητικότητα αναφέρεται στην πραγματοποίηση υψηλών επιπέδων κινητικότητας με το μικρότερο δυνατό ενεργειακό και περιβαλλοντικό κόστος, αποσκοπώντας στην ικανοποίηση της ζήτησης για κινητικότητα από επιχειρήσεις και ανθρώπους (Commission of the European Communities, 1992).

Ενδιαφέρουσα κρίνεται και η θέση του Zeitler (1997) ο οποίος διατυπώνει την άποψη ότι *«η βιώσιμη κινητικότητα είναι κάθε μορφή ανθρώπινης κινητικότητας που*

*ανταποκρίνεται στις διάφορες φυσικές (και κοινωνικές) προκλήσεις με το λιγότερο ρυπογόνο τρόπο» και ταυτίζει τη βιώσιμη κινητικότητα με τους φυσικούς τρόπους μετακίνησης, δηλαδή το περπάτημα και το ποδήλατο.*

Σύμφωνα με τον ορισμό που υιοθετήθηκε από το Συμβούλιο των Υπουργών Μεταφορών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ως βιώσιμη κινητικότητα μπορεί να οριστεί ένα «*σύστημα μεταφορών και πρότυπο μετακινήσεων που παρέχει τα μέσα και τις δυνατότητες ικανοποίησης των οικονομικών, περιβαλλοντικών και κοινωνικών αναγκών αποτελεσματικά και δίκαια, ενώ ταυτόχρονα ελαχιστοποιεί αποφευκτές ή επουσιώδεις αρνητικές συνέπειες και το αντίστοιχο κόστος τους, στις διάφορες χωροχρονικές κλίμακες*» (Πιτσιάβα–Λατινοπούλου, Μπάσμπας και Ζαχαράκη, 2007).

Τέλος, το Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, στις 25/5/2021 εξήγαγε σε έκθεσή του ορισμένα συμπεράσματα σχετικά με τη στρατηγική της Επιτροπής για βιώσιμη και έξυπνη κινητικότητα, η οποία περιλαμβάνει μεσοπρόθεσμο και μακροπρόθεσμο όραμα για ένα πιο φιλικό προ το περιβάλλον και το κλίμα, ψηφιοποιημένο, ανθεκτικό, δίκαιο και ανταγωνιστικό σύστημα μεταφορών και κινητικότητας.

Για μία σαφέστερη προσέγγιση της βιώσιμης κινητικότητας, θα πρέπει να αναζητηθούν οι πιθανές παράμετροι που χαρακτηρίζουν την οικονομική, την κοινωνική και περιβαλλοντική διάσταση της έννοιας. (Wikipedia)

Πιο συγκεκριμένα η οικονομική βιωσιμότητα της κινητικότητας αναφέρεται στην αναπροσαρμογή των έως σήμερα οικονομικών θεωρήσεων των μεταφορών, (π.χ. τις φορολογήσεις και τις επιδοτήσεις των διαφόρων μεταφορικών μέσων, τις οικονομικές αναλύσεις που γίνονται για την εύρεση της οικονομικής σκοπιμότητας επενδύσεων σε μεταφορικά μέσα και υποδομές, τις αναλύσεις που γίνονται με στόχο τον υπολογισμό των οικονομικών ωφελειών από κάποιο νέο έργο υποδομής στον τομέα μεταφορών κ.α.) ώστε να λαμβάνεται υπόψη το κριτήριο της ρύπανσης του περιβάλλοντος και της εξάντλησης των φυσικών πόρων.

Η κοινωνική βιωσιμότητα της κινητικότητας αναφέρεται στο δικαίωμα στην κινητικότητα των ανθρώπων και αφορά σε μια ισοκατανομή του κόστους και των ωφελειών της κινητικότητας ανάμεσα στα αναπτυσσόμενα και τα αναπτυγμένα κράτη, καθώς και ανάμεσα στα διάφορα κοινωνικά στρώματα, όπως και σε κατηγορίες ανθρώπων με περιορισμένες δυνατότητες κίνησης (π.χ. ΑΜΕΑ).

Η περιβαλλοντική βιωσιμότητα της κινητικότητας αναφέρεται στην πρόκληση ρύπανσης από τις μεταφορικές δραστηριότητες σε ρυθμούς βιώσιμους, καθώς και στη χρήση ανανεώσιμων και μη φυσικών πηγών σε ρυθμούς βιώσιμους.

Για να υπάρξει βιώσιμη κινητικότητα, η πόλη του 21ου αιώνα πρέπει να εγκαταλείψει το μοντέλο του 20ού αιώνα που στηριζόταν στο αυτοκίνητο και να στραφεί στα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς, στο ποδήλατο και στην πεζή μετακίνηση. Αυτό προϋποθέτει συνολική αναμόρφωση του οδικού περιβάλλοντος της πόλης, που

μπορεί να επιτευχθεί μέσω χρηματοδότησης η οποία θα προέλθει από το ίδιο το αυτοκίνητο.

Εδώ αξίζει να σημειωθεί και η αναφορά του Συμβούλιου της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε σχετική του έκθεση στις 25/5/2021, ότι με σκοπό την ουσιαστική μείωση της κατανάλωσης και εξάρτησης από ορυκτά καύσιμα, απαιτείται μια φιλόδοξη αλλά ισορροπημένη στροφή προς οχήματα, σκάφη, στόλους αεροσκαφών μηδενικών ρύπων, ενώ τονίζει επίσης ότι οι αρχές «όποιος ρυπαίνει πληρώνει» και «ο χρήστης πληρώνει» θα πρέπει να αποτυπώνονται στα μέτρα πολιτικής μεταφορών για κάθε τρόπο και κάθε συνδυασμό τρόπων μεταφοράς.

Δράσεις και πολιτικές που προάγουν τη βιώσιμη κινητικότητα εντοπίζονται σε **πολεοδομικό επίπεδο** (π.χ. πολιτικές χρήσεων γης, συνδυασμένου πολεοδομικού και κυκλοφοριακού σχεδιασμού), **σε κυκλοφοριακό επίπεδο** (π.χ. πολιτικές ήπιας κυκλοφορίας, ενίσχυσης ποδηλάτου- περπατήματος, προώθηση βιώσιμης δημόσιας συγκοινωνίας) και **σε περιβαλλοντικό** (π.χ. πολιτικές βελτίωσης του μικροκλίματος των οδών, μείωση φαινομένου αστικής θερμικής νησίδας, πράσινα οχήματα).

Η λήψη αποφάσεων για τις μεταφορές αντικατοπτρίζει περισσότερο τα ζητήματα αειφορίας και την ποιότητα ζωής στις πόλεις. Αυτή η διαδικασία έχει επιταχυνθεί ιδιαίτερα με τον καθορισμό σύγχρονων αρχών σχεδιασμού αστικής κινητικότητας, εστιάζοντας ουσιαστικά στη ρύθμιση και τη διαχείριση της ζήτησης μεταφορών και στα σχέδια βιώσιμης αστικής κινητικότητας για κάθε πόλη.

Έτσι το πρόσφατο εργαλείο στρατηγικού σχεδιασμού για τη βιώσιμη κινητικότητα στις ευρωπαϊκές πόλεις είναι το **Σχέδιο Βιώσιμης Αστικής Κινητικότητας (ΣΒΑΚ)**.

Η προώθηση της σύνταξης των ΣΒΑΚ προήλθε από την Ευρωπαϊκή πρωτοβουλία ELTIS της Ευρωπαϊκής Γραμματείας DG MOVE. Οι Ευρωπαϊκές Οδηγίες των ELTIS, αποτελούν κάθε φορά το σημείο αναφοράς για την σύνταξη των ΣΒΑΚ τόσο σε ευρωπαϊκό όσο και σε εθνικό επίπεδο. Τόσο οι προηγούμενες όσο και οι πρόσφατες οδηγίες των ELTIS καθορίζουν συγκεκριμένα θεματικά πεδία. Συγκεκριμένα οι πρόσφατες οδηγίες που καλούνται οι χώρες να εφαρμόσουν στοχεύουν στην μελέτη των: χρήσεων γης, μεταφορών, ενέργειας, ηλεκτροκίνησης, περιβάλλοντος, βιοκλιματικού σχεδιασμού (ΥΠΕΝ: <https://ypen.gov.gr/>).

Τα ΣΒΑΚ στοχεύουν σε διατύπωση ολοκληρωμένης στρατηγικής για την βιώσιμη αστική κινητικότητα όπου όλοι οι παραπάνω τομείς συνεργάζονται αρμονικά και με ισορροπημένο τρόπο. Επιπλέον αυτών, η επιτυχία τους στηρίζεται στις συνεργασίες στα διάφορα επίπεδα και πεδία διακυβέρνησης ώστε να αντιμετωπίζεται τυχόν ρίσκο ασυνέχειας και ασυνέπειας μεταξύ των προσεγγίσεων σχεδιασμού με στόχο σαφή και συγκεκριμένα αποτελέσματα, καθώς και η συνέργεια μεταξύ πολιτικών χρήσεων γης, αξιών ακινήτων, προσβασιμότητας εμποδιζόμενων χρηστών και ανάπτυξης υποδομών (ΥΠΕΝ: <https://ypen.gov.gr/>).

### 1.2.2. Περπατησιμότητα

Η περπατησιμότητα (walkability) ως έννοια είναι πολυδιάστατη και υποδεικνύει το πόσο φιλική είναι μια πόλη ή περιοχή για περπάτημα. Το υψηλό επίπεδο περπατησιμότητας σε μια πόλη ωφελεί την υγεία των κατοίκων που επιλέγουν την πεζή μετακίνηση και αυξάνει τα επίπεδα αστικής βιωσιμότητας. Οι έρευνες ποσοτικής χωρικής ανάλυσης και διερεύνησης των επιπέδων περπατησιμότητας προσελκύουν όλο και περισσότερο την προσοχή των ερευνητών παγκοσμίως (Wang et al, 2019).

Έτσι, το να περπατάς στην πόλη σου είναι κάτι περισσότερο από απλή πράξη μεταφοράς. Το περπάτημα αντιπροσωπεύει μια οικειοποίηση του αστικού χώρου στην καθημερινή ζωή. Μετακινούμενος με τα πόδια, γίνεσαι περιηγητής, ταξιδιώτης του τόπου σου, παρατηρείς πράγματα που ποτέ δεν θα δεις μέσα από το αυτοκίνητο, παίρνεις το χρόνο σου, εκτιμώντας τι είναι γύρω σου αντί να σπεύδεις από τη μία δραστηριότητα στην άλλη χωρίς ανάσα, **ζεις τη στιγμή**.

Ως απλοί πολίτες έχουμε ξεχάσει να έχουμε μια ενεργή σχέση με την πόλη μας. Αν δεν υπάρχει όμως σχέση, δεν υπάρχει κοινωνική συνοχή. Κάθε πόλη έχει τη δική της γλώσσα και μόνο περπατώντας μπορούμε να την γνωρίσουμε σε βάθος, ανακαλύπτοντας το αληθινό της πρόσωπο, τις πιο ενδιαφέρουσες και πυκνές ιστορικές και όχι μόνο αφηγήσεις της. Οι μεταμορφώσεις, οι αλλαγές που έχουν συμβεί στο αστικό τοπίο, οι μικρές και μεγάλες ιστορίες που έχουν διαδραματιστεί στο πέρασμα του χρόνου, τα στέκια που έχουν δημιουργηθεί και δημιουργούνται ανά τακτά διαστήματα, οι «μυρωδιές» της κλπ συνθέτουν το χαρακτήρα, την εμφάνιση, την κοινωνική δομή της πόλης και εν τέλει την ταυτότητά της.

Πολλοί είναι οι παράγοντες που καθιστούν μια πόλη περπατήσιμη. Παραδείγματος χάρη, σύμφωνα με τους Pivo et al, 2011, ο βαθμός της περπατησιμότητας μιας περιοχής επηρεάζεται από διάφορα φυσικά και κοινωνικά χαρακτηριστικά, όπως είναι το πλάτος και η συνέχεια του δικτύου των πεζοδρομίων, η πυκνότητα του πληθυσμού, η συνδεσιμότητα του δικτύου, ο κυκλοφοριακός φόρτος, η μίξη των χρήσεων γης, η απόσταση από τους προορισμούς, το μέγεθος των οικοδομικών τετραγώνων, η αντιλαμβανόμενη από τους πεζούς ασφάλεια και αισθητική των οδών και η τοπογραφία της περιοχής.

### 1.2.3. Οφέλη της περπατησιμότητας

Η μελέτη της περπατησιμότητας και εν τέλει τα συμπεράσματα εξ αυτής, αποτελούν ένα σημαντικό εργαλείο του αστικού σχεδιασμού και των μεταφορών. Η μετακίνηση με τα πόδια, πέραν των ωφελειών που προσφέρουν στη σωματική δραστηριότητα του ανθρώπου, μπορεί επίσης να μειώσει το κατά κεφαλήν ποσοστό χρήσης πόρων και εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, ενώ συμβάλλει σημαντικά στην κοινωνική αλληλεπίδραση και επομένως στην οικοδόμηση στενών δεσμών και σχέσεων στην

κοινότητας. Επομένως η περπατησιμότητα είναι απαραίτητο συστατικό αειφόρου αστικής ανάπτυξης, υποστηρίζοντας τόσο τους ανθρώπους όσο και το περιβάλλον.

Παρά την πρόοδο που έχει σημειωθεί, οι υπάρχοντες δείκτες περπατησιμότητας εξακολουθούν να μην μπορούν να χαρακτηριστούν απολύτως αντικειμενικοί, αφού η επιλογή και η βαρύτητα των μεταβλητών που χρησιμοποιούνται σε αυτούς βασίζονται συνήθως σε θεωρητικά μοντέλα και υπόκεινται στην υποκειμενικότητα του κάθε μελετητή. Έτσι, δεν υπάρχουν πειστικά αποδεικτικά στοιχεία ότι αυτές οι μέθοδοι αντιπροσωπεύουν με ακρίβεια τις επιρροές των χαρακτηριστικών του δομημένου περιβάλλοντος στην πεζοπορία (Liao et al, 2020).

### **Οφέλη στην υγεία**

Η σωματική δραστηριότητα αναφέρεται στη σωματική άσκηση. Η ανεπαρκής σωματική άσκηση είναι ένας σημαντικός παράγοντας πρόκλησης διαφόρων προβλημάτων υγείας (Litman, 2015). Αν και υπάρχουν πολλοί τρόποι να είναι κάποιος σωματικά ενεργός, το περπάτημα είναι ένας από τους πιο πρακτικούς τρόπους για την αύξηση της σωματικής δραστηριότητας στο σύνολο του πληθυσμού, με έμφαση στα παιδιά που σήμερα ρέπουν προς την ενασχόληση με τα ηλεκτρονικά μέσα και παιχνίδια και παρουσιάζουν έντονη αύξηση της παχυσαρκίας, αλλά και προβλήματα ψυχικής υγείας λόγω απουσίας κοινωνικοποίησης. Το περπάτημα είναι ιδιαίτερα σημαντικό και για τους ηλικιωμένους, τα άτομα με ειδικές ανάγκες και τα άτομα με χαμηλότερο εισόδημα, τα οποία έχουν λιγότερες ευκαιρίες για άθληση. Οι ειδικοί υγείας πιστεύουν ότι πιο ισορροπημένα συστήματα μεταφορών μπορούν να συμβάλλουν στη βελτίωση της δημόσιας υγείας μέσω της ενθάρρυνσης των ενεργών μεταφορών (Sallis et al, 2008).

Οι δείκτες περπατησιμότητας έχουν συσχετιστεί τόσο με το δείκτη μάζας σώματος (ΔΜΣ) όσο και με τη σωματική δραστηριότητα των τοπικών πληθυσμών. Η σωματική δραστηριότητα μπορεί να αποτρέψει χρόνιες ασθένειες, όπως καρδιαγγειακές παθήσεις, διαβήτη, υπέρταση, παχυσαρκία, κατάθλιψη και οστεοπόρωση. Έτσι, για παράδειγμα, μια γειτονιά με υψηλό δείκτη περπατησιμότητας έχει συνδεθεί με καλύτερο προφίλ καρδιακού μεταβολικού κινδύνου και εν γένει με μειωμένο κίνδυνο καρδιακών προσβολών.

### **Οικονομικά οφέλη**

Πολλά και τα οικονομικά οφέλη από την περπατησιμότητα. Η υψηλή περπατησιμότητα απελευθερώνει τους πολίτες από τα έξοδα οχημάτων ("Affordability", VTPI 2008). Για παράδειγμα, μια έρευνα διαπίστωσε πως τα νοικοκυριά, τα οποία εξαρτώνται από το αυτοκίνητο αφιερώνουν κατά 50% περισσότερο στις μεταφορές (πάνω από 8.500 δολάρια ετησίως) από τα νοικοκυριά τα οποία χρησιμοποιούν το περπάτημα ως κύριο τρόπο μεταφοράς (λιγότερο από 5.500 δολάρια ετησίως) (McCann et al, 2000). Επιπλέον, η αυξημένη περπατησιμότητα οδηγεί τους πολίτες στο να επιλέγουν το περπάτημα ή τα μέσα



μαζικής μεταφοράς ως μέσο μεταφοράς. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση χρήσης του αυτοκινήτου και των λειτουργικών του δαπανών (Litman, 2010). Η χρήση των οχημάτων “επιβάλλει” διάφορα δημόσια έξοδα για διόδους, πάρκινγκ, και περιβαλλοντικές βλάβες (Litman, 2010). Σε περιπτώσεις μικρών αποστάσεων συμφέρει καλύτερα το περπάτημα, καθώς τα αυτοκίνητα τείνουν να έχουν υψηλό κόστος ανά όχημα-χιλιόμετρο (ενεργειακό κόστος λόγω αυξημένης κατανάλωσης ενέργειας, περιβαλλοντικό κόστος λόγω εκπομπών ρύπων, κόστος στάθμευσης κλπ.).

Πολλές πόλεις έχουν αγκαλιάσει την κινητικότητα πεζή ως εναλλακτική λύση σε παλαιότερες προσεγγίσεις που κεντρικός πολεοδομικός σχεδιασμός γίνονταν σχεδόν αποκλειστικά με σκοπό να διευκολύνει τη χρήση του αυτοκινήτου (Car-Centric Urban Plan). Οι λόγοι αυτής της αλλαγής περιλαμβάνουν την πεποίθηση ότι η εξάρτηση από τα αυτοκίνητα είναι οικολογικά μη βιώσιμη.

Χρειάστηκαν βεβαίως αρκετές δεκαετίες μέχρι τη συνειδητοποίηση ότι η συνύπαρξη με το αυτοκίνητο αναμένεται να αλλάξει ριζικά, όταν είσαι αναγκασμένος να παραμένεις τουλάχιστον 2 ώρες ημερησίως στο εσωτερικό του αυτοκινήτου εξαιτίας του κυκλοφοριακού προβλήματος ή να ψάχνεις για διαθέσιμο πάρκινγκ, ενώ ταυτόχρονα η μεγάλη περιβαλλοντική επιβάρυνση από τους ρύπους που εκπέμπονται, άρχισε να ευαισθητοποιεί όλα και μεγαλύτερη μερίδα ανθρώπων παγκοσμίως. Έτσι, σιγά-σιγά αυξάνεται ο αριθμός των πόλεων που είναι διατεθειμένες να ελαττώσουν την εξάρτηση από τα αυτοκίνητα.

Πολύ πρόσφατα ανακοινώθηκε ότι η διάσημη οδός George Street του Εδιμβούργου θα πεζοδρομηθεί. Η πρωτεύουσα της Σκωτίας βρίσκεται εν μέρει σε ένα 10ετές σχέδιο πολλών εκατομμυρίων ευρώ για τη μεταμόρφωση του κέντρου της πόλης. Σε πολλούς δρόμους στην παλαιά πόλη απαγορεύεται να κινηθούν αυτοκίνητα. Ωστόσο το Εδιμβούργο απέχει πολύ από το να είναι η μόνη πόλη στην Ευρώπη που σκέφτεται ένα μέλλον χωρίς αυτοκίνητα.

Αρκετά πρόσφατα, η δήμαρχος του Παρισιού Anne Hidalgo ανακοίνωσε παρόμοια σχέδια για τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης μετά την πανδημία, συμπεριλαμβανομένης της μετατροπής των Ηλυσίων Πεδίων σε έναν «εξαιρετικό κήπο».

Άλλωστε σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος έχει καταστεί σαφές ότι όσα λιγότερα αυτοκίνητα κυκλοφορούν στους δρόμους και στις πόλεις τόσο βελτιώνονται τα πράγματα για τον πλανήτη αλλά και για τη υγεία των ανθρώπων.

### **Κοινωνικά οφέλη**

Η βιωσιμότητα μιας τοπικής κοινωνίας αναφέρεται στην περιβαλλοντική και κοινωνική ποιότητα μιας περιοχής όπως την αντιλαμβάνονται οι κάτοικοι, οι εργαζόμενοι και οι επισκέπτες (Weissman et al, 1992) ("Livability", VTPI 2008). Η συνοχή της κοινότητας αναφέρεται στην ποιότητα των σχέσεων μεταξύ των

ανθρώπων της, όπως υποδεικνύεται από τη συχνότητα των θετικών αλληλεπιδράσεων, τον αριθμό των φίλων και γνωστών στην γειτονιά, την αίσθηση των κοινωνικών συνδέσεων, ιδιαίτερα μεταξύ των ανθρώπων διαφορετικών οικονομικών τάξεων και κοινωνικών υποβάθρων (Forkenbrock et al, 2001). Αυτά είναι πολύτιμα και μπορούν να παρέχουν έμμεσα οφέλη, συμπεριλαμβανομένης της αυξημένης ασφάλειας που οδηγεί σε αυξημένες αξίες ακινήτων και οικονομική ανάπτυξη (Litman, 2010).

Η περπατησιμότητα έχει σημαντικές επιπτώσεις στην βιωσιμότητα της κοινότητας. Οι δρόμοι αποτελούν σημαντικό τμήμα του δημόσιου χώρου. Περισσότερο ελκυστικοί, ασφαλείς δρόμοι και πεζόδρομοι αυξάνουν τη βιωσιμότητα της κοινότητας (Forkenbrock et al, 2001). Οι κάτοικοι σε δρόμους με υψηλότερο όγκο κυκλοφορίας και υψηλότερες ταχύτητες είναι λιγότερο πιθανό να γνωρίζουν τους γείτονές τους και δείχνουν λιγότερο ενδιαφέρον για το τοπικό τους περιβάλλον από ότι οι κάτοικοι σε δρόμους με λιγότερη κίνηση οχημάτων (Appleyard, 1981). Επιπλέον, η αυξημένη περπατησιμότητα αυξάνει τη συνοχή της κοινότητας και μπορεί να βοηθήσει στη μείωση του εγκλήματος και άλλων κοινωνικών προβλημάτων σε μια περιοχή (Litman, 2006).

**Συμπερασματικά, η περπατησιμότητα είναι μια σημαντική έννοια για το βιώσιμο αστικό σχεδιασμό, την υγεία, τα περιβαλλοντικά οφέλη και αλλά αφορά και κάτι πολύ σημαντικό, όπως την αίσθηση κοινότητας που βγάζει μια πόλη. Την αίσθηση ότι υπάρχουν μέρη που αξίζει να περπατήσετε, αλλά και άνθρωποι που θα θέλατε να δείτε όταν φτάσετε εκεί. Σε μια πόλη φτιαγμένη για πεζούς, μπορείτε να ικανοποιήσετε ένα ευρύ φάσμα αναγκών μέσα σε 15 λεπτά με τα πόδια. Μπορείτε να αγοράσετε φαγητό, να επισκεφτείτε καταστήματα και να περάσετε χρόνο σε ένα πράσινο χώρο, όπως ένα δημόσιο πάρκο. Και ενώ κάνετε όλα αυτά, μπορείτε να συνδεθείτε με άλλους που μοιράζονται τα ενδιαφέροντά σας, ακόμα κουνώντας το χέρι σας και λέγοντας απλά ένα «γεια».**

#### **1.2.4. Οφέλη μετακίνησης με ποδήλατο**

Στην παρούσα διπλωματική εργασία θα γίνει απόπειρα να μελετηθεί και η χρήση κάποιων εναλλακτικών επιλογών μετακίνησης που συμβάλλουν στην αποσυμφόρηση από τη χρήση των αυτοκινήτων, αλλά και συνάδουν με τις έννοιες της βιώσιμης κινητικότητας και της περπατησιμότητας. Μία συνεχώς αναπτυσσόμενη επιλογή είναι η μετακίνηση με τη χρήση ποδηλάτου, και όπως φαίνεται οι πόλεις με υψηλότερα επίπεδα χρήσης ποδηλάτων παρουσιάζουν πολλά πλεονεκτήματα για όσους ζουν και εργάζονται σε αυτές: (<https://mysmartcity.gr/>)

#### **Κυκλοφοριακή Συμφόρηση**

Οι σύγχρονες πόλεις ταλαιπωρούνται συχνά από συμφόρηση, λόγω του μεγάλου αριθμού των αυτοκινήτων που κυκλοφορούν, περιορίζοντας έτσι συνολικά

την αποτελεσματικότητα των μετακινήσεων, ενώ και το πρόβλημα της άναρχης στάθμευσης αυτών, λόγω έλλειψης επαρκών ελεύθερων θέσεων αυξάνει την ταλαιπωρία.

### **Υγεία**

Όπως και το περπάτημα, έτσι και η μετακίνηση με το ποδήλατο είναι ενός είδους άσκηση και προσδίδει πολλά οφέλη τόσο σωματικά, όσο και ψυχολογικά, προσδίδοντας ένα αίσθημα ευεξίας, καθώς μετατρέπει τη μετακίνηση σε μια ευχάριστη διαδικασία.

### **Οικονομία**

Η ποδηλασία παρέχει επίσης μια προσιτή επιλογή μετακίνησης σε ένα ευρύ φάσμα ατόμων, καθώς δεν απαιτεί έξοδα για καύσιμα, ή χώρο στάθμευσης. Στο Βέλγιο, η ομάδα υπέρ της ποδηλασίας Gracq, υπολόγισε ότι η μετακίνηση από και προς την εργασία είναι 22 φορές φθηνότερη με το ποδήλατο από ότι με το αυτοκίνητο.

### **Περιβάλλον**

Λαμβάνοντας υπόψη ότι οι μετακινήσεις είτε με τα μέσα μεταφοράς, είτε με τα αυτοκίνητα έχουν μεγάλο μερίδιο ευθύνης για τους εκπεμπόμενους ρύπους τα ποδήλατα προσφέρουν μια εξαιρετική λύση, καθώς δεν επιβαρύνουν περαιτέρω την ατμοσφαιρική ρύπανση,

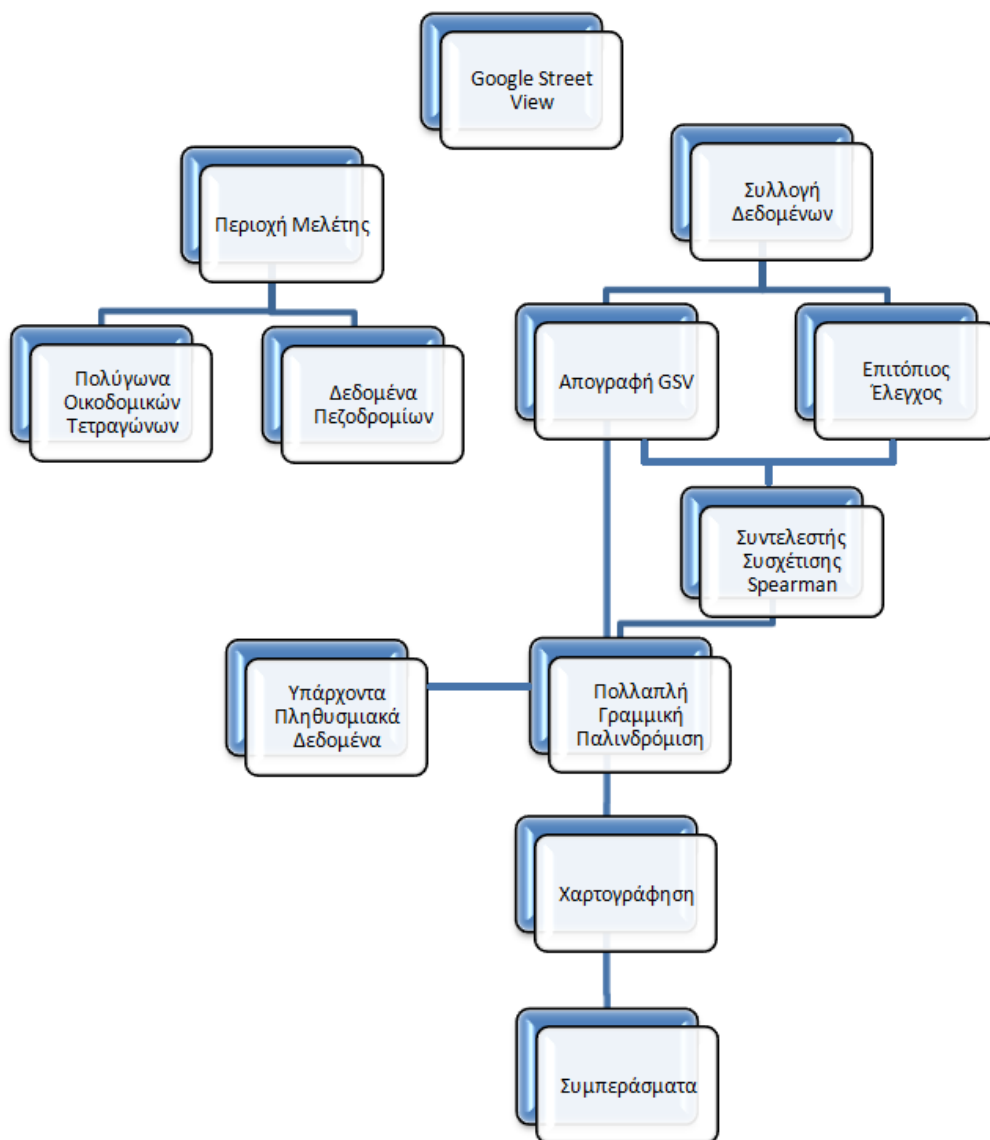
### **Εξοικονόμηση χρόνου**

Συγκριτικά με το περπάτημα, το ποδήλατο εκτιμάται ότι μειώνει τον χρόνο μετακίνησης έως και 75%. Σε κάποιες περιοχές, μάλιστα, όπως στις πυκνοκατοικημένες πόλεις, το ποδήλατο αποδεικνύεται ταχύτερο ακόμα και από το αυτοκίνητο.

## Κεφάλαιο 2 - Μεθοδολογία και Δεδομένα

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για τη λήψη, την αξιολόγηση και την επεξεργασία των δεδομένων πυκνότητας των μετακινούμενων μέσω Google Street View.

Η διαδικασία παρουσιάζεται και πιο αναλυτικά στο ακόλουθο διάγραμμα:



Εικόνα 2.1: Διάγραμμα Ροής της Μεθοδολογίας

Πιο συγκεκριμένα τα βήματα της διαδικασίας είναι τα εξής:

- 1) Επιλογή της περιοχής μελέτης και απόκτηση χωρικών δεδομένων για τα πολύγωνα των οικοδομικών τετραγώνων και τους άξονες των πεζοδρομίων ανά πλευρά δρόμου ξεχωριστά.

- 2) Χρήση του GSV και ενός λογισμικού GIS για τη συλλογή και αποθήκευση των δεδομένων των ατόμων που βρίσκονται σε κάθε πεζοδρόμιο εντός της περιοχής μελέτης.
- 3) Επιτόπιος έλεγχος σε σημεία της περιοχής μελέτης που έχουν προκύψει μέσω τυχαίας δειγματοληψίας και καταγραφή των ατόμων στα αντίστοιχα πεζοδρόμια.
- 4) Υπολογισμός του Συντελεστή Συσχέτισης Spearman μεταξύ των δεδομένων που καταγράφηκαν μέσω του επιτόπιου ελέγχου και των δεδομένων της απογραφής μέσω GSV για τα αντίστοιχα σημεία με σκοπό την επαλήθευση ή απόρριψη τους.
- 5) Πραγματοποίηση Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης λαμβάνοντας ως εξαρτημένη μεταβλητή τα δεδομένα της απογραφής μέσω GSV και ανεξάρτητες διάφορες υπάρχουσες μεταβλητές που αφορούν δεδομένα που μπορεί να επηρεάζουν την κίνηση των ατόμων μέσα στην περιοχή μελέτης.
- 6) Εξαγωγή διάφορων χαρτών και εν συνεχεία συμπερασμάτων για τη συγκέντρωση και την κινητικότητα των ατόμων στην περιοχή μελέτης.

## **2.1. Μεθοδολογία εικονικής απογραφής περαστικών**

Η διαδικασία έγινε με βάση δεδομένων το πρόγραμμα ArcGIS, έχοντας ως υπόβαθρο τα δεδομένα (shapfiles) των οικοδομικών τετραγώνων εντός της περιοχής μελέτης. Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιείται για κάθε πλευρά όλων των οικοδομικών τετραγώνων μέσω του Google Street View και το αποτέλεσμα εισάγεται στον πίνακα χαρακτηριστικών (Attribute Table) του layer των πεζοδρομίων. Για την ευκολότερη πρόσβαση στο Google Street View μέσω του ArcGIS, χρησιμοποιείται το εργαλείο Google Street View, το οποίο χρησιμεύει στην άμεση εύρεση του σημείου στην πλατφόρμα της Google μέσω της επιλογής του αντίστοιχου σημείου στην περιοχή μελέτης στο ArcGIS.

Πιο συγκεκριμένα, για κάθε κομμάτι πεζοδρομίου καταμετρούνται οι πεζοί, οι καθημενοί, οι καθημενοί σε δημόσιο καθιστικό, οι αθλούμενοι, οι ποδηλάτες, τα άτομα που κινούνται με πατίνι και τα άτομα με αναπηρικό καροτσάκι, εφόσον υπάρχουν πάνω στο πεζοδρόμιο τη στιγμή της καταγραφής τους από την κάμερα του Google Street View. Σημειώθηκε επίσης η χρονολογία της καταγραφής τους όπως φαινόταν στην πλατφόρμα του Google. Οι συγκεκριμένες κατηγορίες επιλέχθηκαν καθώς θεωρήθηκε ότι καλύπτουν ικανοποιητικά το σύνολο των ατόμων που κινούνται εντός των πεζοδρομίων και είναι ικανές να προσδώσουν μία επιπλέον διάσταση στα δεδομένα, αυτή του τρόπου μετακίνησης, εκτός από την απλή καταμέτρηση πεζών.

Έτσι ο πίνακας που δημιουργείται για κάθε κομμάτι πεζοδρομίου έχει τη μορφή που φαίνεται στον παρακάτω πίνακα 2.1, όπου αναφέρονται το ID του εκάστοτε πεζοδρομίου (OBJECTID), η χρονολογία λήψης της εικόνας από την

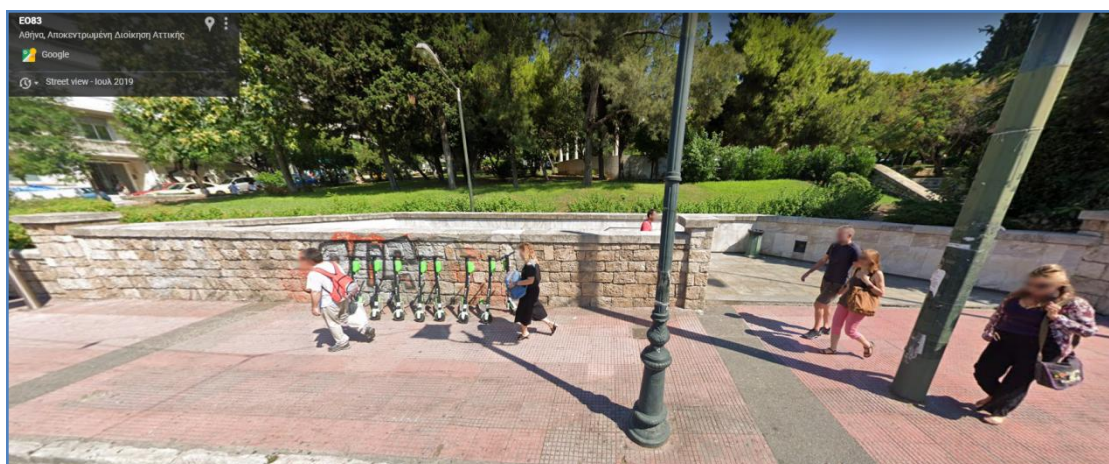
Google (Year), οι 7 κατηγορίες ατόμων που αναφέρθηκαν παραπάνω, όπου σημειώνεται ο αριθμός τους ανά πεζοδρόμιο, καθώς και κάποιες άλλες χρήσιμες πληροφορίες όπως το όνομα της οδού.

OBJECTID*	Shape*	Year	PEZOI	PODILATE	KATHIMEN	KATHIMENOI_KATHIST	PATINI	ANAPIRIK	ATHLOUMENOI	StreetName
1	Polyline	14	0	0	0	0	0	0	0	ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΥ
2	Polyline	19	2	0	0	0	0	0	0	ΣΟΥΤΣΟΥ ΑΛ
3	Polyline	19	14	0	0	0	0	0	0	ΒΟΥΚΟΥΡΕΣΤΙΟΥ
4	Polyline	19	10	0	0	0	0	0	0	ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ
5	Polyline	14	1	0	0	0	0	0	0	ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΥ
6	Polyline	19	3	0	0	0	0	0	0	ΣΟΛΩΝΟΣ
7	Polyline	19	7	0	0	0	0	0	0	ΒΟΥΚΟΥΡΕΣΤΙΟΥ

Πίνακας 2.1: Παράδειγμα Συλλογής Δεδομένων στο ArcGIS

Ακολουθούν εικόνες από το Google Street View με παραδείγματα λήψης των δεδομένων για κάθε κατηγορία.

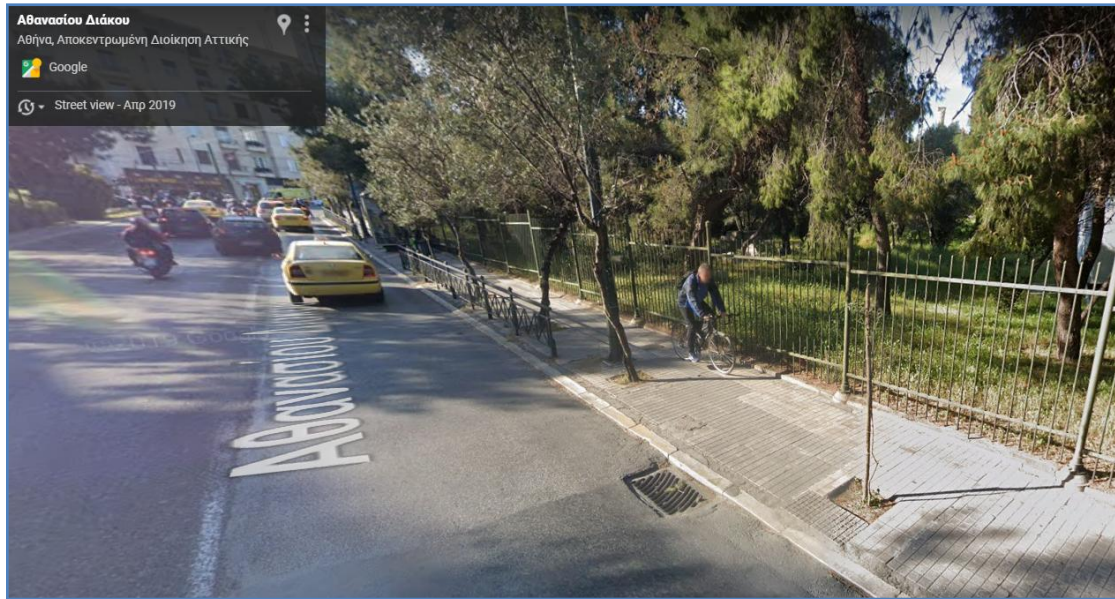
### 2.1.1. Κατηγορία «Πεζοί»



Εικόνα 2.2: Κατηγορία Πεζών

Στην εικόνα 2.2 παρουσιάζεται ένα παράδειγμα για την κατηγοριοποίηση των ατόμων της φωτογραφίας στην κατηγορία των πεζών. Σε αυτό το κομμάτι πεζοδρομίου της Λεωφόρου Βασιλίσσης Σοφίας φαίνονται πέντε πεζοί οι οποίοι θα ενταχθούν στην συγκεκριμένη κατηγορία μαζί με πιθανούς άλλους πεζούς του συγκεκριμένου πεζοδρομίου που δεν απεικονίζονται στην εικόνα 2.2. Το σύνολο των πεζών που θα καταμετρηθούν για κάθε πεζοδρόμιο θα καταγραφεί στο αντίστοιχο κελί (PEZOI) του πίνακα χαρακτηριστικών (attribute table) του ArcGIS όπως φαίνεται στον πίνακα 2.1.

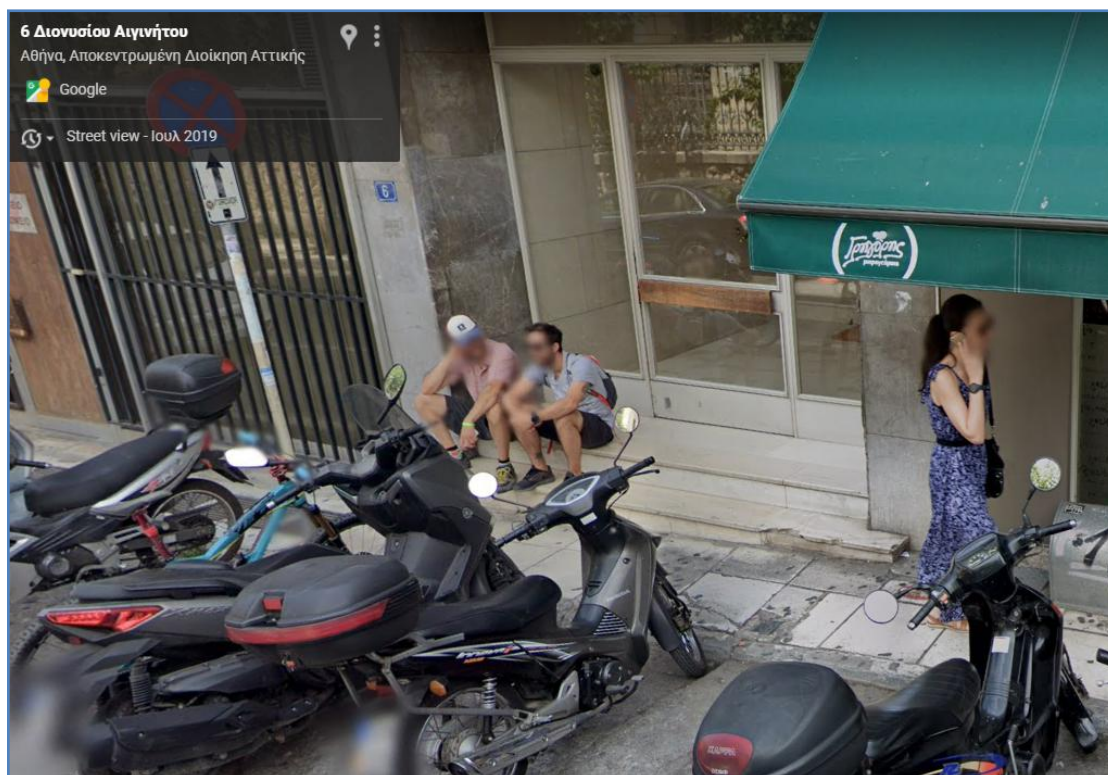
## 2.1.2. Κατηγορία «Ποδηλάτες»



Εικόνα 2.3: Κατηγορία Ποδηλατών

Στην εικόνα 2.3 παρουσιάζεται ένα παράδειγμα για την κατηγοριοποίηση των ατόμων στην κατηγορία των ποδηλατών. Σε αυτό το κομμάτι πεζοδρομίου της Οδού Αθωνάσιου Διάκου φαίνεται ένας άνδρας να μετακινείται με το ποδήλατο του πάνω στο πεζοδρόμιο. Αυτός θα ενταχθεί στην κατηγορία των ποδηλατών για το συγκεκριμένο πεζοδρόμιο μαζί με πιθανούς άλλους ποδηλάτες που κινούνται πάνω ή πλησίον του συγκεκριμένου πεζοδρομίου και δεν απεικονίζονται στην εικόνα 2.3. Το σύνολο των ποδηλατών που θα καταμετρηθούν για κάθε πεζοδρόμιο θα καταγραφεί στο αντίστοιχο κελί (PODILATES) του πίνακα χαρακτηριστικών (attribute table) του ArcGIS όπως φαίνεται στον πίνακα 2.1.

### 2.1.3. Κατηγορία «Καθήμενοι»



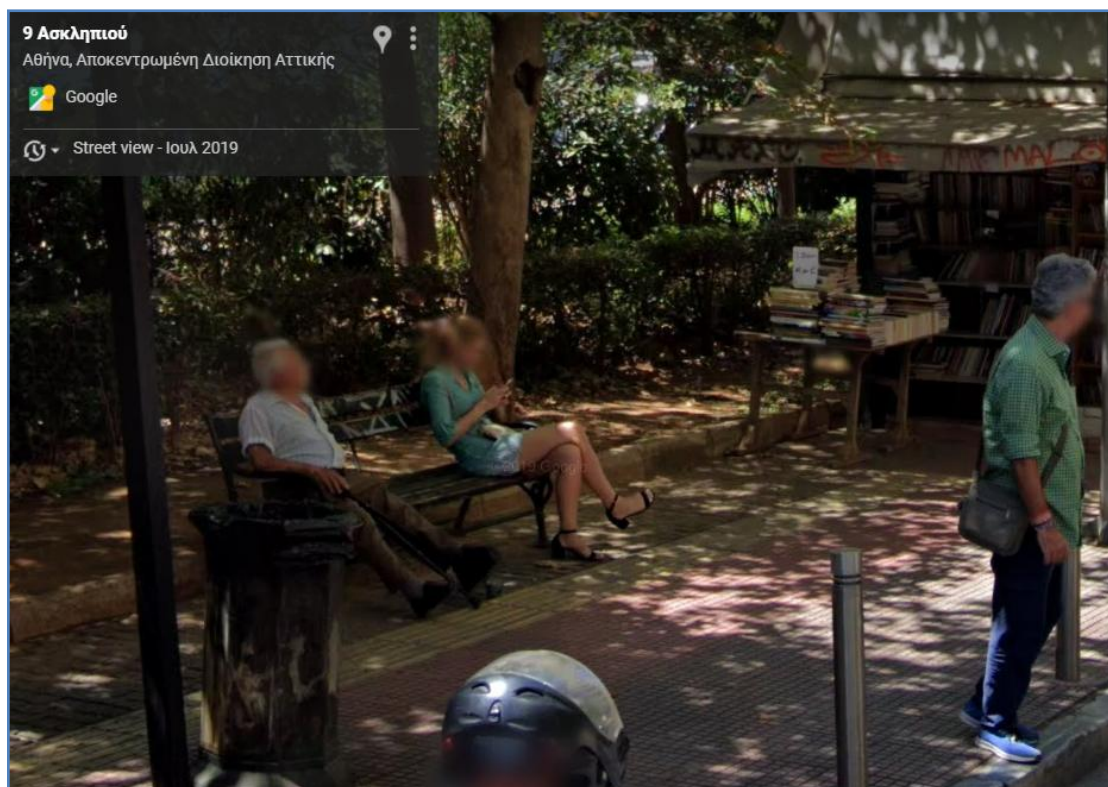
Εικόνα 2.4: Κατηγορία Καθήμενων

Στην εικόνα 2.4 παρουσιάζεται ένα παράδειγμα για την κατηγοριοποίηση των ατόμων στην κατηγορία των καθήμενων. Σε αυτό το κομμάτι πεζοδρομίου της Οδού Διονυσίου Αιγινήτου φαίνονται δύο άνδρες να είναι καθισμένοι έξω από την εξωτερική πόρτα μίας πολυκατοικίας και να μην κάθονται σε κάποιο δημόσιο καθιστικό όπως παγκάκι ή πεζούλι σχεδιασμένο για αυτόν τον σκοπό. Οι συγκεκριμένοι θα ενταχθούν στην κατηγορία των καθήμενων για το συγκεκριμένο πεζοδρόμιο μαζί με πιθανούς άλλους καθήμενους που βρίσκονται στο συγκεκριμένο πεζοδρόμιο και δεν απεικονίζονται στην εικόνα 2.4. Το σύνολο των καθήμενων που θα καταμετρηθούν για κάθε πεζοδρόμιο θα καταγραφεί στο αντίστοιχο κελί (KATHIMENOI) του πίνακα χαρακτηριστικών (attribute table) του ArcGIS όπως φαίνεται στον πίνακα 2.1.

Στη συγκεκριμένη εικόνα απεικονίζεται και μία γυναίκα που μετακινείται πεζή πάνω στο πεζοδρόμιο. Αυτή θα ενταχθεί στην κατηγορία των πεζών για το συγκεκριμένο πεζοδρόμιο.



#### 2.1.4. Κατηγορία «Καθήμενοι σε καθιστικό»

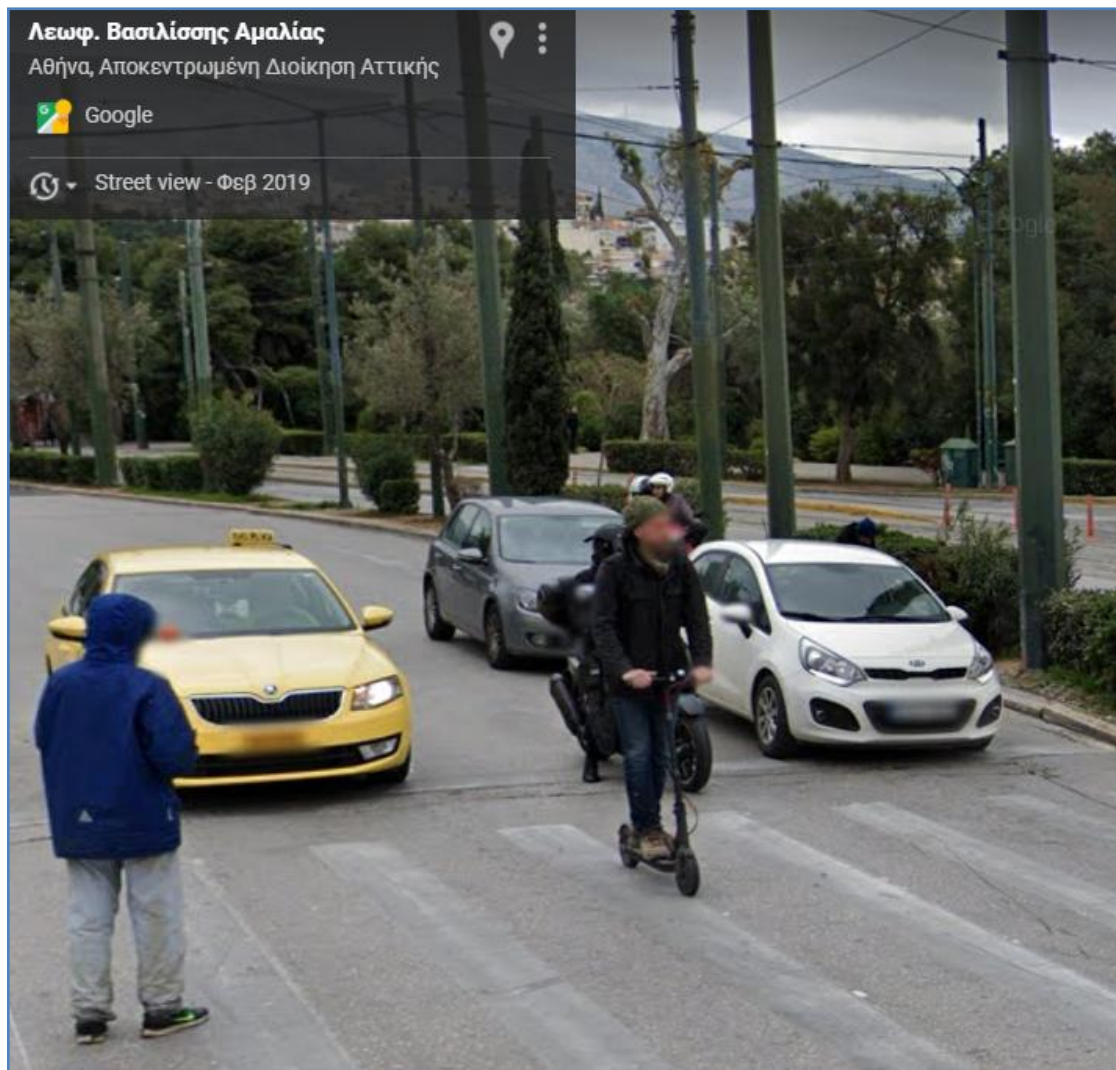


Εικόνα 2.5: Κατηγορία Καθήμενων σε Καθιστικό

Στην εικόνα 2.5 παρουσιάζεται ένα παράδειγμα για την κατηγοριοποίηση των ατόμων στην κατηγορία των καθήμενων σε καθιστικό. Σε αυτό το κομμάτι πεζοδρομίου της Οδού Ασκληπιού φαίνονται ένας άνδρας και μία γυναίκα να είναι καθισμένοι σε ένα δημόσιο παγκάκι. Καθώς οι δύο τους κάθονται σε κάποιο δημόσιο καθιστικό όπως παγκάκι ή πεζούλι σχεδιασμένο για αυτόν τον σκοπό, τότε θα ενταχθούν στην κατηγορία των καθήμενων σε καθιστικό για το συγκεκριμένο πεζοδρόμιο μαζί με πιθανούς άλλους καθήμενους σε καθιστικό που βρίσκονται στο συγκεκριμένο πεζοδρόμιο και δεν απεικονίζονται στην εικόνα 2.5. Το σύνολο των καθήμενων σε καθιστικό που θα καταμετρηθούν για κάθε πεζοδρόμιο θα καταγραφεί στο αντίστοιχο κελί (KATHIMENOI\_KATHISTIKO) του πίνακα χαρακτηριστικών (attribute table) του ArcGIS όπως φαίνεται στον πίνακα 2.1.

Στη συγκεκριμένη εικόνα απεικονίζεται και ένας άνδρας που κινείται πεζός πάνω στο πεζοδρόμιο. Αυτός θα ενταχθεί στην κατηγορία των πεζών για το συγκεκριμένο πεζοδρόμιο.

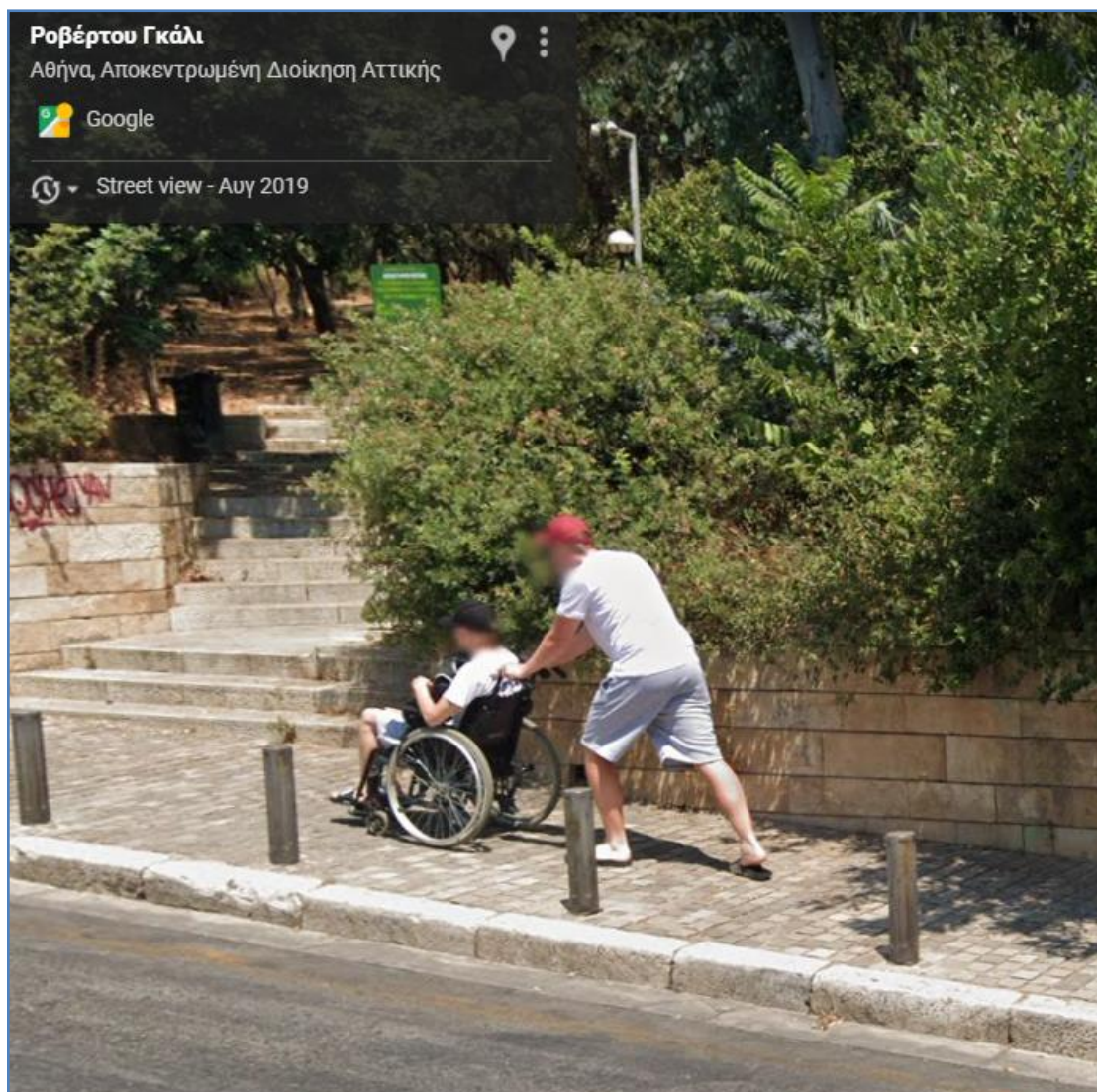
### 2.1.5. Κατηγορία «Πατίνι»



Εικόνα 2.6: Κατηγορία Πατίνι

Στην εικόνα 2.6 παρουσιάζεται ένα παράδειγμα για την κατηγοριοποίηση των ατόμων στην κατηγορία «πατίνι». Σε αυτό το σημείο της Λεωφόρου Βασιλίσσης Αμαλίας φαίνεται ένας άνδρας να μετακινείται με το πατίνι του. Αυτός θα ενταχθεί στην κατηγορία «πατίνι» για το πλησιέστερο πεζοδρόμιο μαζί με πιθανούς άλλους που κινούνται με πατίνι πάνω ή πλησίον του συγκεκριμένου πεζοδρομίου και δεν απεικονίζονται στην εικόνα 2.6. Το σύνολο των ατόμων με πατίνι που θα καταμετρηθούν για κάθε πεζοδρόμιο θα καταγραφεί στο αντίστοιχο κελί (PATINI) του πίνακα χαρακτηριστικών (attribute table) του ArcGIS όπως φαίνεται στον πίνακα 2.1.

## 2.1.6. Κατηγορία «Αναπηρικό καροτσάκι»

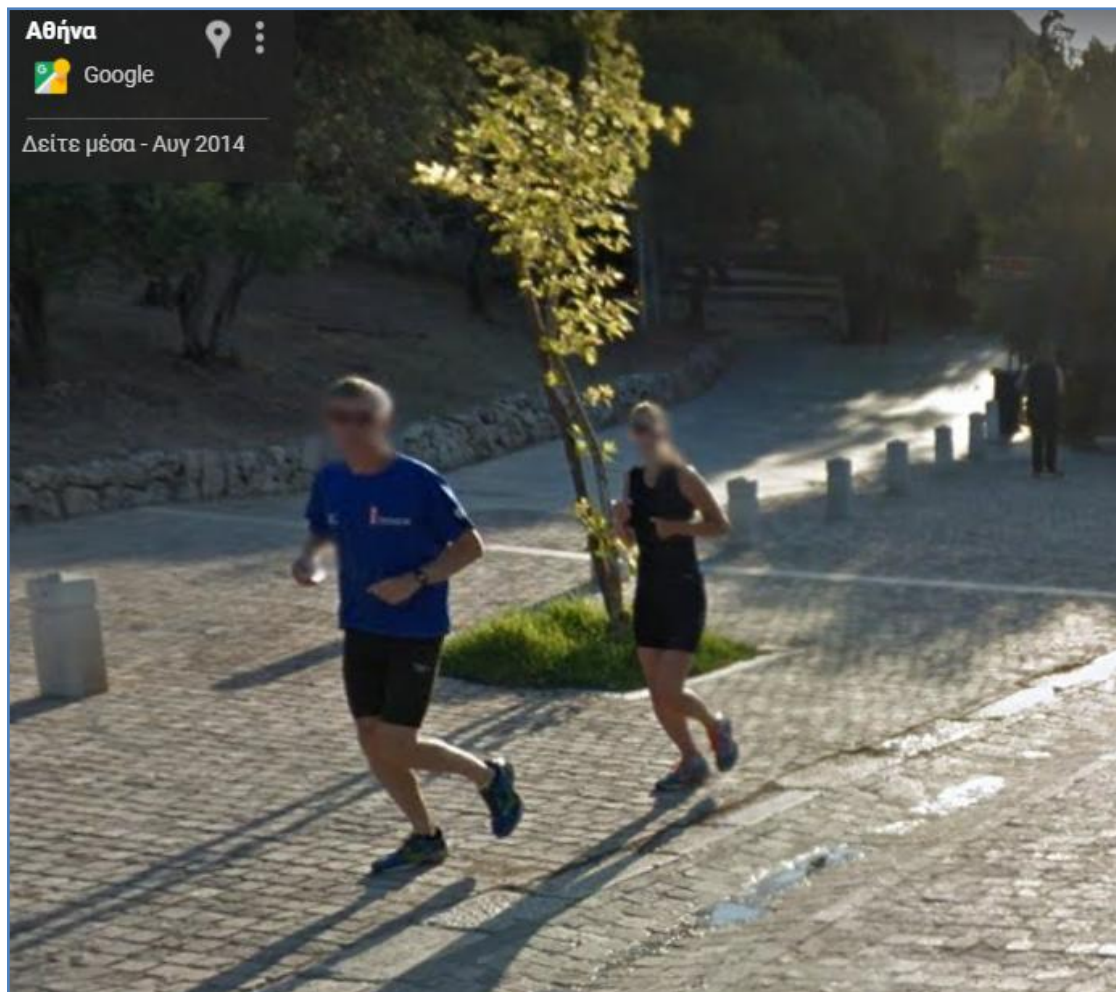


Εικόνα 2.7: Κατηγορία Ατόμων με Αναπηρικό Καροτσάκι

Στην εικόνα 2.7. παρουσιάζεται ένα παράδειγμα για την κατηγοριοποίηση των ατόμων στην κατηγορία «Αναπηρικό καροτσάκι». Σε αυτό το κομμάτι πεζοδρομίου της Οδού Ροβέρτου Γκάλι απεικονίζεται ένας άνδρας να μετακινείται με αναπηρικό καροτσάκι με τη βοήθεια ενός συνοδού. Αυτός θα ενταχθεί στην κατηγορία «αναπηρικό καροτσάκι» για το συγκεκριμένο πεζοδρόμιο μαζί με πιθανούς άλλους που κινούνται με αναπηρικό καροτσάκι πάνω ή πλησίον του συγκεκριμένου πεζοδρομίου και δεν απεικονίζονται στην εικόνα 2.7. Το σύνολο των ατόμων με αναπηρικό καροτσάκι που θα καταμετρηθούν για κάθε πεζοδρόμιο θα καταγραφεί στο αντίστοιχο κελί (ANAPIRIKO) του πίνακα χαρακτηριστικών (attribute table) του ArcGIS όπως φαίνεται στον πίνακα 2.1.

Ο συνοδός του άνδρα που απεικονίζεται στην φωτογραφία θα ενταχθεί στην κατηγορία των πεζών για το συγκεκριμένο πεζοδρόμιο.

### 2.1.7. Κατηγορία «Αθλούμενοι»



Εικόνα 2.8: Κατηγορία Αθλούμενων

Στην εικόνα 2.8 παρουσιάζεται ένα παράδειγμα για την κατηγοριοποίηση των ατόμων στην κατηγορία των αθλούμενων. Σε αυτό το σημείο της Οδού Διονυσίου Αρεοπαγίτου απεικονίζονται ένας άνδρας και μία γυναίκα να αθλούνται τρέχοντας. Οι δύο τους θα ενταχθούν στην κατηγορία των αθλούμενων για το πλησιέστερο πεζοδρόμιο μαζί με πιθανούς άλλους που αθλούνται πάνω ή πλησίον του συγκεκριμένου πεζοδρομίου και δεν απεικονίζονται στην εικόνα 2.8. Το σύνολο των αθλούμενων που θα καταμετρηθούν για κάθε πεζοδρόμιο θα καταγραφεί στο αντίστοιχο κελί (ATHLOUMENOI) του πίνακα χαρακτηριστικών (attribute table) του ArcGIS όπως φαίνεται στον πίνακα 2.1.

## 2.2. Μεθοδολογία ελέγχου αξιοπιστίας αποτελεσμάτων

Για την επαλήθευση της αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων θα πρέπει να διενεργηθεί μια επιτόπια αυτοψία και καταμέτρηση σε ένα μέρος του δείγματος, έτσι ώστε να υπολογιστεί ένας συντελεστής συσχέτισης Spearman με τον οποίο θα γίνει η επιβεβαίωση ή η απόρριψη της ορθότητας των μετρήσεων μέσω του Google Street View.

### 2.2.1. Τυχαία δειγματοληψία

Επομένως θα πρέπει να διενεργηθεί μία τυχαία χωρική δειγματοληψία μέσα στα όρια της περιοχής μελέτης και να δημιουργηθούν σημεία συγκεκριμένου αριθμού που να αντιστοιχούν το καθένα σε κάποιο συγκεκριμένο κομμάτι πεζοδρομίου.

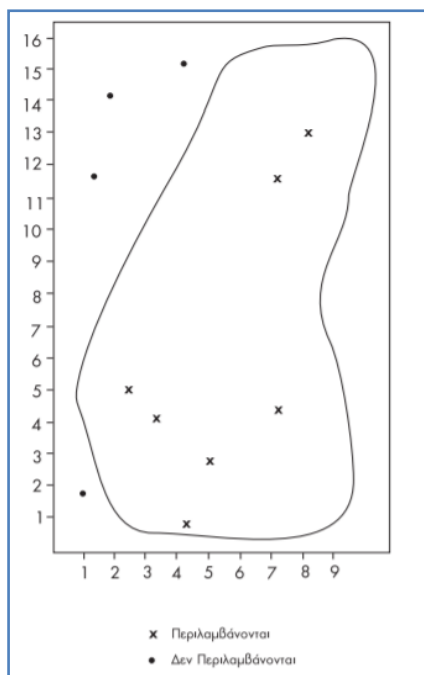
**Η τυχαία δειγματοληψία** αποτελεί μια συνήθη και εύκολη στη χρήση της πρακτική της στατιστικής και αναφέρεται σε μια διαδικασία επιλογής ενός δείγματος που πληροί δύο βασικές συνθήκες, ήτοι τα μέλη ενός πληθυσμού να έχουν ίσες πιθανότητες να επιλεγούν για το δείγμα και η επιλογή ενός μέλους του πληθυσμού για το εν λόγω δείγμα να μην επηρεάζει με κανέναν τρόπο την επιλογή ενός οποιουδήποτε άλλου. Δηλαδή τα μέλη που απαρτίζουν το δείγμα επιλέγονται τυχαία, είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους και έχουν ίσες πιθανότητες να επιλεγούν. (Κουτσόπουλος, 2005)

Αντίστοιχα στη **σημειακή δειγματοληψία** η δειγματοληπτική μονάδα είναι το σημείο και αποτελεί μια μορφή ιδιαίτερα δημοφιλή στη Γεωγραφία. Αντί για αριθμούς όπως στην προηγούμενη διαδικασία, εδώ υπάρχουν «σημεία». Τα σημεία μπορεί να μην έχουν (ιδεατά) διαστάσεις, όπως είναι τα σημεία στο έδαφος. Όμως αντικείμενα τα οποία έχουν στην πραγματικότητα διαστάσεις, όπως κατοικίες, αγροκτήματα, οικισμοί κλπ. μπορούν επίσης να αποτελέσουν σημεία δειγματοληψίας, ανάλογα με την κλίμακα του χάρτη και τον τρόπο απεικόνισής τους σε αυτόν. Το επιλεγόμενο δείγμα αποτελείται από σημεία στον χάρτη τα οποία ορίζονται με συντεταγμένες  $x$  και  $y$ , και οι μετρήσεις γίνονται όσο το δυνατόν πλησιέστερα στα σημεία τα οποία έχουν επιλεγεί. Αν κάποια σημεία είναι απρόσιτα ή δεν έχουν τις αναμενόμενες ιδιότητες πρέπει να αντικατασταθούν. Αν για παράδειγμα σε μια έρευνα κατοικίας, το σημείο δειγματοληψίας βρεθεί στην πραγματικότητα σε κάποιο εμπορικό κατάστημα, θα πρέπει να αντικατασταθεί με το πλησιέστερο δυνατό σημείο το οποίο αντιστοιχεί σε κατοικία. (Κουτσόπουλος, 2005)

Δηλαδή, χρησιμοποιώντας ένα σύστημα συντεταγμένων πάνω στο δειγματοληπτικό υπόβαθρο, δημιουργείται ένα σύνολο (πληθυσμός) από σημεία που ορίζονται από τις  $x$  και  $y$  συντεταγμένες τους. Στη συνέχεια με τη χρήση του πίνακα των τυχαίων αριθμών μπορεί να γίνει η επιλογή του τυχαίου δείγματος. Συνήθως, ως αφετηρία για τη χρήση του πίνακα επιλέγεται τυχαία ένας αριθμός και κατόπιν, σύμφωνα με ένα προκαθορισμένο τρόπο, επιλέγονται οι υπόλοιποι αριθμοί που έχουν τον κατάλληλο αριθμό ψηφίων (π.χ. τετραψήφιοι αριθμοί στην περίπτωση που οι άξονες μεταβάλλονται από 0 έως 100, όπου τα δύο πρώτα ψηφία τους ορίζουν την

συντεταγμένη  $x$  και τα δύο τελευταία την συντεταγμένη  $y$  του σημείου). Όταν ο αριθμός που επιλεγεί, αντιστοιχεί στις συντεταγμένες ενός σημείου του δειγματοληπτικού υποβάθρου, τότε το σημείο αυτό συμπεριλαμβάνεται στο δείγμα και η επιλογή συνεχίζεται μέχρι να αποκτηθεί ένα δείγμα με όσα σημεία έχει υπολογιστεί ότι χρειάζονται. Εάν ο αριθμός που επιλέγεται από τον πίνακα των τυχαίων αριθμών αντιστοιχεί σε σημείο εκτός του δειγματοληπτικού υποβάθρου ή επιλέγεται για δεύτερη φορά, το σημείο αυτό δεν συμπεριλαμβάνεται στο δείγμα.

Η εικόνα 2.9 δείχνει το αποτέλεσμα μιας τυχαίας δειγματοληψίας.



Εικόνα 2.9: Παράδειγμα σημειακής τυχαίας δειγματοληψίας (Κουτσόπουλος, 2005)

Για την τυχαία δειγματοληψία θα χρησιμοποιηθεί το ArcGIS στο οποίο υπάρχουν ήδη τα αποτελέσματα της απογραφής μέσω Google Street View.

### 2.2.2. Υπολογισμός μεγέθους δείγματος

Για τον υπολογισμό του μεγέθους του δείγματος πρέπει να οριστεί η επιθυμητή ακρίβεια, δηλαδή ένα περιθώριο σφάλματος, το οποίο είναι αποδεκτό και ορίζει ένα διάστημα εμπιστοσύνης γύρω από την εκτίμηση. (Δαμιανού κ.ά., 2010)

Το διάστημα εμπιστοσύνης είναι ένα διάστημα τιμών της μεταβλητής το οποίο υπολογίζεται από ένα τυχαίο δείγμα και στο οποίο περιλαμβάνεται με συγκεκριμένη πιθανότητα, π.χ. 95%, η τιμή της παραμέτρου που εκτιμάται.

Η πιθανότητα ορίζεται συνήθως στο 95% ή 99%, οπότε το υπόλοιπο έως το 100% είναι το σφάλμα, δηλαδή ότι ένα δείγμα μπορεί να δώσει διάστημα εμπιστοσύνης το οποίο δεν περιλαμβάνει την παράμετρο του πληθυσμού. Το σφάλμα

αυτό για να είναι αποδεκτό πρέπει να είναι μικρό, συνήθως μικρότερο του 5%. Η τιμή του μέγιστου αποδεκτού σφάλματος είναι το επίπεδο σημαντικότητας (significance level) το οποίο συμβολίζεται με  $\alpha$  και ισούται με  $\alpha=0,05$  για σφάλμα 5% και  $\alpha=0,01$  για σφάλμα 1%.

Οι τιμές της μεταβλητής μετατρέπονται με βάση τις ιδιότητες της κανονικής κατανομής σε τυπικές τιμές.

$$z_i = \frac{x_i - \bar{X}}{s} \text{ όπου } \bar{X} \text{ ο αριθμητικός μέσος και } s \text{ η τυπική απόκλιση}$$

Το μέγεθος του δείγματος δίνεται από τον τύπο:

$$n = (Z_{\alpha/2} \cdot s / \theta)^2$$

Όπου:

- n:** το απαιτούμενο μέγεθος του δείγματος
- Z $\alpha/2$ :** η τιμή του Z για διάστημα εμπιστοσύνης (100 –  $\alpha$ )%
- S:** η τυπική απόκλιση του δείγματος
- $\theta$ :** το περιθώριο λάθους

Και η τυπική απόκλιση από τον τύπο:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (x_i - \bar{x})^2}$$

### 2.2.3. Μέθοδος επιτόπιας καταμέτρησης περαστικών

Μετά τον υπολογισμό του μεγέθους του δείγματος και την πραγματοποίηση της τυχαίας δειγματοληψίας στο περιβάλλον του ArcGIS, ακολουθεί επί τόπου μετακίνηση στα δειγματοληπτικά σημεία που δημιουργήθηκαν και καταμέτρηση των πεζών, των καθημένων, των καθημένων σε καθιστικό, των ποδηλατών, των ατόμων με πατίνι, των ατόμων με αναπηρικό καροτσάκι για το πλησιέστερο πεζοδρόμιο. Αυτά τα στοιχεία που θα καταμετρηθούν, θα συγκριθούν στην συνέχεια της διαδικασίας με αυτά της απογραφής μέσω Google Street View, έτσι ώστε να ελεγχθεί η εγκυρότητα της διαδικασίας, και το κατά πόσον ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα.

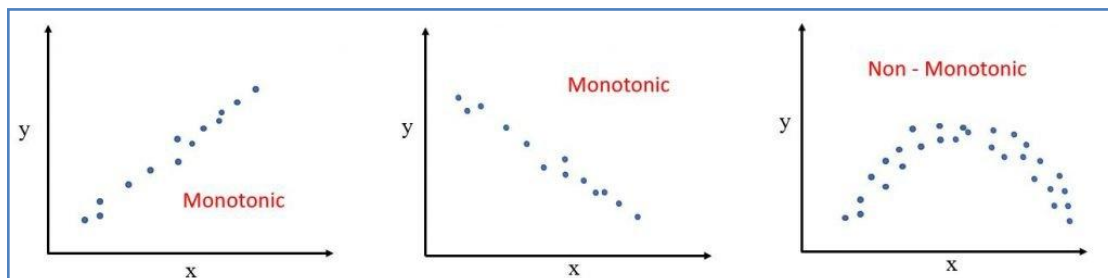
Η διάρκεια της καταμέτρησης ανά σημείο θα είναι από 2 έως 5 λεπτά, ανάλογη με το μήκος του εκάστοτε πεζοδρομίου.

Θα πρέπει να τονιστεί, ότι για την ακριβέστερη εξαγωγή των αποτελεσμάτων, είναι σημαντικό οι συνθήκες της καταμέτρησης να είναι όσο πιο δυνατόν παρόμοιες με αυτές της καταγραφής της Google. Συντελεστές όπως ο καιρός, η εποχή, η ώρα της ημέρας, αλλά και το αν είναι ανοιχτά ή όχι τα καταστήματα επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την κίνηση των πεζών στους δρόμους και θα ήταν προτιμότερο να ληφθούν υπόψη όταν γίνεται προγραμματισμός της επιτόπιας καταμέτρησης.

#### 2.2.4. Μέθοδος συσχετισμού εικονικών και επιτόπιων καταμετρήσεων

Για τον συσχετισμό των εικονικών και των επιτόπιων καταμετρήσεων και την αξιολόγηση της αξιοπιστίας τους, θα χρησιμοποιηθεί ο **Συντελεστής Συσχέτισης Spearman**.

Ο συντελεστής συσχέτισης Spearman είναι μη παραμετρικός και εξετάζει τον βαθμό συσχέτισης μεταξύ δύο πληθυσμών. Οι τιμές που παίρνει είναι μεταξύ του -1 και του 1. Αν η τιμή του είναι 0 τότε οι πληθυσμοί είναι εντελώς ασυσχέτιστοι μεταξύ τους. Αν η τιμή είναι 1 έχουν απόλυτη θετική συσχέτιση, δηλαδή όταν ο πληθυσμός X παρουσιάζει αυξητική ή μειωτική τάση, τότε την ίδια τάση παρουσιάζει και ο έτερος πληθυσμός Y. Αντίστοιχα, αν η τιμή είναι -1, όταν ο πληθυσμός X παρουσιάζει αυξητική τάση, τότε ο πληθυσμός Y παρουσιάζει μειωτική τάση και το αντίθετο. Άρα σε αυτήν την περίπτωση είναι αρνητικά συσχετισμένοι.



Εικόνα 2.10: Περιπτώσεις Συντελεστή Συσχέτισης Spearman (<https://datascience.lk.com/correlation-coefficient-interpretation/>)

Στην εικόνα 2.10 παρουσιάζονται οι διαφορετικές περιπτώσεις του συντελεστή συσχέτισης Spearman. Αν η συνάρτηση είναι μονότονη, τότε υπάρχει ισχυρή συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών X και Y. Το πρώτο διάγραμμα παρουσιάζει μία μονότονη σχέση με θετική συσχέτιση, το δεύτερο διάγραμμα παρουσιάζει μία μονότονη σχέση με αρνητική συσχέτιση, ενώ το τρίτο διάγραμμα μία μη-μονότονη σχέση.

Επομένως είναι λογικό πως όταν ο συντελεστής συσχέτισης πλησιάζει στο 1, τότε υπάρχει ισχυρή θετική συσχέτιση μεταξύ των πληθυσμών X και Y. Στις περισσότερες εφαρμογές αποδεκτά θεωρούνται αποτελέσματα που είναι μεγαλύτερα του 0,7 ή 0,8.



Ο μαθηματικός τύπος του Συντελεστή Συσχέτισης Spearman:

$$\rho = \frac{\sum_i (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_i (x_i - \bar{x})^2 \sum_i (y_i - \bar{y})^2}}$$

Στην συγκεκριμένη περίπτωση, την οποία μελετάει η παρούσα διπλωματική εργασία, ο συντελεστής συσχέτισης Spearman θα χρησιμοποιηθεί για την επιβεβαίωση ή την απόρριψη της ορθότητας των πληθυσμιακών δεδομένων που καταμετρήθηκαν μέσω του Google Street View. Αυτά τα δεδομένα θα συγκριθούν με τα αντίστοιχα σημεία που καταμετρήθηκαν με τον επιτόπιο έλεγχο και θα προκύψει ένας Συντελεστής Συσχέτισης για τα σημεία που δημιουργήθηκαν μέσω της τυχαίας δειγματοληψίας. Εφόσον ο συντελεστής είναι μεγαλύτερος του 0,7, τότε τα στοιχεία έχουν ισχυρή θετική συσχέτιση και οι μετρήσεις μέσω του Google Street View θεωρούνται ως αξιόπιστες.

### **2.3. Μεθοδολογία χαρτογράφησης πυκνοτήτων & χωρικής ανάλυσης**

Για την απόδοση των δεδομένων που καταμετρούνται από τα προηγούμενα στάδια της μεθοδολογίας, θα χρησιμοποιηθούν κάποιες χαρτογραφικές μέθοδοι, εφαρμοσμένες σε περιβάλλον GIS, που θα αποδώσουν ικανοποιητικά τη μορφή της πυκνότητας και της συγκέντρωσης των μετακινούμενων εντός της εκάστοτε περιοχής μελέτης.

#### **2.3.1. Εκτιμητής πυκνότητας πυρήνα (Kernel Density)**

Για να αποκτηθεί μία εικόνα της συχνότητας με την οποία εμφανίζεται ένα δεδομένο (εν προκειμένω τα καταμετρημένα δεδομένα μέσω GSV), γίνεται χρήση του Εκτιμητή της Πυκνότητας του Πυρήνα.

Η εκτίμηση της πιθανότητας του πυρήνα (Kernel Density Estimation) παρουσιάζει το αποτέλεσμα του συνδυασμού της επιλογής των σημείων στο χώρο και της συχνότητας επίσκεψης αυτών (Schönfelder, S. and Axhausen, K. W., 2002). Σύμφωνα με αυτή την προσέγγιση όλα τα σημεία του χώρου λαμβάνουν κάποια τιμή η οποία δείχνει ότι υπάρχει συγκεκριμένη πιθανότητα ή πυκνότητα επίσκεψής τους.

Η βασική διαδικασία σύμφωνα με την οποία εκτιμάται η προαναφερθείσα πυκνότητα είναι η μετατροπή ενός σημειακού σχεδίου (όπως π.χ. το σύνολο των επισκεπτόμενων σημείων στο χώρο) σε μια συνεχή απεικόνιση της πυκνότητας καταλαμβάνοντας μια ευρύτερη περιοχή. Σε γενικές γραμμές πρόκειται για μια

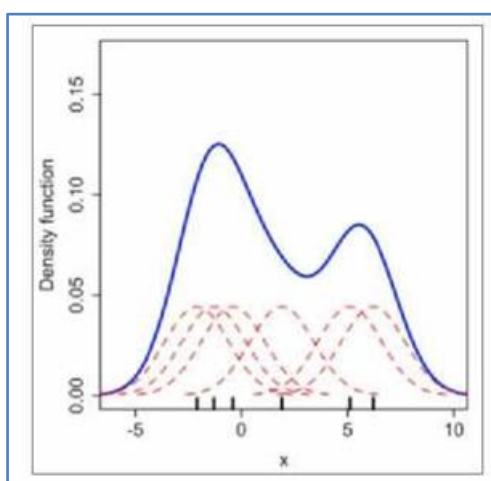
τεχνική εξομάλυνσης, που γενικεύει τα γεγονότα ή τα σημεία την ευρύτερη περιοχή. (Schönfelder, S. and Axhausen, K. W., 2002).

Η εκτίμηση Kernel μπορεί να περιγραφεί ως μία κλιμακούμενη προς τα κάτω (μειούμενη) συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας (Probability Density Function), η οποία τοποθετείται πάνω σε κάθε σημείο των δεδομένων, ενώ η εκτίμηση προκύπτει προσθέτοντας τα  $n$  στοιχεία των δεδομένων.

Έτσι, όπου υπάρχει συσσώρευση πολλών σημείων, η εκτίμηση του Kernel έχει μεγαλύτερη πυκνότητα από όσο εκεί που υπάρχουν λίγα στοιχεία. Επειδή το κάθε Kernel είναι μια πυκνότητα (density), η τελική εκτίμηση είναι και αυτή καθαυτή μια πραγματική συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας (σ.π.π.).

Για να υπολογιστεί και να απεικονιστεί η εκτίμηση σε χάρτες πρέπει να οριστούν δύο συντελεστές: ( $\alpha$ ) ο συντελεστής εξομάλυνσης (Smoothing factor) και ( $\beta$ ) ο συντελεστής κλίμακας (Scaling factor).

Στη εικόνα 2.11 παρουσιάζεται ένα παράδειγμα μιας εκτίμησης πυκνότητας πυρήνα (Kernel Density Estimation).



Εικόνα 2.11: Παράδειγμα Kernel Density Estimation

Επομένως, για την εκάστοτε περιοχή μελέτης, και προκειμένου να απεικονιστεί στο χάρτη η πυκνότητα συγκέντρωσης των μετακινούμενων, πάνω από κάθε γραμμικό στοιχείο, δηλαδή κάθε πεζοδρόμιο, δημιουργείται μία κυρτή επιφάνεια Kernel που έχει υψηλή τιμή πάνω στην γραμμή, ανάλογα με την τιμή που έχει καταμετρηθεί, και αυτή μικραίνει όσο πλησιάζει προς το εξωτερικό της, σύμφωνα και με τις παραμέτρους που έχουν τεθεί. Η πυκνότητα του κάθε σημείου στον χάρτη υπολογίζεται από την πρόσθεση των τιμών όλων των επιφανειών Kernel που εφάπτονται πάνω στο κέντρο του.

### 2.3.2. Ανάλυση Hot Spot

Το εργαλείο Ανάλυσης Hot Spot υπολογίζει τη στατιστική Getis-Ord  $G_i^*$  ή z-score για κάθε χαρακτηριστικό σε ένα σύνολο δεδομένων. Οι προκύπτουσες τιμές z-score και p-value υποδεικνύουν πού συγκεντρώνονται χωρικά χαρακτηριστικά με υψηλές ή χαμηλές τιμές. Αυτό το εργαλείο λειτουργεί εξετάζοντας κάθε χαρακτηριστικό στο πλαίσιο γειτονικών χαρακτηριστικών. Για να είναι ένα στατιστικά σημαντικό hot spot, ένα χαρακτηριστικό θα έχει υψηλή τιμή z-score και θα περιβάλλεται από άλλα χαρακτηριστικά με υψηλές τιμές επίσης.

Μια υψηλή τιμή z-score και μια χαμηλή τιμή p-value υποδηλώνουν ένα σημαντικό hot spot. Ένα χαμηλό αρνητικό z-score και ένα χαμηλό p-value υποδηλώνουν σημαντικό cold spot. Ένα z-score κοντά στο μηδέν σημαίνει ότι δεν υπάρχει χωρική ομαδοποίηση. (ArcGIS Pro Resources)

Το z-score υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο, όπου το  $G_i^*$  αναφέρεται στο z-score:

The Getis-Ord local statistic is given as:

$$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^n w_{i,j} x_j - \bar{X} \sum_{j=1}^n w_{i,j}}{S \sqrt{\frac{n \sum_{j=1}^n w_{i,j}^2 - \left(\sum_{j=1}^n w_{i,j}\right)^2}{n-1}}} \quad (1)$$

where  $x_j$  is the attribute value for feature  $j$ ,  $w_{i,j}$  is the spatial weight between feature  $i$  and  $j$ ,  $n$  is equal to the total number of features and:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n} \quad (2)$$
$$S = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n x_j^2}{n} - (\bar{X})^2} \quad (3)$$

The  $G_i^*$  statistic is a z-score so no further calculations are required.

### 2.3.3. Ανάλυση τοπικών ακραίων τιμών (Local Outlier Analysis)

Το εργαλείο ανάλυσης τοπικών ακραίων τιμών προσδιορίζει σημαντικά συμπλέγματα και ακραίες τιμές στα δεδομένα. Μπορεί να προσδιορίσει σημεία της εκάστοτε περιοχής μελέτης που ήταν στατιστικά διαφορετικά από τα γειτονικά τους τόσο στον χώρο όσο και στον χρόνο. (Anselin, 1995)

Ως αποτέλεσμα της μεθόδου, τα δεδομένα χωρίζονται σε κάποιες κατηγορίες που υποδεικνύουν τη σχέση της δικής τους τιμής, με την τιμές των δεδομένων με τα οποία γειτνιάζουν. Οπότε δίνει τη δυνατότητα της ταυτοποίησης σημαντικών σημείων εντός μίας περιοχής που οι τιμές τους έχουν σημαντική διαφοροποίηση από τα γειτονικά τους. Αυτή η δυνατότητα, στη συγκεκριμένη εφαρμογή, μπορεί να βοηθήσει στην ταυτοποίηση σημείων συγκέντρωσης μετακινούμενων και να οδηγήσει στον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών που συμβάλλουν ή απωθούν στην κίνηση των πεζών εντός της περιοχής.

## 2.4. Μεθοδολογία συνδυαστικής στατιστικής ανάλυσης

### 2.4.1. Πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση

Για τον περαιτέρω έλεγχο των αποτελεσμάτων θα πραγματοποιηθεί πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση λαμβάνοντας ως εξαρτημένη μεταβλητή την πυκνότητα των πεζών, όπως μετρήθηκε από την προηγούμενη διαδικασία μέσω Google Street View. Η διαδικασία αυτή θα υποδείξει τον βαθμό συσχέτισης των αποτελεσμάτων της μελέτης με κάποιες ανεξάρτητες μεταβλητές που επηρεάζουν την κίνηση και την κατανομή του πληθυσμού της πόλης. Μέσω αυτής της διαδικασίας θα υποδειχθούν οι πιο συγκεκριμένοι συσχετισμοί και θα αξιολογηθούν βαθύτερα τα δεδομένα της απογραφής.

Μέσω της διαδικασίας, μελετάται η απόκριση μίας εξαρτημένης μεταβλητής ως γραμμικό αποτέλεσμα της δράσης πολλών ανεξάρτητων μεταβλητών μέσω της δημιουργίας της εξίσωσης πολλαπλής παλινδρόμησης. Επιστρατεύονται οι μηχανισμοί της άριστης επιλογής των υποψήφιων ανεξάρτητων μεταβλητών προς ένταξη στο μοντέλο της παλινδρόμησης, η εγκυρότητα και αξιοπιστία του οποίου ελέγχεται με ειδικά διαγνωστικά κριτήρια βασιζόμενα κυρίως στη συμπεριφορά των υπολειμμάτων της εξίσωσης (Πετρίδης, 2015).

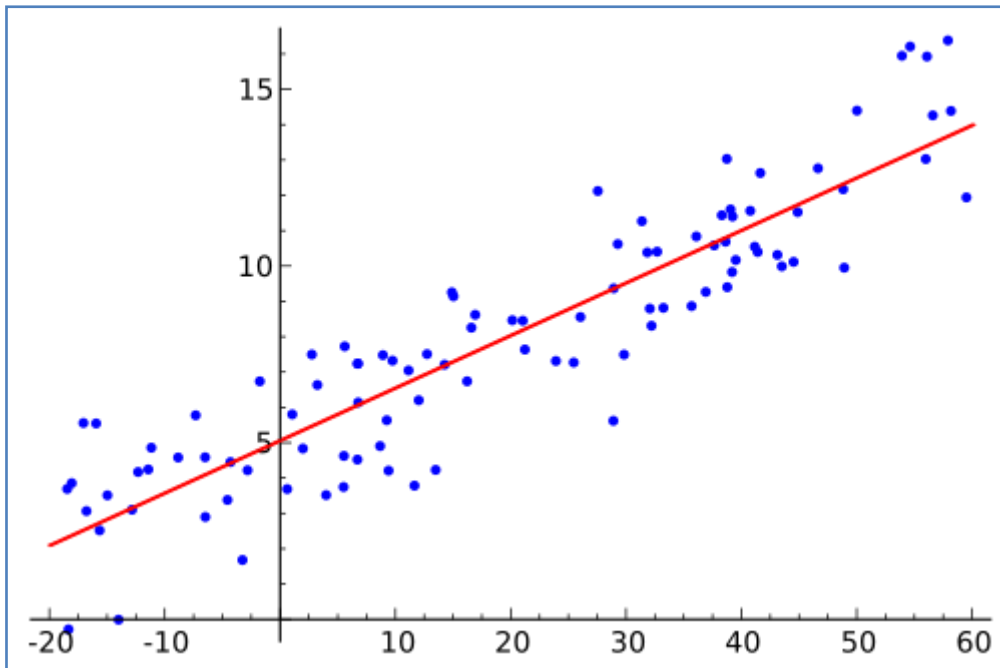
Στη στατιστική, η γραμμική παλινδρόμηση είναι ένας τρόπος διερεύνησης της σχέσης δύο (ποσοτικών) μεταβλητών  $X$  και  $Y$ . Δηλαδή, μια προσέγγιση για τη μοντελοποίηση της σχέσης μεταξύ μιας βαθμωτής εξαρτημένης μεταβλητής  $Y$  και μία ή περισσότερες επεξηγηματικές μεταβλητές (ή ανεξάρτητη μεταβλητή)  $X$ .

Περίπτωση μιας επεξηγηματικής μεταβλητής ονομάζεται **απλή γραμμική παλινδρόμηση** και τα αποτελέσματα είναι αντίστοιχα με αυτά του απλού συντελεστή συσχέτισης.

Για περισσότερες από μία επεξηγηματικές μεταβλητές, η διαδικασία ονομάζεται **πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση**.

Αναφορικά με το θεσμό της απλής γραμμικής παλινδρόμησης για ένα πληθυσμό με ένα ζεύγος μεταβλητών  $X$ - $Y$ , θα ισχύει η σχέση,

Ευθεία παλινδρόμησης:  $\hat{Y} = a + bX$ .



Εικόνα 2.12: Παράδειγμα ευθείας παλινδρόμησης (Wikipedia)

Η ευθεία που προκύπτει λέγεται **ευθεία παλινδρόμησης της Y πάνω στη X**.

Όταν η εξαρτημένη μεταβλητή Y θεωρούμε ότι είναι γραμμικά εξαρτημένη, επιπλέον, και από μία δεύτερη μεταβλητή ( $X_2$ ) ή και από μία τρίτη ( $X_3$ ) ή τελικά από ένα σύνολο m μεταβλητών X, η παραπάνω σχέση διαμορφώνεται σε:

$$\hat{Y} = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_m X_m,$$

ή πιο συνεπτυγμένα σε:

$$\hat{Y} = a + \sum_{i=1}^m b_i X_i$$

Όπου :

$b_1, b_2, \dots, b_m$  μερικοί συντελεστές παλινδρόμησης. Ο μερικός συντελεστής  $b_1$  εκφράζει το μέγεθος μεταβολής της Y, όταν μεταβάλλεται η μεταβλητή  $X_1$  κατά μία μονάδα, ενώ παράλληλα οι υπόλοιπες μεταβλητές  $X_i$  διατηρούνται σταθερές στην τιμή του μέσου όρου τους. Ή αλλιώς, ο μερικός συντελεστής  $b_1$  εκφράζει τη μέτρηση της σχέσης μεταξύ Y και  $X_1$ , θέτοντας υπό έλεγχο ταυτόχρονα τις λοιπές μεταβλητές  $X_i$  ή αλλιώς της σχέσης Y και  $X_1$ , αφού προηγουμένα απαλειφθεί (απομακρυνθεί) το αποτέλεσμα των λοιπών μεταβλητών  $X_i$  επί της Y και  $X_1$ . Παρόμοια, ο συντελεστής  $b_2$  εκφράζει το βαθμό μεταβολής της Y, όταν μεταβάλλεται μόνο η  $X_2$  και ου το καθεξής (Πετρίδης, 2015).

Οι συντελεστές της πολλαπλής παλινδρόμησης καλούνται μερικοί, επειδή εκφράζουν μέρος μόνο της εξαρτημένης σχέσης της  $Y$  με τις μεταβλητές  $X_i$ .

Η παράμετρος  $a$  είναι η τιμή της  $Y$ , όταν όλες οι μεταβλητές  $X_i$  είναι μηδενικές.

Η ευθεία παλινδρόμησης μπορεί να κατασκευαστεί εμπειρικά ή μέσω μαθηματικών μεθόδων, όπως η μέθοδος ελαχίστων τετραγώνων, όπου σκοπός είναι το άθροισμα των τετραγώνων των κατακόρυφων αποστάσεων των σημείων  $(X, Y)$  από την ευθεία να είναι ελάχιστο.

Με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων προσδιορίζονται οι συντελεστές  $\mathbf{a}$  και  $\mathbf{b}$  της εξίσωσης της ευθείας παλινδρόμησης :  $\hat{Y} = \mathbf{a} + \mathbf{bX}$

$$a = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2}$$

$$b = \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n y_i - a \sum_{i=1}^n x_i \right)$$

#### 2.4.2. Δεδομένα μεταβλητών

Αρχικά για την εφαρμογή της διαδικασίας της παλινδρόμησης, θα πρέπει η εκάστοτε περιοχή μελέτης να διαιρεθεί σε κάποια χωρία συγκεκριμένων τ.μ. ανάλογα με το μέγεθος της περιοχής.

Αυτή η διαίρεση θα δώσει τη δυνατότητα της εφαρμογής των δεδομένων των συντελεστών πάνω σε χωρικά στοιχεία ίδιου τύπου και μεγέθους, αντί για πιθανών πολλαπλών ειδών και μεγεθών (π.χ. σημειακά, γραμμικά, επιφανειακά).

Κατά την εφαρμογή της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης θα χρησιμοποιηθούν ως μεταβλητές τα παρακάτω δεδομένα του δομημένου περιβάλλοντος που σχετίζονται με την μορφολογία της κάθε περιοχής, την κατάσταση του οδικού συστήματος και των συγκοινωνιών, την περπατησιμότητα και διάφορα πληθυσμιακά στοιχεία, που μπορούν να βοηθήσουν για την εξαγωγή συμπερασμάτων για την συσχέτισή τους με τα δεδομένα των πεζών που αντλήθηκαν μέσω του Google Street View.

Πιο αναλυτικά οι μεταβλητές παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα 2.2 και στη συνέχεια επεξηγείται ο λόγος επιλογής της κάθε μίας.

Δεδομένα Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης				
A/A	Όνομα Μεταβλητής	Είδος Μεταβλητής	Μονάδα Μέτρησης	Πηγή Δεδομένων
1	Πυκνότητα Πεζών	Εξαρτημένη	Πυκνότητα Πεζών/χωρίο	Google Street View/ Ιδία Επεξεργασία
2	Πυκνότητα Πληθυσμού	Ανεξάρτητη	Πυκν. Κατοίκων/ χωρίο	ΕΛΣΤΑΤ, 2011
3	Πυκνότητα Πεζοδρόμων	Ανεξάρτητη	Πυκν. Πεζόδρομοι/ χωρίο	OpenStreetMap
4	Πυκνότητα Δείκτη Ενσωμάτωσης	Ανεξάρτητη	Πυκν. Δείκτη Ενσωμάτωσης/χωρίο	Bartzokas-Tsiompras and Photis, 2021
5	Πυκνότητα Στάσεων MMM	Ανεξάρτητη	Πυκν. Στάσεων MMM/ χωρίο	ΟΑΣΑ GTFS
6	Μέση Τιμή Δείκτη Περπατησιμότητας	Ανεξάρτητη	Μέση Τιμή Δείκτη Περπατησιμ./χωρίο	Bartzokas-Tsiompras and Photis, 2021
7	Μέσο Ύψος Κτηρίων	Ανεξάρτητη	Μέσο Ύψος Κτηρίων/χωρίο	EEA-Urban Atlas, 2012

Πίνακας 2.2: Δεδομένα Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης

Η **πυκνότητα των πεζών**, η οποία θα αποτελέσει την εξαρτημένη μεταβλητή της διαδικασίας, θα υπολογιστεί από τον αριθμό των πεζών που θα καταγραφούν για κάθε πεζοδρόμιο μέσω του Google Street View, από τα προηγούμενα βήματα της μεθοδολογίας, και θα εφαρμοστεί για κάθε χωρίο της περιοχής μελέτης.

Η **πυκνότητα πληθυσμού**, αναφέρεται στην υπολογισμένη πυκνότητα των μονίμων κατοίκων της περιοχής μελέτης ανά χωρίο και προέρχεται από τα δεδομένα της ΕΛΣΤΑΤ για την απογραφή του 2011. Ο λόγος επιλογής της συγκεκριμένης ανεξάρτητης μεταβλητής προκύπτει από την ανάγκη εξακρίβωσης του κατά πόσο η μεγαλύτερη πυκνότητα πληθυσμού σε μία περιοχή συμβάλλει στην αύξηση της κινητικότητας μέσα σε αυτή.

Η **πυκνότητα πεζοδρόμων**, αναφέρεται στην υπολογισμένη πυκνότητα των πεζοδρόμων εντός της περιοχής μελέτης ανά χωρίο και προέρχεται από τα δεδομένα του OpenStreetMap. Ο λόγος επιλογής της συγκεκριμένης ανεξάρτητης μεταβλητής είναι η επαλήθευση της λογικής σκέψης ότι η ύπαρξη πλήθους πεζοδρόμων σε μια γειτονιά ευνοεί την κίνηση ατόμων μέσα σε αυτή, αλλά και ο προσδιορισμός του βαθμού στον οποίον την ευνοεί.

Η **σταθμισμένη μέση πυκνότητα των δρόμων σύμφωνα με τις τιμές του δείκτη γωνιακής ενσωμάτωσης**, αναφέρεται στην αστική μορφή και ειδικότερα στο βαθμό συνδεσιμότητας του οδικού δικτύου. Η Διανυσματική Γωνιακή Ενσωμάτωση (segment angular integratin) υπολογίζει πόσο κοντά σε όλα τα υπόλοιπα είναι κάθε διάνυσμα δρόμου, βάσει των συνολικών γωνιακών μεταβολών που υπεισέρχονται σε κάθε διαδρομή εντός μιας επιλεγμένης απόστασης (ακτίνα) (Vaughan, 2015). Ουσιαστικά η ενσωμάτωση εκφράζει την εγγύτητα (closeness) ενός χώρου για το σύστημα δηλαδή το πόσο εύκολο είναι να προσεγγιστεί. Ο λόγος επιλογής της συγκεκριμένης ανεξάρτητης μεταβλητής είναι η εξακρίβωση της απάντησης στο

ερώτημα εάν οι αυξημένες τιμές του συγκεκριμένου δείκτη σε κάποιες περιοχές επηρεάζουν αρνητικά ή θετικά την κινητικότητα των ατόμων μέσα σε αυτές.

Η **πυκνότητα στάσεων MMM**, αναφέρεται στην υπολογισμένη πυκνότητα των στάσεων Μέσων Μαζικής Μεταφοράς εντός της περιοχής μελέτης ανά χωρίο και προέρχεται από τα δεδομένα σε μορφότυπο GTFS (General Transit Feed Specification) του ΟΑΣΑ. Ο λόγος επιλογής της συγκεκριμένης ανεξάρτητης μεταβλητής είναι η επαλήθευση της λογικής σκέψης ότι η ύπαρξη πλήθους στάσεων, και άρα συγκοινωνιών σε μια γειτονιά ευνοεί την μετακίνηση ατόμων μέσα σε αυτή και η εξακρίβωση του βαθμού στο οποίο συμβαίνει αυτό. Επίσης η αναμονή ατόμων στις στάσεις θεωρητικά συμβάλλει αυξητικά στην τιμή των πεζών ανά πεζοδρόμιο που καταμετρήθηκαν μέσω του Google Street View.

Η **σταθμισμένη μέση πυκνότητα των δρόμων σύμφωνα με τις τιμές του δείκτη περπατησιμότητας** αναφέρεται στα επίπεδα φιλικότητας του αστικού σχεδιασμού για το περπάτημα ανά χωρίο. Ο λόγος επιλογής της συγκεκριμένης ανεξάρτητης μεταβλητής προκύπτει από το γεγονός ότι ο δείκτης αυτός είναι αλληλένδετος με την κινητικότητα των πεζών ανά πεζοδρόμιο, καθώς προσδιορίζει το κατά πόσο το κάθε πεζοδρόμιο ή η περιοχή είναι φιλική ή ευνοϊκή προς το περπάτημα. Οπότε αναμένεται να είναι υψηλός ο βαθμός στον οποίο επηρεάζει την εξαρτημένη μεταβλητή, δηλαδή την πυκνότητα των πεζών.

Το **μέσο ύψος κτηρίων** αναφέρεται στην υπολογισμένη μέση τιμή του ύψους των κτηρίων εντός της περιοχής μελέτης ανά χωρίο και προέρχεται από τα δεδομένα του EEA-Urban Atlas για το 2012. Ο λόγος επιλογής της συγκεκριμένης ανεξάρτητης μεταβλητής προκύπτει από την ανάγκη εξακρίβωσης του κατά πόσο το μεγαλύτερο μέσο ύψος κτηρίων σε μία περιοχή συμβάλλει στην αύξηση της κινητικότητας μέσα σε αυτή.

Οι συγκεκριμένες ανεξάρτητες μεταβλητές επιλέχθηκαν γιατί θεωρήθηκε ότι μπορούν σε μεγάλο βαθμό να προσδιορίσουν την τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής. Βεβαίως ανάλογα την περιοχή μελέτης, μπορεί να χρησιμοποιηθούν και άλλες μεταβλητές που να έχουν σημαντικό ποσοστό συσχέτισης με την εξαρτημένη μεταβλητή.



## **Κεφάλαιο 3 - Αποτελέσματα της Μελέτης**

Στο κεφάλαιο αυτό θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα που εξήχθησαν από την μεθοδολογική διαδικασία που αναλύθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο και που αναφέρονται στην περιοχή μελέτης της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

### **3.1. Περιοχή μελέτης**

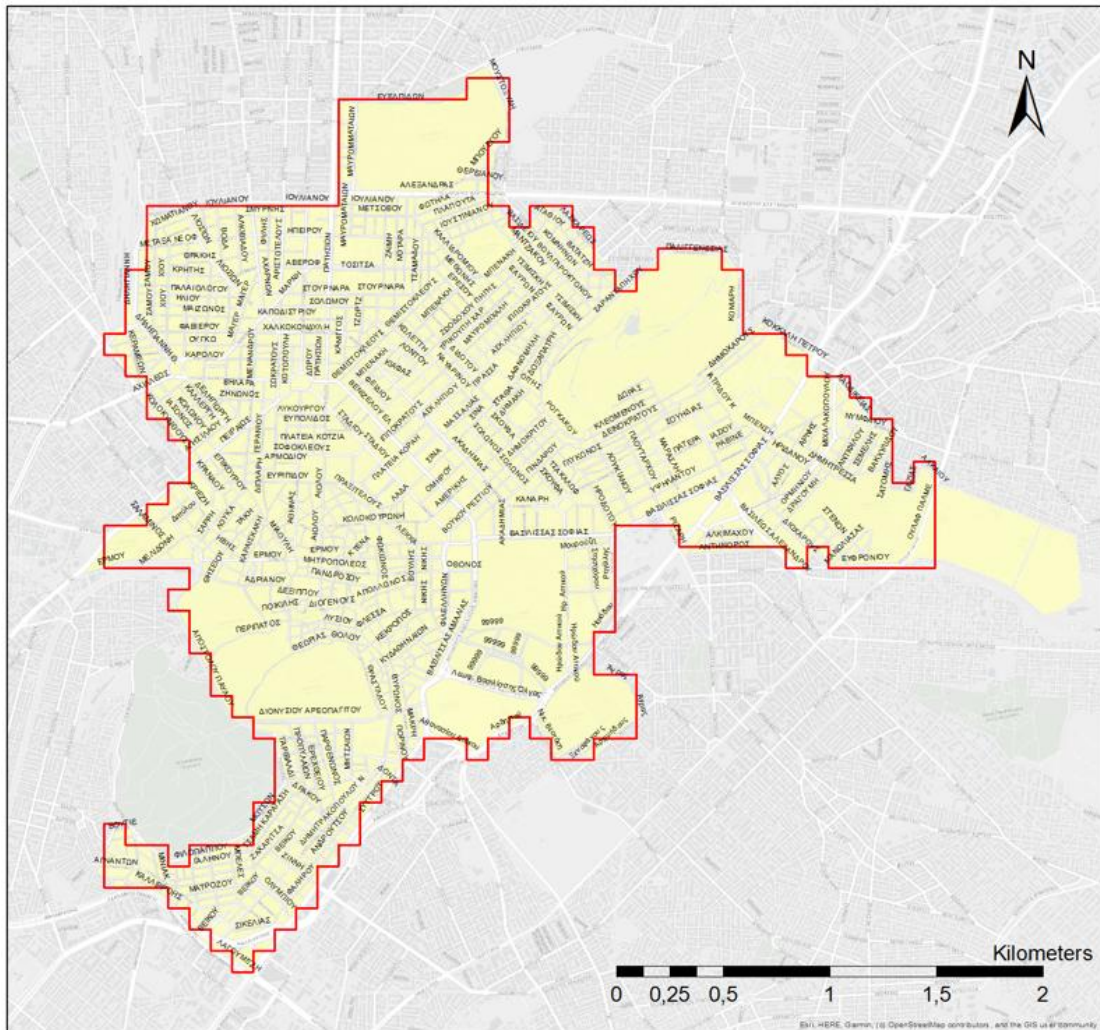
#### **3.1.1. Επιλογή περιοχής μελέτης**

Η περιοχή μελέτης που επιλέχθηκε είναι η κλειστή περιοχή στο κέντρο της Αθήνας η οποία φαίνεται στον παρακάτω χάρτη 3.1. Η συγκεκριμένη περιοχή επιλέχθηκε αρχικά γιατί είναι μία περιοχή ορόσημο για την Ελληνική πρωτεύουσα με σημεία μεγάλης ιστορικής και κοινωνικοπολιτικής σημασίας και περιλαμβάνει το κυριότερο ιστορικά και πλέον πυκνοδομημένο και με μεγάλη επισκεψιμότητα τμήμα της πόλης.

Σημαντικό ποσοστό των κατοίκων της Αθήνας κινείται καθημερινά προς το κέντρο της πόλης είτε για εργασία, είτε για ψυχαγωγία, είτε για να περιηγηθεί στα αξιοθέατα. Επίσης σε συγκεκριμένες περιοχές, όπως στα αρχαιολογικά μνημεία, υπάρχει μεγάλο ποσοστό τουριστών. Επομένως, το μεγάλο πλήθος ατόμων εντός της περιοχής, θα είναι ευνοϊκός παράγοντας για την ορθότητα των αποτελεσμάτων της καταμέτρησης που θα πραγματοποιηθεί.

Ένας άλλος λόγος που επιλέχθηκε είναι η εύκολη προσβασιμότητα της περιοχής εκ μέρους του μελετητή της διπλωματικής εργασίας, κάτι που δίνει την δυνατότητα ελέγχου των αποτελεσμάτων μέσω της επί τόπου αυτοψίας τυχαίων σημείων της περιοχής που δημιουργήθηκαν μέσω τυχαίας δειγματοληψίας για την επαλήθευση της αξιοπιστίας των δεδομένων.

Σε αυτή εμπεριέχονται οι συνοικίες του Κουκακίου, Μακρυγιάννη, Ακρόπολης, Μετς, Ζαπτείου, Ιλισίων, Κολωνακίου, Συντάγματος, Εμπορικού Τριγώνου, Εξαρχείων, Πεδίου Άρεως και τμήματα της Πλατείας Αττικής, Αγ. Παύλου, Μεταξουργείου και Κεραμεικού.



Χάρτης 3.1: Περιοχή Μελέτης

### 3.1.2. Ιστορικά στοιχεία της πόλης των Αθηνών

Καθώς η μελέτη αφορά την πόλη της Αθήνας, στο σημείο αυτό αξίζει να αναφερθούν μερικά περιληπτικά ιστορικά στοιχεία για την πόλη, που η μακραίωνη ιστορία της εξηγεί τον κατά καιρούς άναρχο τρόπο οικοδόμησης και επέκτασής της. (<https://www.athenshappytrain.com/>)

Η ίδρυση της Αθήνας χάνεται στα βάθη της ιστορίας, καθώς είναι γενικά αποδεκτό ότι προϋπήρχε της Μυκηναϊκής Εποχής. Είναι γνωστό ότι πράγματι υπήρχαν προϊστορικά πορίσματα στην Αττική, αλλά από τότε ακριβώς πρωτοχρησιμοποιήθηκε για ένα τουλάχιστον από αυτά το όνομα «Αθήνα» είναι άγνωστο.

Η ιστορία της Αρχαίας Αθήνας οδηγείται στη μέγιστη ακμή της κατά τα χρόνια που ο πολιτικός Περικλής πήρε την ηγεσία της, περί το 461π.Χ. Με δική του

πρωτοβουλία χτίστηκε ο Παρθενώνας και δικαίως η εποχή ονομάστηκε ο «Χρυσός αιώνας του Περικλή» αν και κράτησε μόνο 32 χρόνια.

Στη συνέχεια και με την κήρυξη του Πελοποννησιακού Πολέμου, επήλθε η παρακμή της πόλης των Αθηνών και σταδιακά και άλλων πόλεων - κρατών, με συνέπεια η ανερχόμενη δύναμη της Μακεδονίας μετά τη μάχη της Χαιρώνειας να επιβάλλει την ηγεμονία της σε όλη την Ελλάδα (πλην Σπάρτης).

Ακολούθησε η Ελληνιστική Εποχή και στη συνέχεια η Ρωμαϊκή Εποχή και ύστερα η Βυζαντινή Εποχή κατά την οποία ο Παρθενώνας έγινε εκκλησία. Ακολούθησε η Λατινοκρατία που άρχισε το 1204μ.Χ. από τους Φράγκους, για να καταληφθεί τελικά η πόλη το 1456μ.Χ. από τους Τούρκους.

Μετά την απελευθέρωση, με πρωτοβουλία του Βασιλιά Όθωνα, η Αθήνα χαρακτηρίζεται νέα πρωτεύουσα. Το 1834 ανοικοδομείται στα πρότυπα των μεγάλων ευρωπαϊκών πρωτευουσών και σχεδιάζεται η επέκταση της προς βορρά της παλαιάς πόλης, από τους αρχιτέκτονες Σταμάτη Κλεάνθη, Έντουαρτ Σάουμπερτ και τον βασιλικό σύμβουλο Λέο φον Κλέντσε και χτίζονται επιβλητικά κτίρια αντάξια μιας ευρωπαϊκής πρωτεύουσας με παρελθόν, όπως τα πρώην ανάκτορα (τώρα το κοινοβούλιο), η Παλαιά Βουλή, η Ακαδημία, το Ζάππειο κτλ.

Ως πρωτεύουσα του νέου ελληνικού κράτους και κέντρο των πολιτικών εξελίξεων, η Αθήνα υπήρξε τόπος γεγονότων-οροσήμων της νεότερης ελληνικής ιστορίας.

Εδώ έγινε η Επανάσταση της 3ης Σεπτεμβρίου το 1843, που αναδιαμόρφωσε την πολιτειακή φυσιογνωμία του κράτους.

Τις επόμενες δεκαετίες η Αθήνα ανοικοδομήθηκε κατά τα πρότυπα σύγχρονης πόλης. Η πόλη έγινε θέατρο πολυάριθμων κινημάτων και πραξικοπημάτων για περισσότερα από 50 χρόνια.

Μετά τη Μικρασιατική Καταστροφή εγκαθίστανται στην Αθήνα χιλιάδες οικογένειες Μικρασιατών. Ο πληθυσμός της Αθήνας διπλασιάστηκε και στην αρχή οι ξεριζωμένοι βρήκαν πρόχειρη στέγη σε αποθήκες, εκκλησίες, σχολεία και θέατρα. Δημιουργήθηκαν νέες συνοικίες από τους Μικρασιάτες, αρχικά με πρόχειρα ίδια μέσα και αργότερα με κτίσιμο μόνιμων κατοικιών, όπως η Νέα Σμύρνη, η Νέα Ιωνία Αττικής, ο Βύρωνας, η Καισαριανή, το Περιστέρι, ο Νέος Κόσμος και άλλες. Οι πρώτοι προσφυγικοί καταυλισμοί είχαν τη μορφή ξύλινων παραπηγμάτων και στήνονταν από το Ταμείο Περιθάλψεως Προσφύγων.

Αργότερα η Επιτροπή Αποκαταστάσεως Προσφύγων εισάγει την ιδεολογία της οριστικής αποκατάστασης. Τα βασικά κριτήρια επιλογής των περιοχών εγκατάστασης των προσφύγων στην Αθήνα και στον Πειραιά ήταν η ύπαρξη ελεύθερων απαλλοτριώσιμων χώρων, που ουσιαστικά βρίσκονταν στην περιφέρεια της πρωτεύουσας, και κατ' επέκταση η απομάκρυνση από τις υπάρχουσες περιοχές

κατοίκησης, όπου η πολιτική της υποχρεωτικής επίταξης και συστέγασης είχε δημιουργήσει πολλά προβλήματα μεταξύ προσφύγων και ντόπιων.

Κατά τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο η πόλη υπέφερε πάρα πολύ, κυρίως από λιμό και υπέστη μεγάλες καταστροφές. Μετά τον πόλεμο, η πόλη άρχισε ξανά να μεγαλώνει, ιδιαίτερα κατά τη δεκαετία του '60, ως αποτέλεσμα της εσωτερικής μετανάστευσης από τις μικρές πόλεις και τα χωριά προς την Αθήνα. Το στεγαστικό πρόβλημα που δημιουργήθηκε, το έλυσε η αντιπαροχή με την ανεξέλεγκτη και άναρχη ανέγερση πολλών πολυκατοικιών στο κέντρο και στα προάστια. Δυστυχώς πολλά νεοκλασικά κατεδαφίστηκαν για να δώσουν τη θέση τους στις πολυκατοικίες και σε κτίρια μοντέρνας αρχιτεκτονικής. Τα προβλήματα που δημιούργησε η αντιπαροχή είναι, ακόμα, αντιληπτά, όπως η άναρχη δόμηση, οι ελάχιστοι χώροι πράσινου. Ο πληθυσμός των προσφυγικών οικισμών που δημιουργήθηκαν μετά τη Μικρασιατική Καταστροφή μετακινήθηκε σε πολυκατοικίες στις γύρω περιοχές και σύντομα, συνοικίες όπως το Δουργούτι (Νέος Κόσμος) άλλαξαν φυσιογνωμία, ενώ άλλες, όπως ο Ασύρματος (πάνω από τον οποίο πέρασε ο περιφερειακός του Φιλοπάππου) και το Πολύγωνο (που μετατράπηκε σε γέφυρα Μουστοξύδη) σβήστηκαν από τον χάρτη.

Η είσοδος της Ελλάδας στην Ευρωπαϊκή Ένωση το 1981 έφερε καινούργιες επενδύσεις στην πόλη, μαζί όμως με προβλήματα κυκλοφοριακού και ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Η χρήση καταλυτικών οχημάτων βελτίωσε κατά πολύ την ποιότητα της ατμόσφαιρας, χωρίς ωστόσο να λυθεί οριστικά το πρόβλημα που στον 21ο αιώνα αφορά κυρίως ρύπους, όπως το όζον και τα αιωρούμενα υποατομικά σωματίδια. Η κατασκευή του κέντρου επεξεργασίας λυμάτων στη νησίδα της Ψυττάλειας, όπου γίνεται η επεξεργασία των λυμάτων της Αθήνας, βελτίωσε βραχυπρόθεσμα την ποιότητα των θαλασσών και των παραλιών της Αττικής, πριν ανακύψει πρόβλημα διάθεσης της λυματολάσπης.

Το κέντρο της αρχαίας πόλης εντοπίζεται περίξ του λόφου της Ακρόπολης, στο Θησείο και την Πλάκα. Οι περιοχές αυτές σήμερα, πέρα από τον τουριστικό τους χαρακτήρα, αποτελούν και τις πιο ακριβές ζώνες του κέντρου (μαζί με το Σύνταγμα και το Κολωνάκι κάτω από τον λόφο του Λυκαβηττού). Το ιστορικό κέντρο των Αθηνών εντοπίζεται σε αυτή τη ζώνη, μαζί με το Μοναστηράκι, το οποίο αποτελεί δημοφιλή τουριστικό και εμπορικό προορισμό για τους επισκέπτες.

Το κέντρο της σύγχρονης πόλης είναι η Πλατεία Συντάγματος, όπου είναι εγκατεστημένα τα παλαιά βασιλικά ανάκτορα τα οποία σήμερα στεγάζουν το Κοινοβούλιο, καθώς και άλλα δημόσια κτίρια του 19ου αιώνα. Κατά τις 3 δεκαετίες που ακολούθησαν τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο οικοδομήθηκαν πολλά νέα πολυώροφα κτίρια, τα οποία και χαρακτηρίζουν τη σημερινή εικόνα της πόλης.

Στη συνέχεια ακολουθούν δύο χαρακτηριστικές φωτογραφίες της πόλης της Αθήνας, με την τεράστια ιστορία που την έκανε παγκόσμια γνωστή, που άντεξε μέσα στους αιώνες, που «γονάτισε» μέσα από συνεχείς κατακτήσεις, πολέμους και

καταστροφές, αλλά «ξανασηκώθηκε» και μεγεθύνθηκε και σήμερα αναζητεί τον ευρωπαϊκό της προσανατολισμό, καθιερωμένη πλέον στον παγκόσμιο τουριστικό χάρτη.



Εικόνα 3.1: Η Αθήνα το 1900



Εικόνα 3.2: Η Αθήνα σήμερα

Ο Δήμος Αθηναίων χωρίζεται σήμερα διοικητικά σε επτά δημοτικά διαμερίσματα.

Το **1<sup>ο</sup> Δημοτικό Διαμέρισμα** περιλαμβάνει το κέντρο των Αθηνών με το λεγόμενο εμπορικό τρίγωνο (πλατεία Συντάγματος, Κολωνάκι, Ιλίσια, Εξάρχεια, Ομόνοια, Μοναστηράκι, Πλάκα, Κουκάκι).

Το **2<sup>ο</sup> Δημοτικό Διαμέρισμα** περιλαμβάνει τις νοτιοανατολικές συνοικίες (Νέος Κόσμος, Στάδιο, Παγκράτι).

Το **3<sup>ο</sup> Δημοτικό Διαμέρισμα** περιλαμβάνει τις νοτιοδυτικές συνοικίες (Βοτανικός, Πετράλωνα, Κεραμεικός, Θησείο).

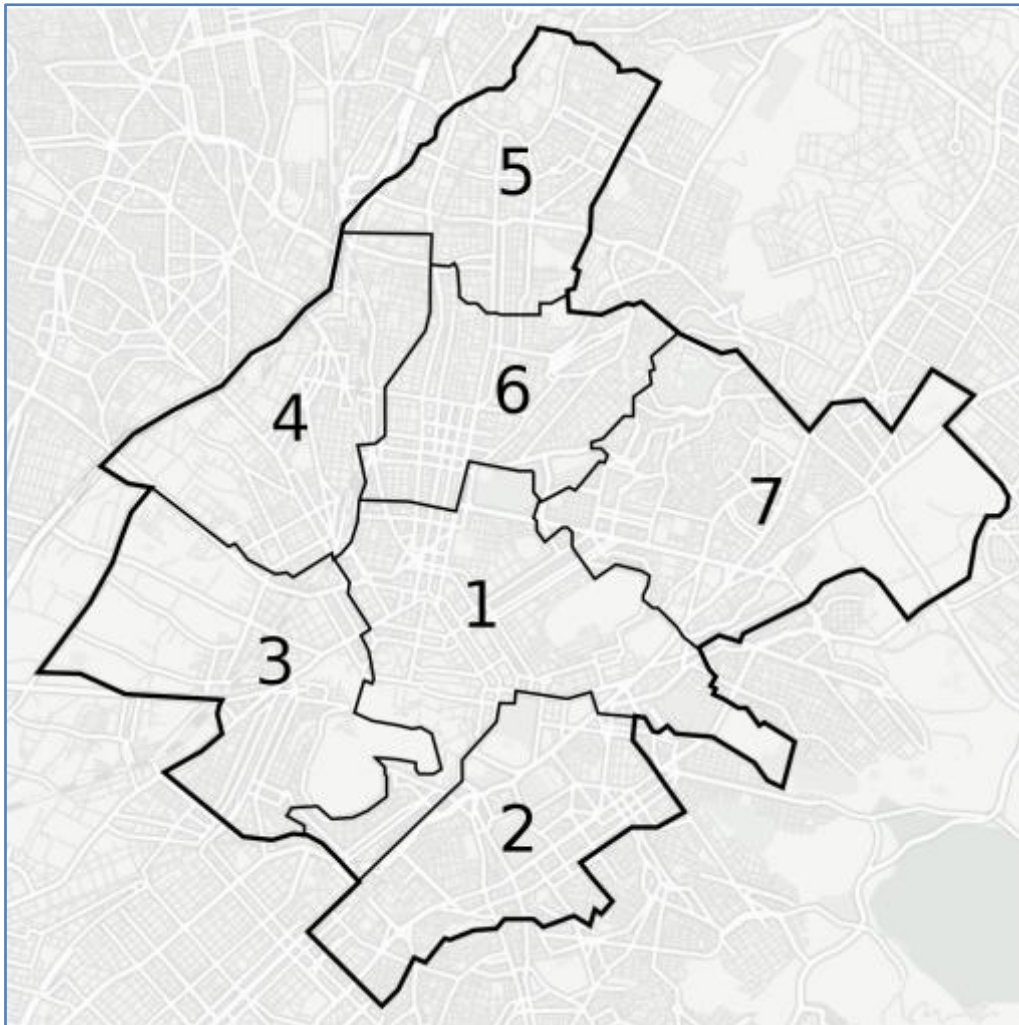
Το **4<sup>ο</sup> Δημοτικό Διαμέρισμα** περιλαμβάνει τις δυτικές συνοικίες (Κολωνός, Ακαδημία Πλάτωνος, Σεπόλια μέχρι Κάτω Πατήσια).

Το **5<sup>ο</sup> Δημοτικό Διαμέρισμα** περιλαμβάνει τις βορειοδυτικές συνοικίες (Κάτω Πατήσια μέχρι Προμπονά).

Το **6<sup>ο</sup> Δημοτικό Διαμέρισμα** περιλαμβάνει τις βορειοκεντρικές συνοικίες (Πλατεία Αττικής, Πλατεία Αμερικής, Κυψέλη).

Το **7<sup>ο</sup> Δημοτικό Διαμέρισμα** περιλαμβάνει τις βορειοανατολικές συνοικίες (Αμπελόκηποι, Γκύζη, Πολύγωνο, Πανόρμου, Ερυθρός Σταυρός, Γουδί, Ελληνορώσων).

Η γεωγραφική θέση των δημοτικών διαμερισμάτων φαίνεται στην παρακάτω εικόνα 3.3.



Εικόνα 3.3: Χάρτης Δημοτικών Διαμερισμάτων Δήμου Αθηναίων (Wikipedia)

### 3.2. Αποτελέσματα εικονικής απογραφής κατηγοριών περαστικών

Η συλλογή δεδομένων της απογραφής μέσω Google Street View πραγματοποιήθηκε το 2021 για όλα τα πεζοδρόμια της περιοχής μελέτης που φαίνεται στον χάρτη 3.1 με τη χρήση της διαδικασίας που αναφέρθηκε λεπτομερώς στο προηγούμενο κεφάλαιο. Τελικώς καταμετρήθηκαν οι μετακινούμενοι των 7 κατηγοριών (πεζοί, ποδηλάτες, καθήμενοι, καθήμενοι σε καθιστικό, άτομα με πατίνι, άτομα με αναπηρικό καροτσάκι, αθλούμενοι) για 5281 πεζοδρόμια και όλα τα δεδομένα εισήχθησαν στον πίνακα χαρακτηριστικών του επιπέδου στο ArcGIS, με τον μέσο όρο χρόνου που αφιερώθηκε για τις καταγραφές ανά πεζοδρόμιο να είναι περίπου τριάντα δευτερόλεπτα, με τα πεζοδρόμια που περιείχαν μεγάλο πλήθος μετακινούμενων να απαιτούν βέβαια αρκετά περισσότερο χρόνο.

Με τη χρήση αυτών των δεδομένων θα δημιουργηθούν στη συνέχεια κάποιοι χάρτες που θα παρουσιάζουν και οπτικά την απόδοση των αποτελεσμάτων στον χώρο.

Για τη συγκεκριμένη περιοχή μελέτης, το μεγαλύτερο πλήθος των φωτογραφιών του Google Street View ήταν τραβηγμένο τους καλοκαιρινούς μήνες του 2019, κυρίως Ιούλιο, καθώς και τον Αύγουστο του 2014, πρωινές και μεσημεριανές ώρες. Υπήρχαν κάποιες καταγραφές και από άλλες χρονικές περιόδους, όμως η πλειοψηφία ήταν από αυτές που αναφέρθηκαν.

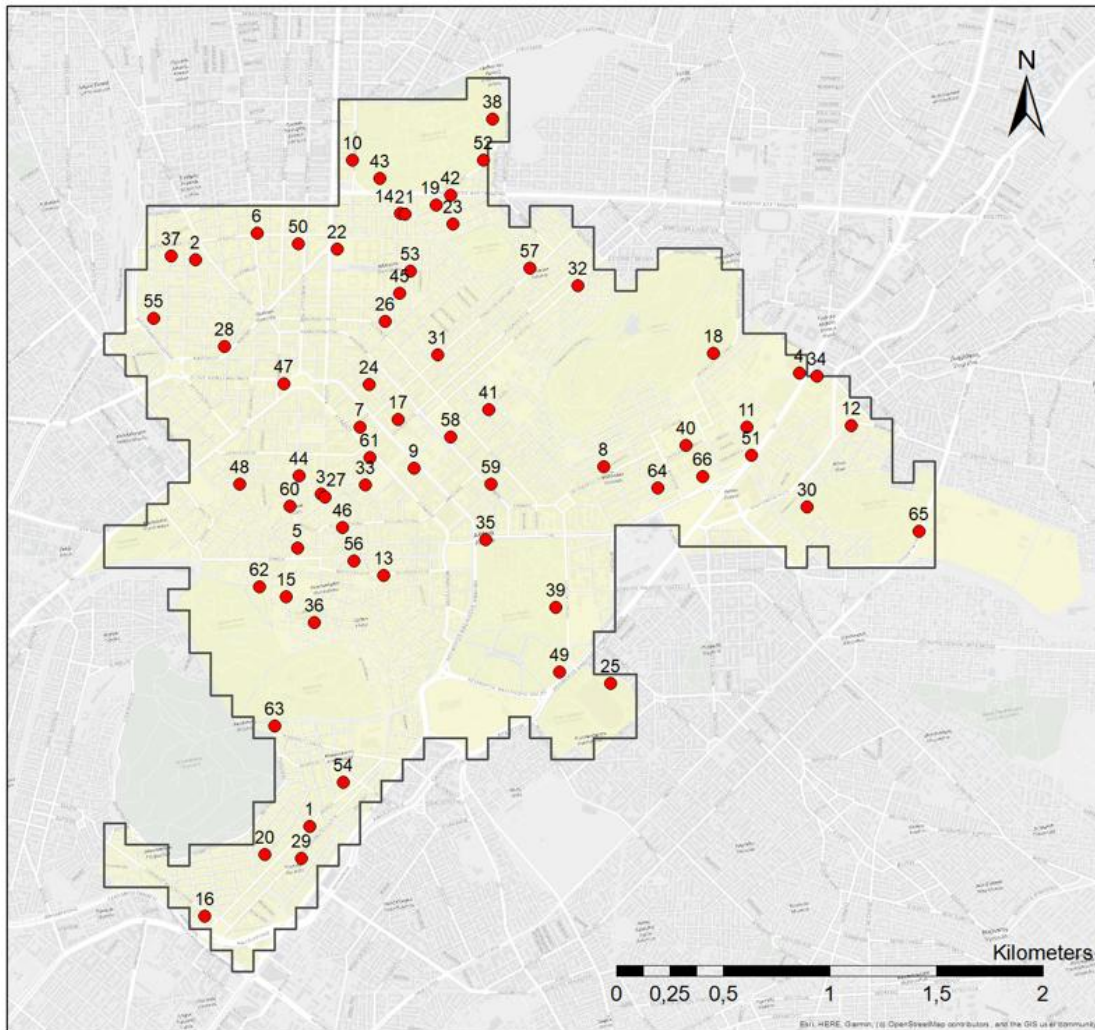
### **3.3. Έλεγχος αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων**

#### **3.3.1. Δημιουργία σημείων ελέγχου**

Στην περίπτωση της περιοχής μελέτης που αναφέρεται η παρούσα διπλωματική εργασία, το σύνολο των πεζοδρομίων που καταμετρήθηκαν ήταν 5281 και επιλέχθηκε διάστημα εμπιστοσύνης 95% και περιθώριο σφάλματος 12. Επομένως υπολογίστηκε το μέγεθος του δείγματος  $n = 66$  σημεία. Οι συγκεκριμένες τιμές για το επίπεδο εμπιστοσύνης και το περιθώριο σφάλματος επιλέχθηκαν και για πρακτικούς λόγους, καθώς θεωρήθηκε πως δίνουν επαρκή ακρίβεια στα αποτελέσματα, δίνοντας επίσης έναν διαχειρίσιμο αριθμό σημείων, τα οποία θα έπρεπε να καταμετρηθούν με επιτόπια αυτοψία από τον μελετητή.

Για την δημιουργία των σημείων χρησιμοποιήθηκε το ArcGIS και δημιουργήθηκαν 66 τυχαία σημεία εντός της περιοχής μελέτης. Τα σημεία φαίνονται στον παρακάτω χάρτη 3.2 με το κάθε ένα να έχει έναν αύξοντα αριθμό από το 1 έως το 66. Στη συνέχεια τα σημεία αντιστοιχήθηκαν με το πιο κοντινό σε αυτά κομμάτι πεζοδρομίου και τους ανατέθηκε το «OBJECTID» του. Εισήχθησαν στα 66 σημεία οι πληροφορίες για τους πεζούς και τις υπόλοιπες κατηγορίες που είχαν μετρηθεί στο Google Street View και θα γίνει σύγκριση με τα δεδομένα που θα μετρηθούν στην επί τόπου αυτοψία των σημείων για να παραχθεί ο συντελεστής συσχέτισης Spearman.





Χάρτης 3.2: Χάρτης των τυχαίων σημείων που δημιουργήθηκαν

Το κάθε σημείο του χάρτη 3.2 αντιστοιχεί στις οδούς που φαίνονται στον παρακάτω πίνακα 3.1.

α/α	Οδός Σημείου	α/α	Οδός Σημείου
1	ΒΕΙΚΟΥ	34	ΛΟΥΡΟΥ
2	ΘΡΑΚΗΣ	35	ΒΑΣΙΛΙΣΣΗΣ ΣΟΦΙΑΣ
3	ΑΙΟΛΟΥ	36	ΛΥΣΙΟΥ
4	ΒΑΣΙΛΙΣΣΗΣ ΣΟΦΙΑΣ	37	ΝΙΚΟΜΗΔΕΙΑΣ
5	ΑΘΗΝΑΣ	38	ΜΟΥΣΤΟΕΥΔΗ
6	ΗΠΕΙΡΟΥ	39	ΗΡΩΔΟΥ ΑΤΤΙΚΟΥ
7	ΑΡΣΑΚΗ	40	ΠΑΤΕΡΑ
8	ΧΑΡΗΤΟΣ	41	ΣΙΝΑ
9	ΒΕΝΙΖΕΛΟΥ ΕΛ	42	ΑΛΕΞΑΝΔΡΑΣ
10	ΜΑΥΡΟΜΜΑΤΑΙΩΝ	43	ΑΛΕΞΑΝΔΡΑΣ
11	ΜΠΕΝΣΗ	44	ΑΘΗΝΑΣ
12	ΑΛΚΑΙΟΥ	45	ΣΤΟΥΡΝΑΡΑ
13	ΜΗΤΡΟΠΟΛΕΩΣ	46	ΚΟΛΟΚΟΤΡΩΝΗ
14	ΜΕΤΣΟΒΟΥ	47	ΑΓΙΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ
15	ΑΡΕΩΣ	48	ΕΥΡΙΠΙΔΟΥ
16	ΣΟΦΙΑΝΟΥ	49	ΛΕΩΦ. ΒΑΣ. ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ

17	ΠΗΠΟΚΡΑΤΟΥΣ	50	3ΗΣ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ
18	ΑΘΗΝΑΙΩΝ ΕΦΗΒΩΝ	51	ΒΑΣΙΛΙΣΣΑΣ ΣΟΦΙΑΣ
19	ΣΚΥΛΙΤΣΗ	52	ΜΠΟΥΣΓΟΥ
20	ΖΑΧΑΡΙΤΣΑ	53	ΤΟΣΙΤΣΑ
21	ΝΟΤΑΡΑ	54	ΤΣΑΜΗ ΚΑΡΑΤΑΣΗ
22	ΠΑΤΗΣΙΩΝ	55	ΣΑΜΟΥ
23	ΙΟΥΣΤΙΝΙΑΝΟΥ	56	ΕΡΜΟΥ
24	ΦΕΙΔΙΟΥ	57	ΤΡΙΚΟΥΠΗ ΧΑΡ
25	ΑΓΡΑΣ	58	ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ
26	ΚΩΛΕΤΤΗ	59	ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ
27	ΑΙΟΛΟΥ	60	ΠΑΛΛΑΔΟΣ
28	ΟΥΓΚΩ	61	ΣΤΑΔΙΟΥ
29	ΔΗΜΗΤΡΑΚΟΠΟΥΛΟΥ Ν	62	ΑΔΡΙΑΝΟΥ
30	ΔΡΑΓΟΥΜΗ	63	ΔΙΟΝΥΣΙΟΥ ΑΡΕΟΠΑΓΙΤΟΥ
31	ΤΡΙΚΟΥΠΗ ΧΑΡ	64	ΥΨΗΛΑΝΤΟΥ
32	ΚΟΣΜΑ ΜΕΛΩΔΟΥ	65	ΟΥΛΩΦ ΠΑΛΜΕ
33	ΠΑΛΑΙΩΝ ΠΑΤΡΩΝ ΓΕΡΜΑΝΟΥ	66	ΥΨΗΛΑΝΤΟΥ

Πίνακας 3.1: Οδοί που αντιστοιχούν στο κάθε σημείο

### 3.3.2. Επιτόπιος έλεγχος: Καταμέτρηση μετακινούμενων

Η επί τόπου αυτοψία των σημείων πραγματοποιήθηκε τον Αύγουστο του 2021 και στα 66 πεζοδρόμια που αντιστοιχούν στα σημεία που φαίνονται στον παραπάνω χάρτη 3.2. Για την καταμέτρηση των ατόμων χρησιμοποιήθηκαν οι ίδιες κατηγορίες όπως και στην καταμέτρηση στο Google Street View, δηλαδή καταμετρήθηκαν οι πεζοί, οι καθήμενοι, οι καθήμενοι σε καθιστικό, οι ποδηλάτες, τα άτομα με αναπηρικό καροτσάκι, τα άτομα με πατίνι και οι αθλούμενοι για κάθε ένα από τα σημεία.

Η καταμέτρηση έγινε για χρονικό διάστημα αντίστοιχο με αυτό της κάμερας της Google, δηλαδή από 2 έως 5 λεπτά ανάλογα το σημείο και το μήκος του κάθε πεζοδρομίου. Επίσης δόθηκε ιδιαίτερη σημασία στο να είναι παρόμοιες οι συνθήκες με αυτές που φαίνονται στην κάμερα της Google και να μην επηρεάζεται η κίνηση του κόσμου από εξωγενείς παράγοντες όπως η εποχή, ο καιρός ή κάποια αργία. Οι περισσότερες λήψεις από την Google έγιναν είτε τον Ιούλιο του 2019, είτε τον Αύγουστο του 2014, οπότε η εποχή ήταν η ίδια, καλοκαίρι. Επίσης επιλέχθηκαν εργάσιμες ημέρες εντός της εβδομάδας, όπου τα καταστήματα ήταν σε λειτουργία, ο καιρός ήταν ηλιόλουστος και οι ώρες ήταν πρωινές ή μεσημεριανές από τις 10 π.μ. έως τις 3 μ.μ.

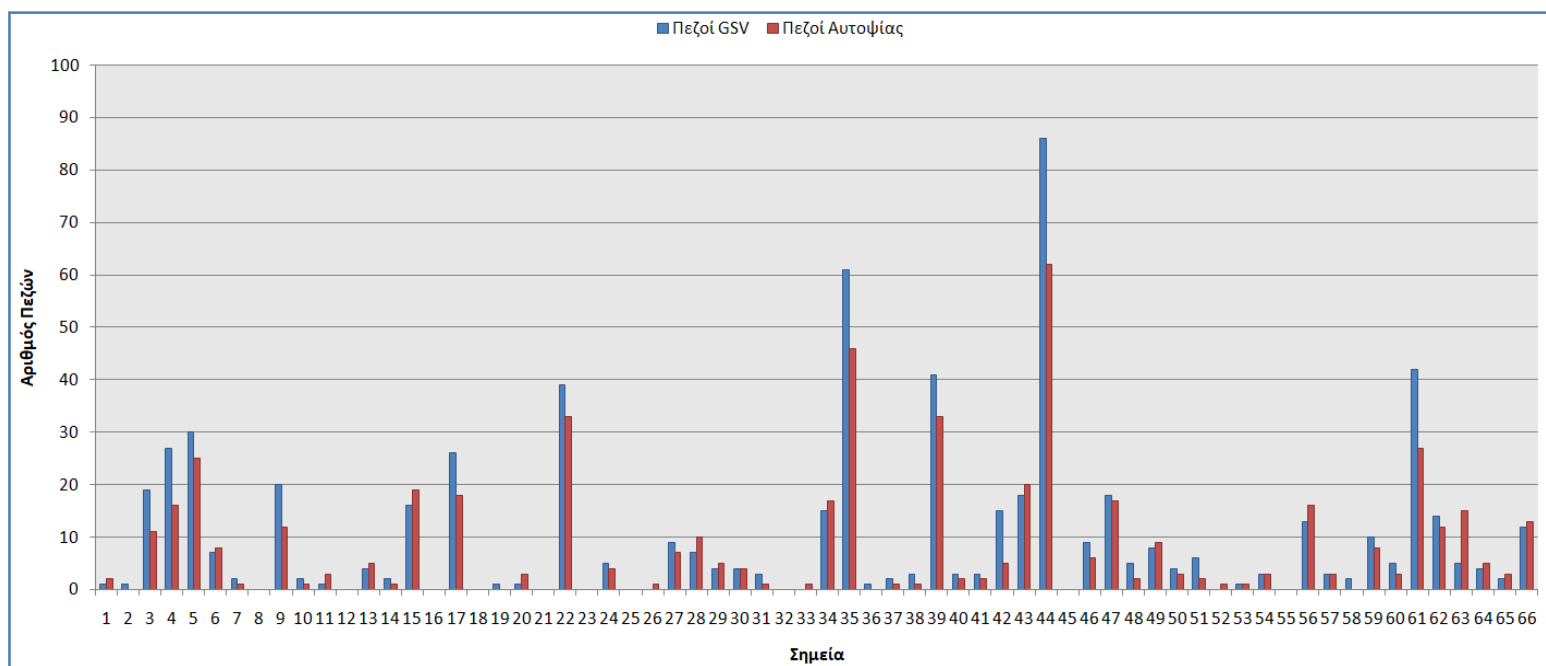
Για την καταμέτρηση χρησιμοποιήθηκε αυτοκίνητο για την εύκολη μετακίνηση από σημείο σε σημείο και τα αποτελέσματα εισάγονταν επί τόπου στο layer «points» στο ArcGIS με τη χρήση φορητού υπολογιστή. Τα αποτελέσματα της επί τόπου αυτοψίας έχουν τη μορφή που φαίνεται στον παρακάτω Πίνακα 3.2, όπου η στήλη Pezoi\_REAL αναφέρεται στον αριθμό των πεζών που καταγράφηκαν ανά

πεζοδρόμιο κατά την επιτόπια αυτοψία, ενώ οι επόμενες στήλες αναφέρονται στις υπόλοιπες κατηγορίες, και θα χρησιμοποιηθούν για την εξαγωγή του συντελεστή συσχέτισης Spearman.

CID	StreetName,C,80	PEZOI,N,5,0	P	K	K	P	A	A	Pezoi_REAL	P	K	K	P	A	Atf
1447	ΒΕΙΚΟΥ	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
2968	ΘΡΑΚΗΣ	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4233	ΑΙΟΛΟΥ	19	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0
2388	ΒΑΣΙΛΙΣΣΑΣ ΣΟΦΙΑΣ	27	0	0	1	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0
4081	ΑΘΗΝΑΣ	30	0	4	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0
3043	ΗΠΕΙΡΟΥ	7	0	2	0	0	0	0	8	0	5	0	0	0	0
4773	ΑΡΣΑΚΗ	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
2179	ΧΑΡΗΤΟΣ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4764	ΒΕΝΙΖΕΛΟΥ ΕΛ	20	0	2	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0
3161	ΜΑΥΡΟΜΜΑΤΑΙΩΝ	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
2229	ΜΠΕΝΣΗ	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
2159	ΑΛΚΑΙΟΥ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3908	ΜΗΤΡΟΠΟΛΕΩΣ	4	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0
4642	ΜΕΤΣΟΒΟΥ	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
3937	ΑΡΕΩΣ	16	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0

Πίνακας 3.2: Παράδειγμα της μορφής των αποτελεσμάτων των μετρήσεων για τα 66 τυχαία σημεία

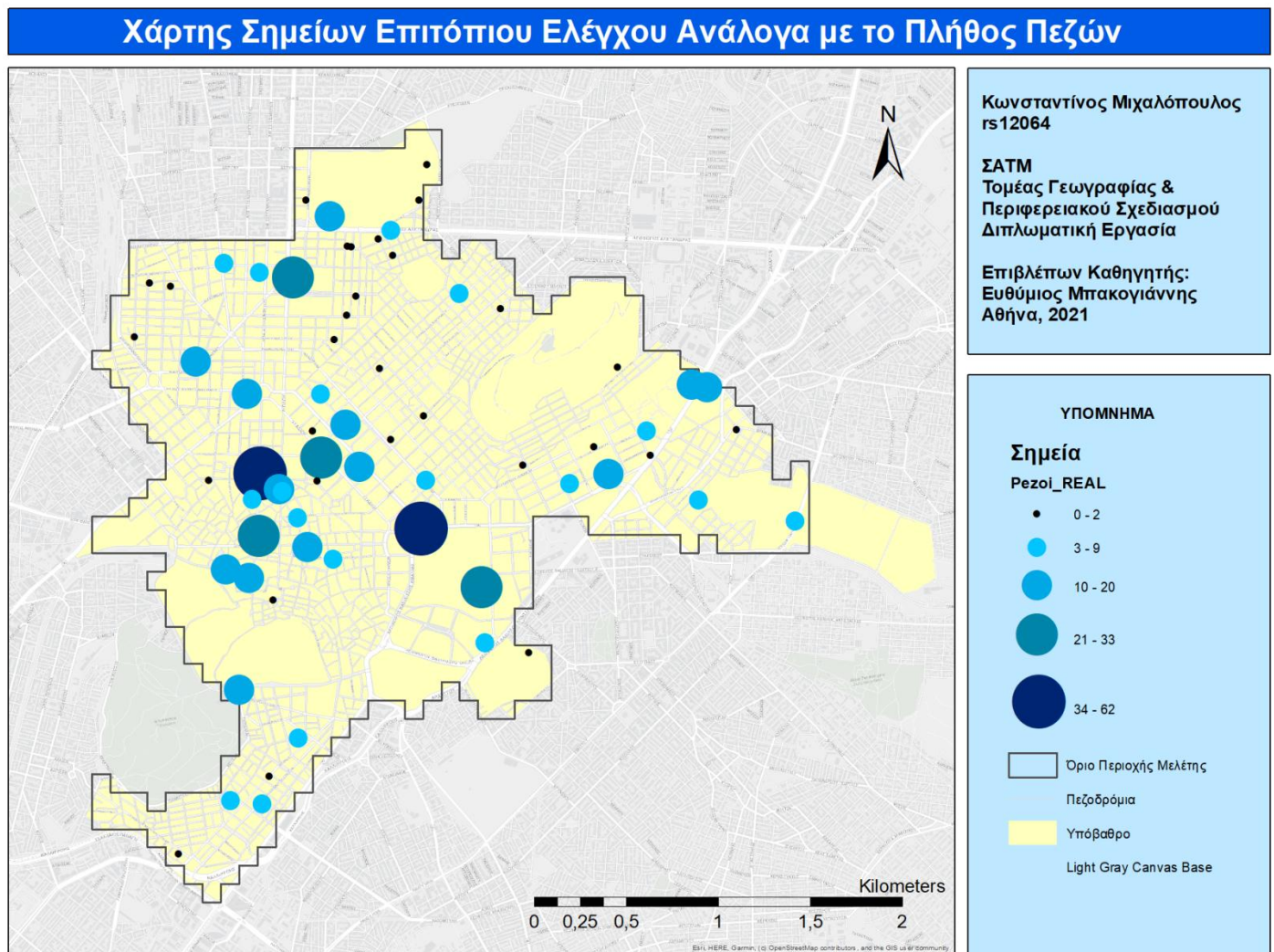
Στο διάγραμμα που ακολουθεί (Εικόνα 3.4) παρουσιάζονται, για τα 66 σημεία, τα αποτελέσματα της απογραφής μέσω GSV και τα αποτελέσματα της επί τόπου αυτοψίας σε μορφή στηλών για την κατηγορία των πεζών. Η αρίθμηση στον άξονα των x αναφέρεται στο κάθε σημείο και είναι η ίδια που φαίνεται στον Χάρτη 3.2 και στον Πίνακα 3.1.



Εικόνα 3.4: Διάγραμμα Σύγκρισης Πεζών GSV-Αυτοψίας

Σε αυτό το διάγραμμα φαίνεται σε πρώτη φάση η τάση των 2 πληθυσμών να ακολουθούν παρόμοιες αυξητικές ή μειωτικές τάσεις, ανάλογα με το κάθε σημείο.

Με βάση τα δεδομένα της αυτοψίας δημιουργήθηκε και ο παρακάτω χάρτης 3.3 στον οποίο παρουσιάζονται και πιο αναλυτικά τα 66 σημεία κατηγοριοποιημένα με διαφορετικά μεγέθη με βάση την κατηγορία των πεζών στην πραγματικότητα (Pezoi\_REAL), έτσι ώστε να δοθεί μία πιο ουσιαστική απεικόνιση των αποτελεσμάτων της επιτόπιας αυτοψίας που πραγματοποιήθηκε.



**Χάρτης 3.3: Σημεία Επιτόπιου Ελέγχου Ανάλογα με το Πλήθος Πεζών**

Στον Χάρτη 3.3 γίνεται αντιληπτό ότι τα 66 σημεία που δημιουργήθηκαν μέσω της τυχαίας δειγματοληψίας και στα οποία έγινε επιτόπια καταμέτρηση των δεδομένων, έχουν χωριστεί σε 5 κατηγορίες, ανάλογα με τον αριθμό των πεζών που καταμετρήθηκαν σε καθένα από αυτά. Αυτές η κατηγορίες είναι 0-2, 3-9, 10-20, 21-33 και 34-62.

Μέσω αυτής της οπτικής απεικόνισης των αποτελεσμάτων του επιτόπιου ελέγχου, είναι πιο εύκολο να εξαχθούν κάποια συμπεράσματα. Μπορεί να παρατηρηθεί ότι στα περισσότερα πεζοδρόμια που ελέγχθηκαν, ο αριθμός των πεζών εντάσσεται στις 3 πρώτες κατηγορίες. Στις περιπτώσεις που ο αριθμός των πεζών υπερβαίνει τους 20, που είναι το όριο της 3<sup>ης</sup> κατηγορίας, τα σημεία αυτά αφορούν κυρίως πεζοδρόμια ιδιαίτερου ενδιαφέροντος σε κεντρικά σημεία της πόλης. Αυτά τα πεζοδρόμια μπορούν να βρίσκονται σε σημαντικές κυκλοφοριακές αρτηρίες, όπως στην Λεωφόρο Βασιλίσσης Σοφίας, σε σημεία με έντονο εμπορικό ενδιαφέρον, όπως στην Οδό Αθηνάς, αλλά και σε σημεία με έντονο τουριστικό ενδιαφέρον, όπως έξω από το Αρχαιολογικό μουσείο στην Οδό Πατησίων.

Γενικώς πάντως, παρατηρείται μία αύξηση του αριθμού των πεζών στις περιοχές πλησίον του κεντρικού εμπορικού πυρήνα, κάτι που σε πρώτη φάση ήταν αναμενόμενο και ταυτίζεται με την εικόνα της απογραφής μέσω Google Street View.

### 3.3.2. Έλεγχος αξιοπιστίας εικονικής απογραφής

Η περαιτέρω σύγκριση των αποτελεσμάτων της καταμέτρησης μέσω Google Street View και μέσω επιτόπιας αυτοψίας θα γίνει με τη χρήση του Συντελεστή Συσχέτισης Spearman και μέσω αυτού θα φανεί κατά πόσον οι μετρήσεις συσχετίζονται και εάν ακολουθούν μία παρόμοια τάση αυξομειώσεων.

Ο συντελεστής συσχέτισης Spearman μπορεί να υπολογιστεί μέσω του Microsoft Excel. Για την περίπτωση των σημείων στα οποία πραγματοποιήθηκε η επί τόπου αυτοψία, έγινε η εξαγωγή των δεδομένων τους από το ArcGIS σε αρχείο συμβατό με το Excel. Εκεί εισήχθησαν τα δεδομένα και για τις 7 κατηγορίες που μετρήθηκαν τόσο στο Google Street View, όσο και από κοντά για να γίνει η σύγκριση μεταξύ τους.

Η συνάρτηση για την εξαγωγή του συντελεστή συσχέτισης στο Excel έχει την μορφή: =CORREL(array1;array2) και όπου array1 και array2 εισάγονται τα κελιά των πληθυσμών προς σύγκριση. Αρχικά εφαρμόστηκε η συνάρτηση μόνο για την κατηγορία των πεζών που περιέχει το μεγαλύτερο πλήθος των πληροφοριών.

Σε αυτήν την περίπτωση υπολογίστηκε:

**Συντελεστής Συσχέτισης Spearman Πεζών: 0,97098**

Εν συνεχεία εφαρμόστηκε η ίδια συνάρτηση για το σύνολο των 7 κατηγοριών μαζί (Πεζοί, καθήμενοι, καθήμενοι σε καθιστικό, ποδηλάτες, άτομα με αναπηρικό καροτσάκι, άτομα με πατίνι, αθλούμενοι).

Σε αυτήν την περίπτωση υπολογίστηκε:

**Συντελεστής Συσχέτισης Spearman Συνολικός: 0,97114**

Η πρώτη παρατήρηση που αντλείται είναι ότι οι συντελεστές είναι πάρα πολύ κοντά στο 1 που σημαίνει ότι οι δύο πληθυσμοί έχουν πολύ ισχυρή θετική συσχέτιση. Άρα όταν ο πληθυσμός που μετρήθηκε μέσω Google Street View παρουσιάζει αυξητική ή μειωτική τάση, την ίδια τάση παρουσιάζει και ο πληθυσμός που μετρήθηκε με επί τόπου αυτοψία. Δηλαδή στα πεζοδρόμια που παρατηρήθηκε μεγάλο πλήθος κόσμου, το ίδιο παρατηρήθηκε και στην πραγματικότητα. Το ίδιο ισχύει και σε αυτά με πολύ μικρή κίνηση κόσμου.

Μία άλλη παρατήρηση είναι ότι οι δύο συντελεστές που μετρήθηκαν, ένας μόνο για τους πεζούς και ένας για όλες τις κατηγορίες μαζί, παρουσιάζουν ελάχιστη απόκλιση μεταξύ τους, πράγμα που δείχνει ότι η κατηγορία των πεζών, έχοντας το μεγαλύτερο πλήθος της πληροφορίας είναι από μόνη της αρκετή για να δώσει έναν ικανοποιητικό συντελεστή συσχέτισης. Όμως, έστω και ελάχιστα, ο συντελεστής για το σύνολο των κατηγοριών πλησιάζει περισσότερο στο 1 οπότε, σε αυτήν την περίπτωση οι υπόλοιπες κατηγορίες συμβάλλουν στο να είναι η συσχέτιση ακόμη πιο ισχυρή.

Εφόσον ο συντελεστής συσχέτισης Spearman που υπολογίστηκε είναι εξαιρετικά κοντά στο 1 για το πλήθος δείγματος 66 σημείων που χρησιμοποιήθηκε, είναι ασφαλής η υπόθεση ότι στην περίπτωση που χρησιμοποιούταν και μεγαλύτερο πλήθος σημείων, τότε ο συντελεστής μπορεί να παρουσίαζε μία μείωση στην τιμή του, αλλά και πάλι θα βρισκόταν πάνω από το όριο του 0,7 ή 0,8 που καθορίζει ισχυρά συσχετισμένους τους πληθυσμούς, αξιόπιστα και αποδεκτά τα αποτελέσματα της μελέτης.

### **3.4. Χαρτογράφηση**

Εφόσον επιβεβαιώθηκε μέσω του συντελεστή συσχέτισης Spearman ότι τα πληθυσμιακά στοιχεία που καταμετρήθηκαν μέσω Google Street View είναι αξιόπιστα και έγιναν αποδεκτά, τότε αυτά θα χρησιμοποιηθούν για την δημιουργία κάποιων χαρτών που θα παρουσιάζουν με μεγαλύτερη λεπτομέρεια την συγκέντρωση των ατόμων εντός της περιοχής μελέτης.

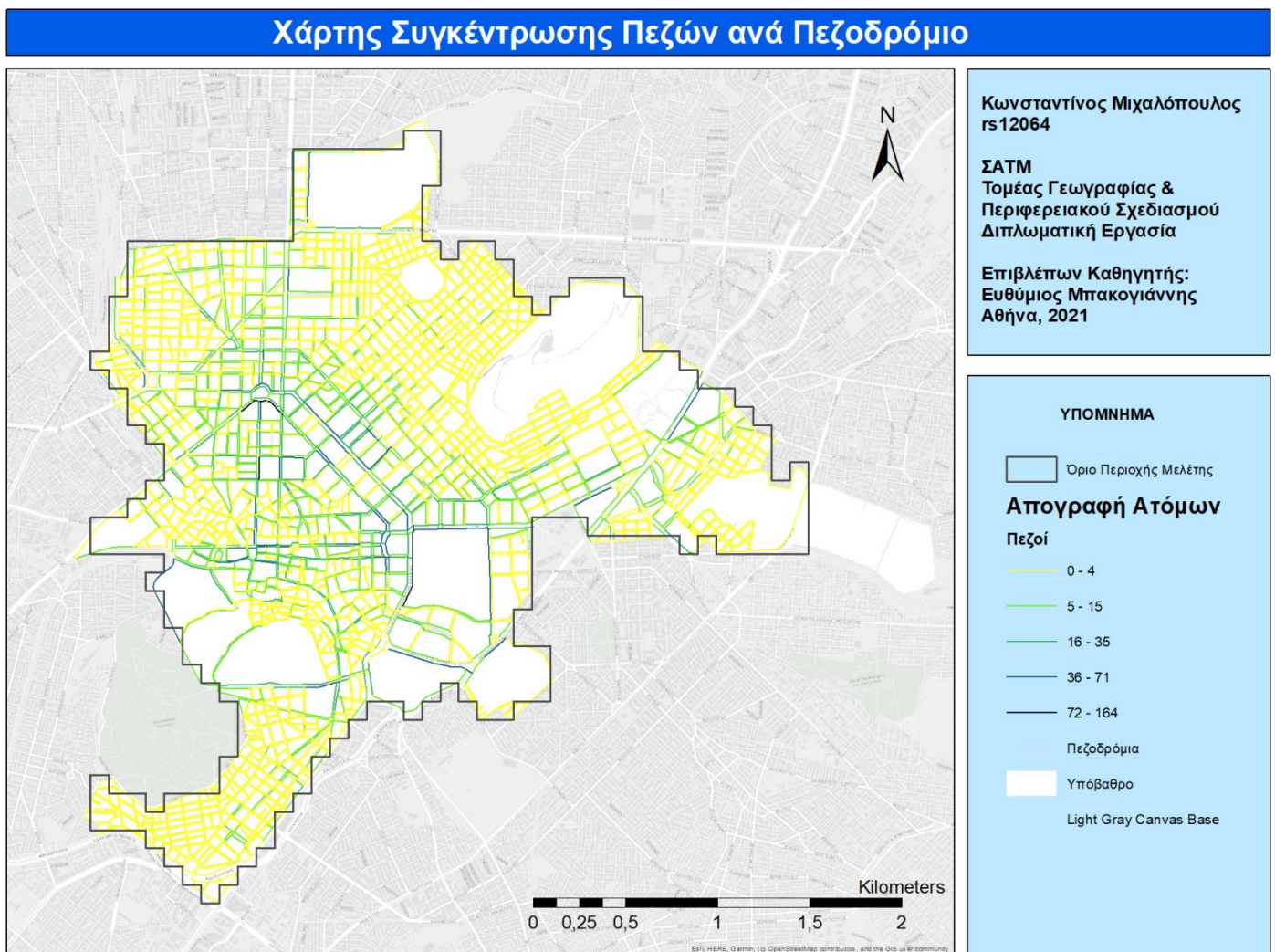
Οι περισσότεροι χάρτες που θα δημιουργηθούν θα λάβουν ως κύρια πληροφορία την κατηγορία των πεζών που καταμετρήθηκαν μέσω του Google Street View, καθώς θεωρείται πως αυτή η κατηγορία εμπεριέχει το μεγαλύτερο ποσοστό των δεδομένων και είναι ικανή να δώσει μια ικανοποιητική απόδοση των αποτελεσμάτων.

#### **3.4.1. Χάρτες συγκέντρωσης μετακινούμενων ανά πεζοδρόμιο**

Σε πρώτη φάση δημιουργήθηκαν χάρτες που παρουσιάζουν χωρικά την συγκέντρωση των ατόμων για τις διάφορες κατηγορίες που καταμετρήθηκαν.

## 1) Χάρτης συγκέντρωσης πεζών ανά πεζοδρόμιο

Σε αυτόν τον χάρτη παρουσιάζεται κλιμακωτά η συγκέντρωση των πεζών ανά πεζοδρόμιο. Ξεκινώντας από το ανοιχτό κίτρινο και φτάνοντας μέχρι το σκούρο μπλε, το κάθε πεζοδρόμιο έχει ενταχθεί σε μία εκ πέντε κλάσεων ανάλογα με τον αριθμό των πεζών που είχαν καταμετρηθεί μέσα σε αυτό. Οι κλάσεις επιλέχθηκαν με τη μέθοδο Natural Breaks και είναι 0-4, 5-15, 16-35, 36-71 και 72-164 και το χρώμα του πεζοδρομίου που εμφανίζεται στον χάρτη σκουραίνει ανάλογα με το πόσο μεγάλη είναι η κλάση στην οποία εντάσσεται, όπως φαίνεται στο υπόμνημα.



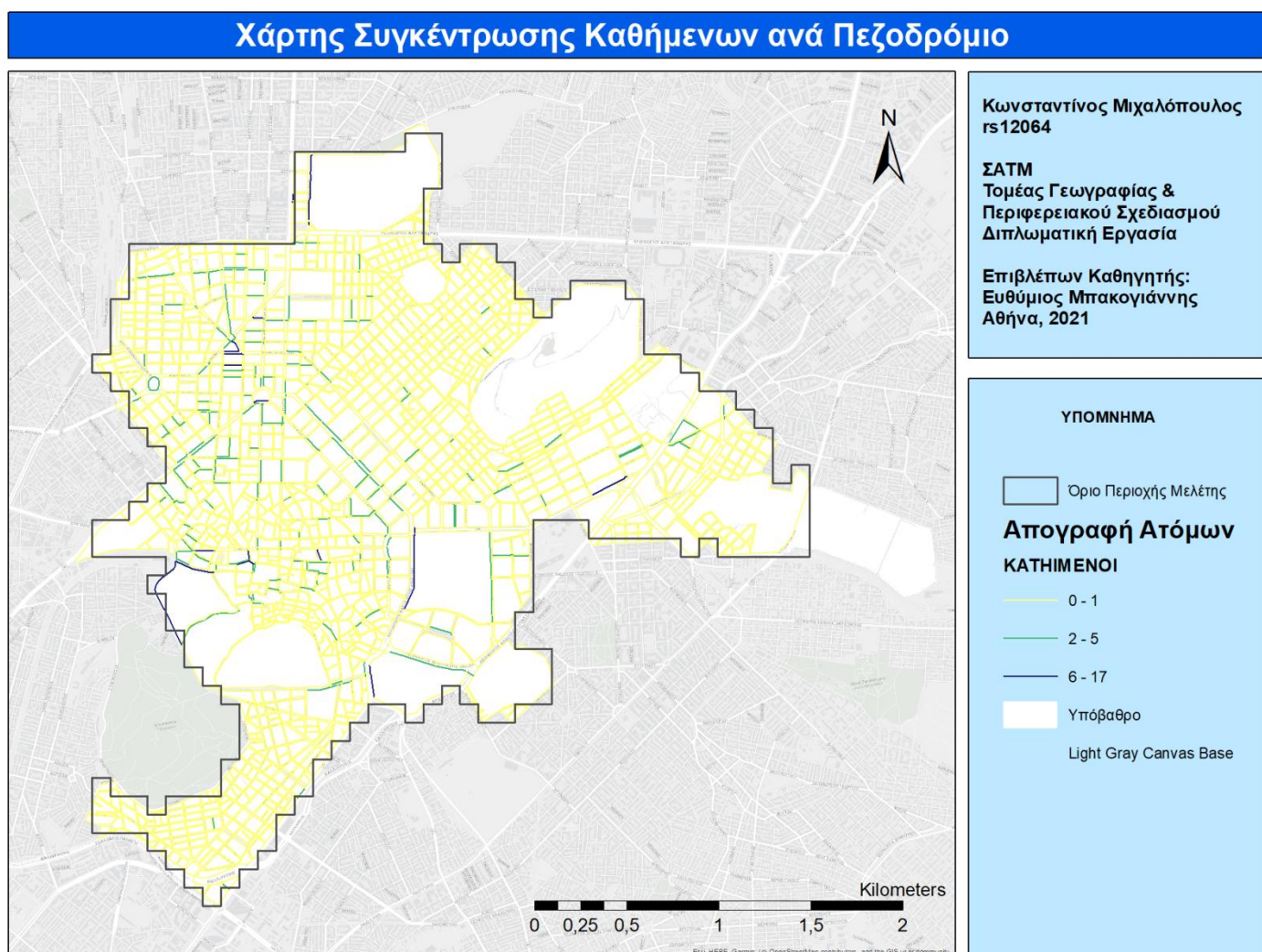
Χάρτης 3.4: Χάρτης Συγκέντρωσης Πεζών ανά Πεζοδρόμιο

Μέσω του χάρτη 3.4, είναι δυνατόν κάποιος εύκολα να παρατηρήσει πως η μεγαλύτερη συγκέντρωση των πεζών στην περιοχή μελέτης υπάρχει στους πιο κεντρικούς δρόμους της Αθήνας, δηλαδή σε δρόμους που είναι κύριοι άξονες για τη μετακίνηση μέσα στην πόλη, όπως η Πλατεία Ομονοίας, η οδός Σταδίου, η οδός Πανεπιστημίου, η οδός Αθηνάς, η Λεωφόρος Αμαλίας αλλά και σε περιοχές με

έντονο τουριστικό ενδιαφέρον όπως η Πλατεία Συντάγματος, η Πλατεία Μοναστηρακίου, το Καλλιμάρμαρο και το Θησείο.

Γενικώς πάντως η κίνηση στο κέντρο είναι πιο αυξημένη σε σχέση με πιο απόκεντρες περιοχές όπως το Κουκάκι, τα Εξάρχεια και τα Ιλίσια, όπου παρατηρείται ελαττωμένη κίνηση ανά πεζοδρόμιο, με μικρές εξαιρέσεις σε σημαντικά σημεία της κάθε περιοχής.

## 2) Χάρτης συγκέντρωσης καθήμενων ανά πεζοδρόμιο



Χάρτης 3.5: Χάρτης Συγκέντρωσης Καθήμενων ανά Πεζοδρόμιο

Ο χάρτης 3.5 παρουσιάζει τη συγκέντρωση των καθήμενων ανά πεζοδρόμιο εντός της περιοχής μελέτης. Η συγκεκριμένη κατηγορία αναφέρεται σε άτομα που κάθονται σε κάποιο σημείο του πεζοδρομίου, το οποίο όμως δεν είναι κάποιου είδους δημόσιο καθιστικό (π.χ. παγκάκι, ειδικό πεζούλι κτλ.). Στον συγκεκριμένο χάρτη οι



κλάσεις στις οποίες διαχωρίστηκαν οι καταμετρημένοι διερχόμενοι είναι 3, οι 0-1, 2-5 και 6-17.

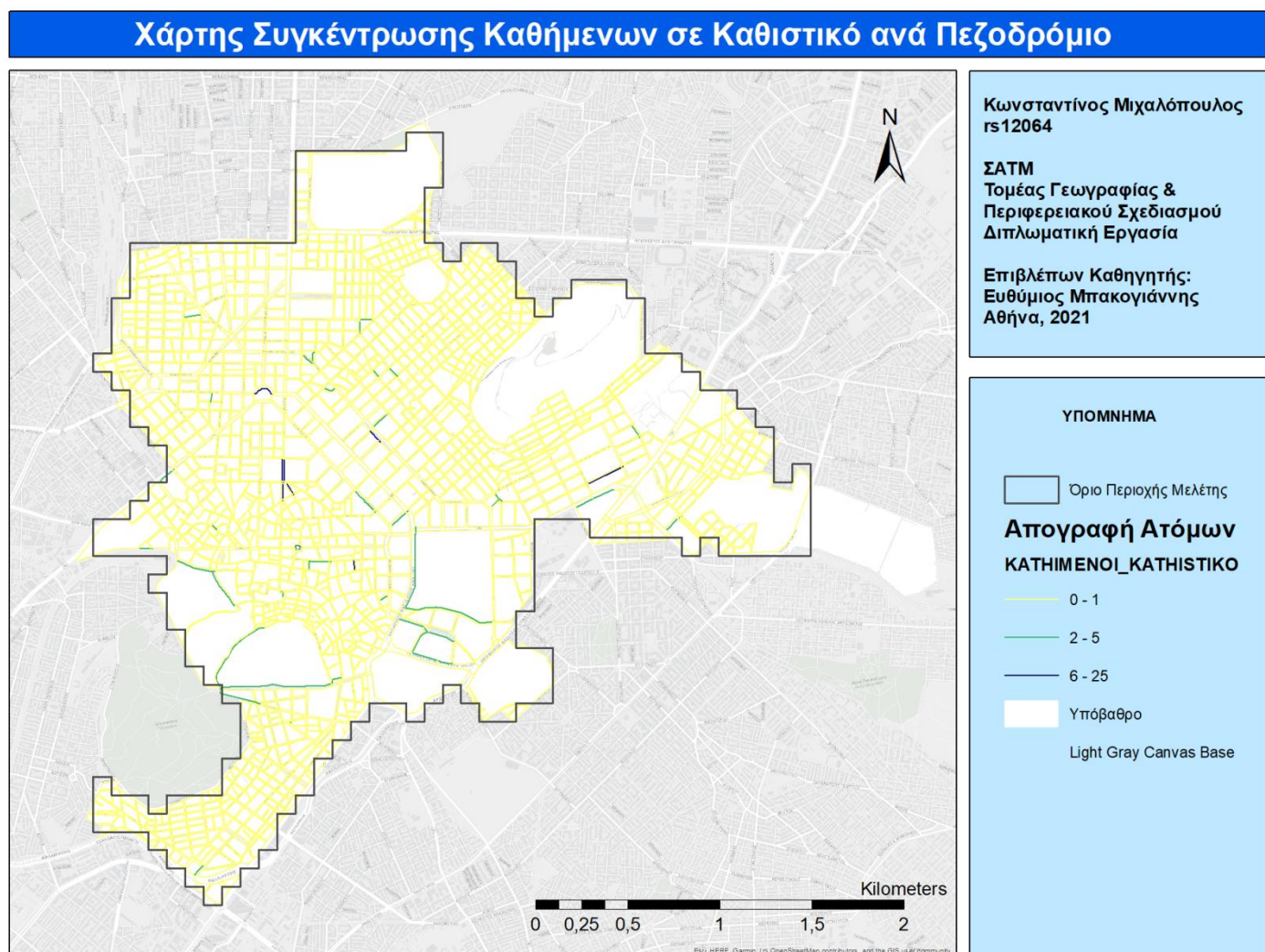
Σε πρώτη φάση γίνεται η παρατήρηση ότι η μεγάλη συσσώρευση των μετρήσεων παρουσιάζεται και πάλι στις περιοχές του Κέντρου, όπως και στον αντίστοιχο χάρτη για την κατηγορία των πεζών.

Πιο συγκεκριμένα, μεγάλο πλήθος πληροφορίας υπάρχει στις περιοχές πλησίον του εμπορικού τριγώνου (Πλατεία Συντάγματος, Πλατεία Ομονοίας, Πλατεία Μοναστηρακίου), καθώς και στις περιοχές πλησίον του Πολυτεχνείου. Αυτή η συσσώρευση μπορεί να είναι αποτέλεσμα ενός συνόλου παραγόντων.

Αρχικά, καθώς η συγκεκριμένη περιοχή είναι περιοχή έντονου εμπορικού και τουριστικού ενδιαφέροντος, ενώ τα δημόσια καθιστικά εντός της είναι περιορισμένα, πολύς κόσμος κάθεται για να ξεποστάσει σε σημεία που δεν είναι σχεδιασμένα για αυτό, όπως σκάλες στην είσοδο πολυκατοικιών ή περβάζια.

Επιπλέον, η μεγάλη συγκέντρωση ατόμων οδηγεί και σε συγκέντρωση παράνομων εμπόρων του δρόμου ή επαιτών, ενώ σημαντικός είναι και ο αριθμός ατόμων μειονοτήτων και αστέγων εντός αυτής της περιοχής, γεγονός που συμβάλλει στην αύξηση των καταμετρήσεων της συγκεκριμένης κατηγορίας.

### 3) Χάρτης συγκέντρωσης καθήμενων σε καθιστικό ανά πεζοδρόμιο



**Χάρτης 3.6: Χάρτης Συγκέντρωσης Καθήμενων σε Καθιστικό ανά Πεζοδρόμιο**

Ο χάρτης 3.6 παρουσιάζει τη συγκέντρωση των καθήμενων σε καθιστικό ανά πεζοδρόμιο εντός της περιοχής μελέτης. Η συγκεκριμένη κατηγορία αναφέρεται σε άτομα που κάθονται σε κάποιο σημείο του πεζοδρομίου το οποίο είναι κάποιου είδους δημόσιο καθιστικό και έχει σχεδιαστεί και τοποθετηθεί εκεί για να κάθονται οι περαστικοί (π.χ. παγκάκι, ειδικό πεζούλι κ.τ.λ.). Όπως και στον προηγούμενο χάρτη 3.5, οι κλάσεις είναι 3, οι 0-1, 2-5 και 6-25.

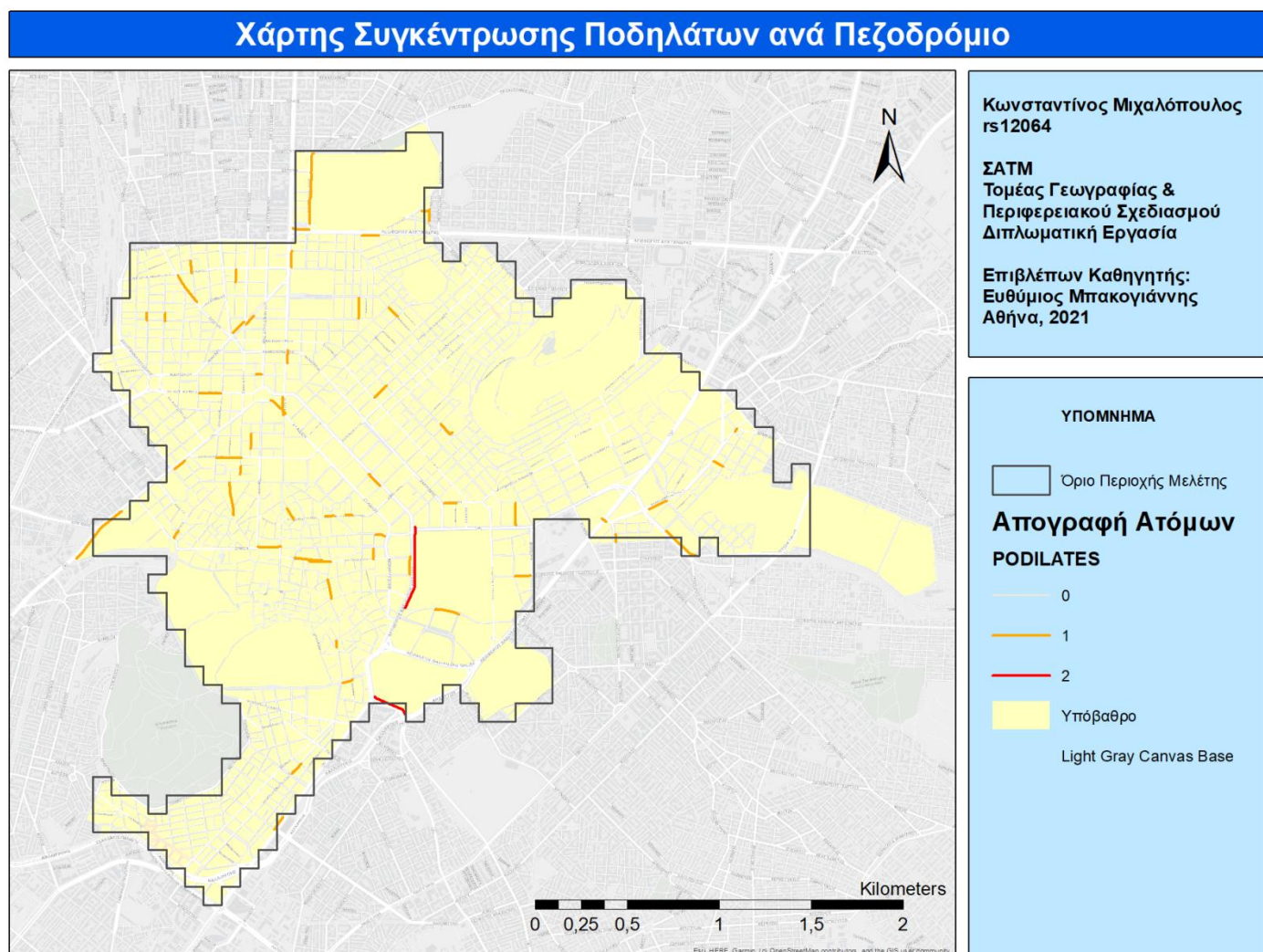
Με μία πρώτη ματιά είναι εμφανές ότι το σύνολο των καταγραφών σε αυτόν τον χάρτη είναι αρκετά μικρότερο από τους αντίστοιχους χάρτες για τις προηγούμενες κατηγορίες. Αυτό είναι ευκόλως εξηγήσιμο καθώς, στην συντριπτική πλειοψηφία τους, τα πεζοδρόμια της Αθήνας δεν έχουν μεγάλο αριθμό δημοσίων καθιστικών.

Επομένως, οι καταγραφές για αυτήν την κατηγορία θα περιοριστούν κυρίως σε σημεία που είναι σχεδιασμένα για την συγκέντρωση πλήθος κόσμου σε αυτά, όπως πλατείες, πάρκα, πεζόδρομοι, αγορές και σημεία τουριστικού ενδιαφέροντος.

Στην περιοχή μελέτης, τα πεζοδρόμια που εντάσσονται στην 3<sup>η</sup> κλάση είναι στην Οδό Αιόλου, που είναι πεζόδρομος, στην Οδό Ακαδημίας, στην Πλατεία Ομονοίας και στην Οδό Υψηλάντου, που υπάρχει ένα μικρό πάρκο. Όλα αυτά είναι σημεία όπου υπάρχουν πολλά δημόσια καθιστικά. Μικρότερες συγκεντρώσεις, που εντάσσονται στην 2<sup>η</sup> κλάση, υπάρχουν σε όλη την έκταση της περιοχής μελέτης, όλες σε σημεία ενδιαφέροντος όπως αυτά που αναφέρθηκαν προηγουμένως.

Σε αυτήν την κατηγορία πάντως δεν παρατηρείται σε τόσο μεγάλο βαθμό η συγκέντρωση του μεγάλου πλήθους των καταγραφών στις περιοχές του Κέντρου, όπως για τις 2 προηγούμενες κατηγορίες, καθώς η πληροφορία έχει ελαφρώς μεγαλύτερη διασπορά και προς τα άκρα της περιοχής μελέτης.

#### 4) Χάρτης συγκέντρωσης ποδηλάτων ανά πεζοδρόμιο



Χάρτης 3.7: Χάρτης Συγκέντρωσης Ποδηλατών ανά Πεζοδρόμιο

Ο χάρτης 3.7 παρουσιάζει την συγκέντρωση των ποδηλατών ανά πεζοδρόμιο εντός της περιοχής μελέτης. Η συγκεκριμένη κατηγορία αναφέρεται σε άτομα που κινούνται με το ποδήλατό τους σε κάποιο σημείο του πεζοδρομίου ή στον δρόμο πλησίον αυτού. Στην συγκεκριμένη κατηγορία οι καταγραφές ήταν πολύ περιορισμένες, οπότε στον χάρτη παρουσιάζονται τα σημεία που καταγράφηκαν ποδηλάτες, με τα πεζοδρόμια να εισάγονται στις κλάσεις 0, που ήταν και το πιο σύνηθες, 1 και 2.

Οι δρόμοι στους οποίους καταγράφηκαν δύο ποδηλάτες ήταν η Λεωφόρος Βασιλίσσης Αμαλίας, στην πλευρά της Βουλής, και η Οδός Αθανασίου Διάκου. Καταγραφές ενός ποδηλάτη υπάρχουν διάσπαρτες σε όλη την περιοχή μελέτης και δεν δείχνουν να ακολουθούν κάποιο μοτίβο. Αυτό το γεγονός είναι λογικό, καθώς στο οδικό δίκτυο της περιοχής μελέτης δεν υπάρχει κάποιο σημείο στο οποίο να έχει

σχεδιαστεί ποδηλατόδρομος ή κάποια ειδική διαγράμμιση που να βολεύει την μετακίνηση με ποδήλατο, κάτι που ευνοείται και ενθαρρύνεται σε πόλεις του εξωτερικού ή σε πιο απόκεντρες περιοχές της Αθήνας.

Η μέριμνα των πόλεων για ασφαλείς μετακινήσεις με ποδήλατο είναι μια πρακτική πιο σύγχρονη που λαμβάνεται κυρίως υπόψη σε νέες προσθήκες ή ανακαινίσεις στο οδικό δίκτυο και συμβάλλει στην εικόνα μιας πιο φιλικής πόλης προς τους κατοίκους της, ενώ συνάδει και με τις έννοιες της βιώσιμης κινητικότητας και της περπατησιμότητας. Στην Αθήνα, τα τελευταία χρόνια, παρουσιάζονται όλο και περισσότερες περιοχές φιλικές προς τον ποδηλάτη, όμως αυτές συγκεντρώνονται μακριά από το Κέντρο, του οποίου η παλαιά σχεδίαση του οδικού δικτύου το καθιστά αφιλόξενο και επικίνδυνο για τον ποδηλάτη.

## 5) Κατηγορίες Πατίνι, Αθλούμενοι και Αναπηρικό καροτσάκι

Οι καταγραφές μέσω Google Street View για τις συγκεκριμένες 3 κατηγορίες ήταν λιγιστές και δεν θεωρήθηκε ωφέλιμο να αποδοθούν σε κάποιον χάρτη.

Για την κατηγορία των ατόμων που μετακινούνται με **πατίνι**, τα πεζοδρόμια στα οποία υπήρξαν καταγραφές ήταν συνολικά 11, με την μέγιστη τιμή να είναι 5, στην Λεωφόρο Βασιλίσσης Όλγας. Ο πιθανότερος λόγος που δεν υπήρχαν πολλές καταγραφές για την συγκεκριμένη κατηγορία είναι αντίστοιχος με αυτόν που αναφέρθηκε για την κατηγορία των ποδηλατών. Δηλαδή ότι το οδικό δίκτυο της περιοχής μελέτης δεν είναι κατάλληλο και φιλικό για την μετακίνηση με τα συγκεκριμένα μέσα. Βέβαια το τελευταίο διάστημα είχε γίνει μία απόπειρα διαφόρων εταιριών για την τοποθέτηση και συντήρηση ηλεκτρικών πατινιών εντός της Αθήνας τα οποία μπορούσε κάποιος να χρησιμοποιήσει επί πληρωμή για την μετακίνηση του. Αυτό το γεγονός συνέβαλλε ελαφρώς στην αύξηση των καταγραφών μέσω του Google Street View, όμως η πανδημία του Covid-19 οδήγησε στην παύση αυτής της υπηρεσίας, άρα οι συγκεκριμένες καταγραφές ίσως να μη συνάδουν με την πραγματική τωρινή κατάσταση.

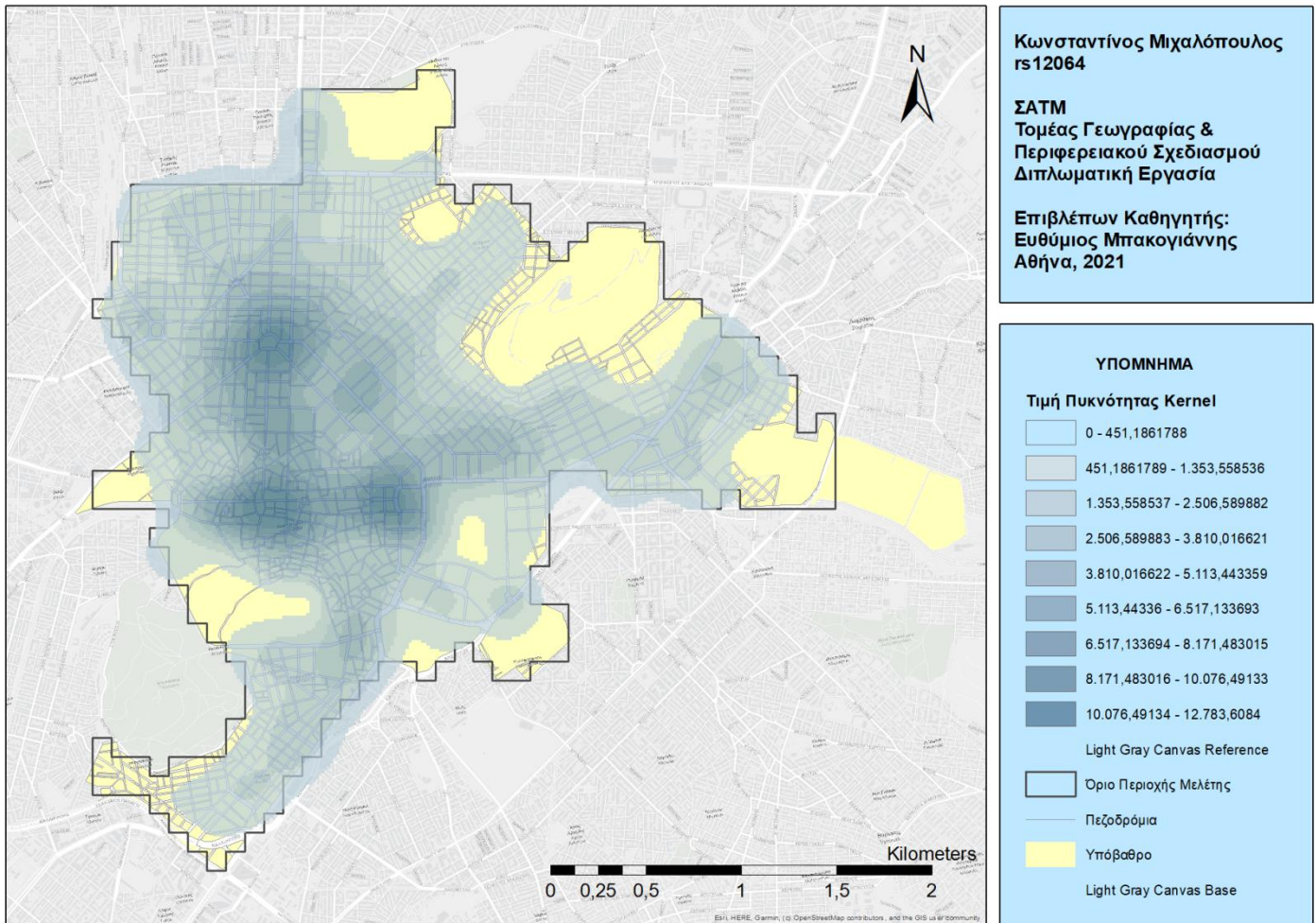
Για την κατηγορία των **αθλούμενων**, καταγράφηκαν συνολικά 9 άτομα που αθλούνταν σε μόλις 6 πεζοδρόμια. Οι λιγιστές καταγραφές για αυτήν την κατηγορία, είναι λογικά αποτέλεσμα της μη κατάλληλης σχεδίασης των πεζοδρομίων της πυκνοκατοικημένης περιοχής μελέτης για κάποιο είδος άθλησης. Όπως είναι λογικό ο κάτοικοι της πόλης θα προτιμούσαν να αθληθούν σε κάποιο πάρκο ή μία περιοχή με μεγάλα και άνετα πεζοδρόμια, στα οποία δεν υπάρχει μεγάλη συγκέντρωση κόσμου. Αυτά τα χαρακτηριστικά εμφανίζονται κυρίως σε πιο απόκεντρες περιοχές, μακριά από την περιοχή μελέτης ή σε πάρκα εντός της, τα οποία δεν έχουν καταγραφεί από την κάμερα του Google Street View και δεν μελετούνται από την παρούσα διπλωματική εργασία.

Τέλος, όσον αφορά την κατηγορία των ατόμων με **αναπηρικό καροτσάκι**, πραγματοποιήθηκαν 9 καταγραφές σε ίδιο αριθμό πεζοδρομίων. Οι λιγιστές καταγραφές της κατηγορίας λογικά οφείλονται στην παλαιά χάραξη και κακή κατάσταση του συντριπτικού ποσοστού των πεζοδρομίων της περιοχής μελέτης, αλλά και την μεγάλη κάλυψη των ελεύθερων χώρων από αυτοκίνητα. Αυτές οι συνθήκες κάνουν την μετακίνηση εντός πόλεως με αναπηρικό καροτσάκι πολύ δύσκολη, ενώ η μεγάλη έλλειψη από ράμπες την κάνουν σχεδόν αδύνατη. Σε κάποιες κεντρικές περιοχές έχουν ληφθεί τα κατάλληλα μέτρα, αλλά αυτές είναι λιγιστές, ενώ η έλλειψη αντίληψης και μέριμνας των πεζών και των οδηγών για τις ανάγκες των ατόμων με αναπηρία είναι ένας σημαντικός ανασταλτικός παράγοντας για τις μετακινήσεις τους.

#### **3.4.2. Χάρτης πυκνότητας πυρήνα (Kernel Density)**

Στον χάρτη 3.8 εφαρμόστηκε η διαδικασία του εκτιμητή της πυκνότητας πυρήνα (Kernel density) στο ArcGIS χρησιμοποιώντας ως υπόβαθρο τα πεζοδρόμια της περιοχής μελέτης και την κατηγορία των πεζών που καταμετρήθηκαν μέσω του Google Street View.

## Χάρτης Πυκνότητας Πυρήνα Πεζών (Kernel Density)



Χάρτης 3.8: Χάρτης Πυκνότητα Πυρήνα (Kernel Density)

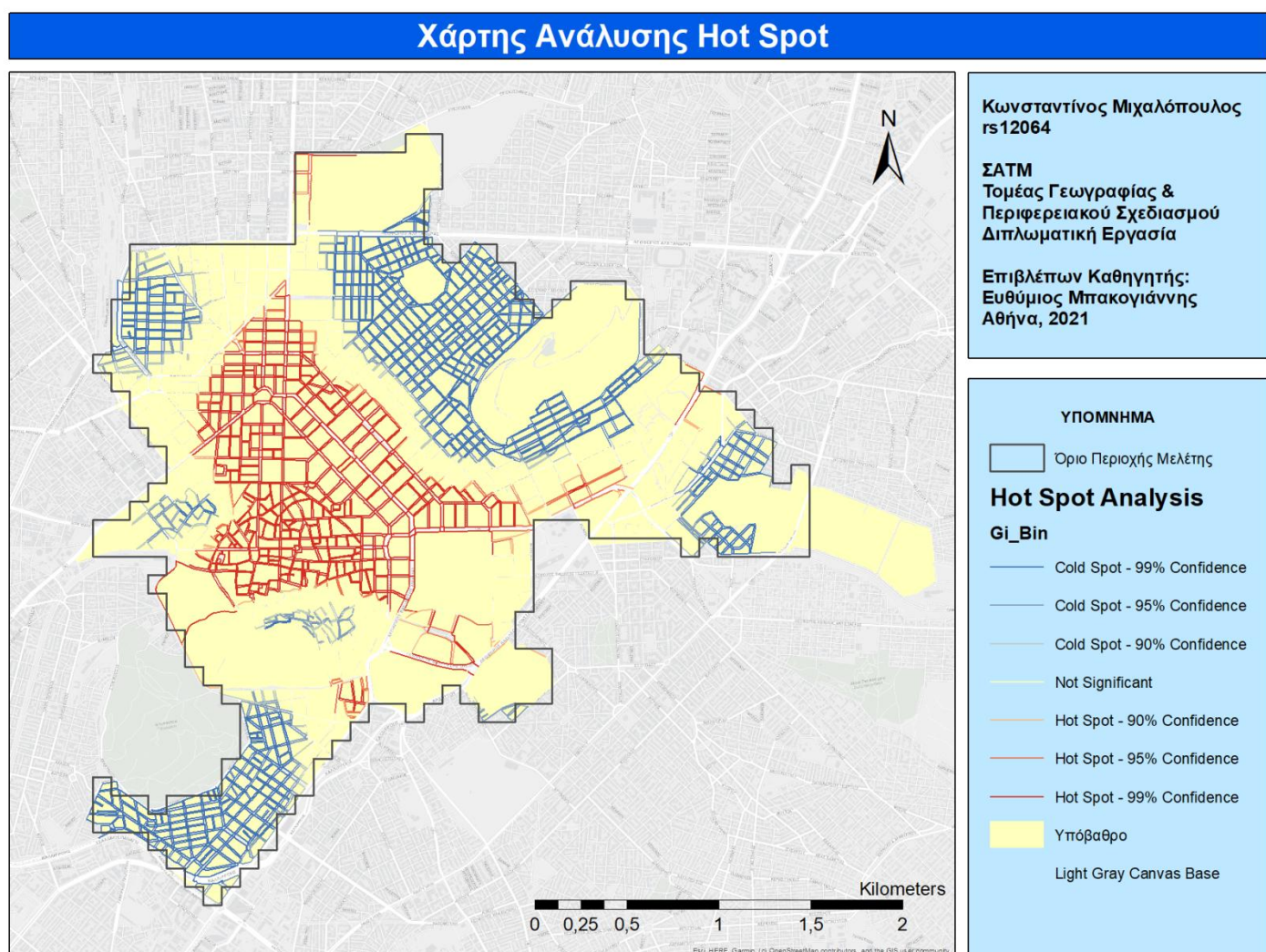
Στον χάρτη 3.8 μπορεί κανείς να παρατηρήσει την πυκνότητα των πεζών στην περιοχή μελέτης. Όπως γίνεται εύκολα κατανοητό, οι επιφάνειες Kernel με το πιο σκούρο μπλε χρώμα αντιστοιχούν στις περιοχές με την μεγαλύτερη πυκνότητα πληθυσμού, ενώ οι περιοχές με το πιο ανοιχτό μπλε χρώμα αντιστοιχούν σε αυτές με την μικρότερη πυκνότητα πληθυσμού.

Οι πιο μεγάλες πυκνότητες στον χάρτη παρατηρούνται κοντά στην Πλατεία Συντάγματος, στην Πλατεία Ομονοίας και στην Πλατεία Μοναστηρακίου. Αυτό συμβαίνει επειδή σε αυτά τα σημεία οι τιμές των πεζοδρομίων πλησίον τους είναι όλες υψηλές, άρα η πυκνότητα των επιφανειών Kernel αυξάνεται. Αρκετά μεγάλες πυκνότητες παρατηρούνται και κατά μήκος της οδού Ερμού και της οδού Αθηνάς που συνδέουν αυτές τις πλατείες μεταξύ τους. Οπότε προκύπτει η παρατήρηση ότι η πυκνότητα των πεζών κορυφώνεται στις περιοχές του εμπορικού τριγώνου του κέντρου της Αθήνας.

Χαμηλές πυκνότητες παρατηρούνται σε περιοχές που υπάρχει συστάδα πεζοδρομίων με χαμηλές τιμές, όπως στα Εξάρχεια και στο Κουκάκι, επομένως οι επιφάνειες Kernel δεν εφάπτονται μεταξύ τους σε μεγάλο βαθμό και λαμβάνουν πιο χαμηλές τιμές.

### 3.4.3. Χάρτης ανάλυσης Hot Spot

Για την εφαρμογή της διαδικασίας της Ανάλυσης Hot Spot μέσω του ArcGIS, στην περιοχή μελέτης της παρούσας διπλωματικής εργασίας, θα χρησιμοποιηθούν και πάλι ως υπόβαθρο τα δεδομένα της κατηγορία των πεζών για κάθε πεζοδρόμιο που προέκυψαν μέσω της απογραφής από το Google Street View. Έτσι προκύπτει ο παρακάτω Χάρτης 3.9:



Χάρτης 3.9: Χάρτης Hot Spot Analysis



Η εφαρμογή της διαδικασίας σε χωρικά δεδομένα δίνει μια παρόμοια εικόνα με την προηγούμενη διαδικασία της Πυκνότητας Kernel. Η σημαντική διαφορά έγκειται στο γεγονός ότι η συγκεκριμένη ανάλυση χρησιμοποιεί και αποδίδει τα αποτελέσματα σε διανυσματικά δεδομένα (vector), ενώ η Πυκνότητα Kernel σε κανονικοποιημένα δεδομένα (raster). Αυτό είναι εξαιρετικά χρήσιμο στην παρούσα εφαρμογή, καθώς τα πεζοδρόμια που μελετούνται αποτελούν διανυσματικά δεδομένα και έτσι γίνεται δυνατή η κατηγοριοποίηση των πεζοδρομίων της περιοχής στις κατηγορίες Hot Spot, Cold Spot ή Μη Στατιστικά Σημαντικά.

Έτσι λοιπόν φαίνεται και η κατηγοριοποίηση τους στον χάρτη 3.9, με τα Hot Spots, που αναφέρονται στις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις πεζών, να συγκεντρώνονται κυρίως στην περιοχή του κέντρου της Αθήνας, εντός και πλησίον του εμπορικού τριγώνου, ενώ τα Cold Spots, που αναφέρονται στις μικρότερες συγκεντρώσεις πεζών να συγκεντρώνονται σε λίγο πιο απόκεντρες περιοχές όπως τα Εξάρχεια, το Κουκάκι και τα Ιλίσια.

Η μορφή της κινητικότητας των ατόμων λοιπόν, είναι σχεδόν ταυτόσημη με αυτή που προέκυψε από την Πυκνότητα Kernel και παρουσιάζεται στον χάρτη 3.8. Η κάθε διαδικασία όμως έχει τα πλεονεκτήματά της. Η Πυκνότητα Kernel έχει ακόμη μεγαλύτερη ακρίβεια στις υψηλές και χαμηλές τιμές, καθώς είναι δυνατόν μέσω των επιφανειών που δημιουργούνται να ταυτοποιηθούν τα ιδιαίτερα σημαντικά σημεία, όπως για παράδειγμα οι πλατείες Συντάγματος, Ομονοίας και Μοναστηρακίου, ενώ στην Ανάλυση Hot Spot, όλα αυτά τα σημεία απλά εντάσσονται στην κατηγορία των Hot Spots.

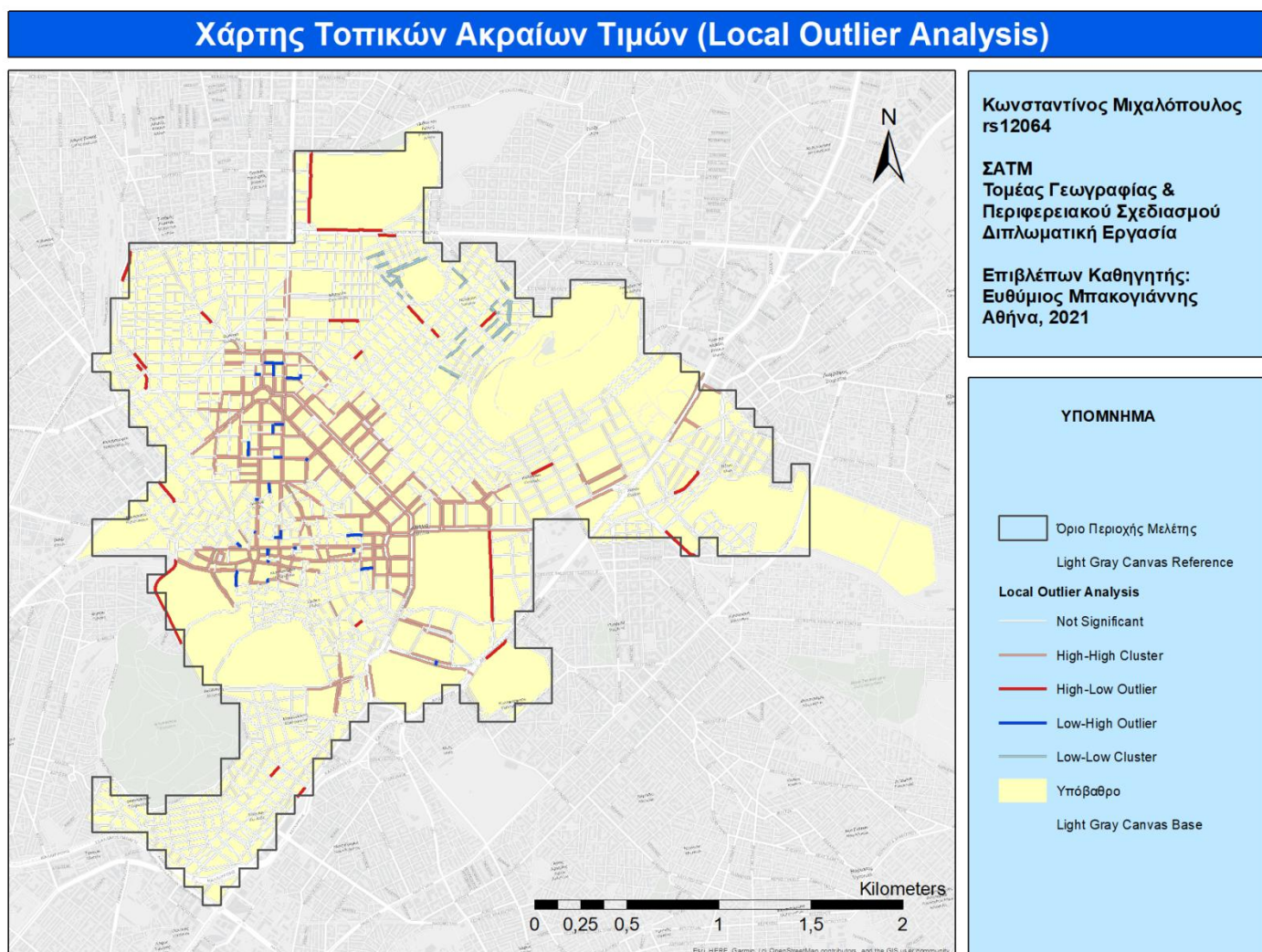
Το πλεονέκτημα της Ανάλυσης Hot Spot προκύπτει από τη δυνατότητα μελέτης του καθενός πεζοδρομίου ξεχωριστά ως διανυσματικό στοιχείο, καθώς έχει ενταχθεί σε συγκεκριμένες κατηγορίες. Επίσης στον χάρτη 3.9 τα πεζοδρόμια έχουν χωριστεί σε υποκατηγορίες ανάλογα με το διάστημα εμπιστοσύνης, οπότε είναι δυνατή η επιλογή αυτών που ταιριάζουν στην κάθε επιμέρους εφαρμογή και στο επιλεγμένο διάστημα εμπιστοσύνης 90, 95 ή 99%.

#### **3.4.4. Χάρτης τοπικών ακραίων τιμών (Local Outlier Analysis)**

Στον συγκεκριμένο χάρτη 3.10 εφαρμόστηκε η διαδικασία της ανάλυσης τοπικών ακραίων τιμών και παρουσιάζονται σημαντικές συστάδες τιμών, καθώς και ακραίες τιμές που έχουν μία στατιστική διαφορά από τα γειτονικά τους σημεία. Η ανάλυση έγινε μέσω του ArcGIS με υπόβαθρο τα πεζοδρόμια της περιοχής μελέτης για την κατηγορία των πεζών.

Αυτή η Ανάλυση Τοπικών Ακραίων Τιμών είναι πολύ χρήσιμη στην εύρεση πολύ σημαντικών σημείων της περιοχής μελέτης, καθώς η πληθυσμιακή τους κατανομή διαφέρει από τα συνηθισμένα μοτίβα των γειτονιών στις οποίες εντάσσονται. Αυτό σημαίνει πως έχουν κάποιο χαρακτηριστικό το οποίο προσελκύει

ή απωθεί κόσμο. Θα μπορούσε, για παράδειγμα, να είναι μία πλατεία στην οποία συγκεντρώνεται κόσμος σε μία κατά τα άλλα ήσυχη γειτονιά χωρίς ιδιαίτερη κίνηση.



**Χάρτης 3.10: Χάρτης Τοπικών Ακραίων Τιμών**

Στον χάρτη 3.10 λοιπόν μπορεί κανείς να παρατηρήσει πως υπάρχουν 5 κατηγορίες πεζοδρομίων που έχουν δημιουργηθεί με την ανάλυση που έγινε. Η κατηγορία των **Μη Σημαντικών** (Not Significant) περιέχει αυτά τα οποία δεν έχουν ιδιαίτερες διαφορές τιμών σε σχέση με τα υπόλοιπα της γειτονιάς τους, άρα δεν υπάρχει κάποιο στατιστικά σημαντικό σημείο ανάμεσά τους.

Η κατηγορία των **High-High Clusters** (Υψηλή-Υψηλή Συστάδα) αποτελείται από σημεία των οποίων η τιμή είναι ιδιαίτερα υψηλή σε περιοχές που έχουν έτσι κι αλλιώς υψηλό μέσο όρο τιμών σε σχέση με ολόκληρη την περιοχή μελέτης. Στον

παραπάνω χάρτη αυτό παρατηρείται κυρίως σε πεζοδρόμια των κεντρικών δρόμων της περιοχής του Κέντρου της Αθήνας. Καθώς το Κέντρο είναι μία περιοχή με έντονη κίνηση πεζών, ο μέσος όρος τιμών της ευρύτερης γειτονιάς είναι υψηλός. Επομένως, όπως είναι λογικό, οι κεντρικοί άξονες αυτής της γειτονιάς θα έχουν την μεγαλύτερη συγκέντρωση πεζών, άρα οι τιμές τους θα υπερβαίνουν τον μέσο όρο των τιμών της γειτονιάς και θα δημιουργηθούν συστάδες πεζοδρομίων με υψηλές τιμές.

Αντίστοιχα, η κατηγορία των **Low-Low Clusters** (Χαμηλή-Χαμηλή Συστάδα) αποτελείται από σημεία των οποίων η τιμή είναι ιδιαίτερα χαμηλή σε περιοχές που έχουν ούτως η άλλως χαμηλό μέσο όρο τιμών σε σχέση με ολόκληρη την περιοχή μελέτης. Στον χάρτη 3.10 η συγκεκριμένη κατηγορία παρατηρείται σε πεζοδρόμια τα οποία βρίσκονται στην περιοχή των Εξαρχείων και της Νεάπολης. Σε αυτές τις γειτονιές η κίνηση των πεζών είναι περιορισμένη σχετικά με την ευρύτερη περιοχή μελέτης και, ιδιαίτερα στα συγκεκριμένα σημεία, υπάρχει έντονο γεωγραφικό ανάγλυφο με απότομες αλλαγές στο υψόμετρο, γεγονός που τα καθιστά δύσβατα και μη φιλικά για τους πεζούς. Οπότε είναι λογικό να υπάρχουν συστάδες πεζοδρομίων με τιμές κοντά στο 0.

Η κατηγορία των **High-Low Outliers** (Υψηλά-Χαμηλά Ακραία) αποτελείται από σημεία των οποίων η τιμή είναι ιδιαίτερη υψηλή σε γειτονιές των οποίων ο μέσος όρος τιμών είναι χαμηλός. Αυτή η κατηγορία είναι από τις σημαντικότερες της συγκεκριμένης ανάλυσης, αφού δίνει την δυνατότητα στον μελετητή να ανακαλύψει σημεία με έντονο ενδιαφέρον. Αυτά είναι τα σημεία που προσελκύουν μεγάλο πλήθος κόσμου σε γειτονιές με χαμηλή συγκέντρωση ατόμων. Στον χάρτη 3.10 τέτοια πεζοδρόμια παρατηρούνται σε πολλές διαφορετικές περιοχές ανάμεσα σε πεζοδρόμια που χαρακτηρίζονται μη σημαντικά. Δηλαδή σημαίνει ότι τα συγκεκριμένα πεζοδρόμια έχουν κάποιο χαρακτηριστικό που τους προσδίδει αυξημένη κίνηση, άρα χαρακτηρίζονται ως εξόχως σημαντικά για τις γειτονιές στις οποίες ανήκουν. Για παράδειγμα θα μπορούσε εκεί να βρίσκεται ένας κεντρικός δρόμος με πολλά εμπορικά καταστήματα, ή μία στάση λεωφορείων ή μετρό που εξυπηρετεί μεγάλο ποσοστό ατόμων. Θα μπορούσε επίσης να είναι ένα σημείο τουριστικού ενδιαφέροντος ή μία πλατεία.

Πιο συγκεκριμένα, τέτοια σημεία στην περιοχή μελέτης παρατηρούνται:

- 1) Σε δύο σημεία της οδού Θεοδώρου Δηλιγιάννη που υπάρχουν σταθμοί μετρό.
- 2) Στην Πλατεία Καραϊσκάκη, στην πλευρά που υπάρχει έξοδος από το μετρό.
- 3) Στην οδό Λιοσίων, στο ύψος της Γενικής Γραμματείας Δήμου Αθηναίων.
- 4) Στην οδό Μαυρομματαίων, έξω από το Πεδίον του Άρεως, όπου υπάρχει πληθώρα στάσεων Λεωφορείων.
- 5) Στην Λεωφόρο Αλεξάνδρας, στο πεζοδρόμιο μεγάλου μήκους που συνορεύει με το Πεδίον του Άρεως, αλλά και σε ένα σημείο στο απέναντι πεζοδρόμιο, όπου υπάρχει συσσώρευση κόσμου σε στάση Λεωφορείων.

- 6) Στην οδό Στουρνάρη, πλησίον της Πλατείας Εξαρχείων, σε σημείο που βρίσκεται πληθώρα εμπορικών καταστημάτων.
- 7) Σε ένα σημείο της οδού Εμμανουήλ Μπενάκη, που είναι σημαντική αρτηρία για την κίνηση των πεζών στην περιοχή των Εξαρχείων.
- 8) Σε δύο σημεία της οδού Καλλιδρομίου, όπου υπάρχει πληθώρα εμπορικών καταστημάτων.
- 9) Στην οδό Ασκληπιού, σε ένα πεζοδρόμιο μεγάλου μήκους.
- 10) Στην οδό Πατριάρχου Ιωακείμ, σε ένα πεζοδρόμιο μεγάλου μήκους όπου υπάρχει πληθώρα εμπορικών καταστημάτων.
- 11) Στην οδό Ηρώδου Αττικού, στο πεζοδρόμιο μεγάλου μήκους που συνορεύει με τον Εθνικό Κήπο.
- 12) Στην Λεωφόρο Βασιλέως Κωνσταντίνου, στο σημείο του πεζοδρομίου ακριβώς έξω από το Παναθηναϊκό Στάδιο, που είναι σημείο τουριστικού ενδιαφέροντος.
- 13) Στην Πλατεία Ελευθερίας, στο πεζοδρόμιο από την πλευρά της πλατείας.
- 14) Στην οδό Ασωμάτων, που είναι πεζόδρομος, πλησίον του σταθμού Θησείου και σημείο τουριστικού ενδιαφέροντος.
- 15) Στην οδό Μιχαλακοπούλου, σε ένα πεζοδρόμιο μεγάλου μήκους όπου υπάρχει πληθώρα εμπορικών καταστημάτων.
- 16) Στην Λεωφόρο Βασιλέως Αλεξάνδρου σε ένα πεζοδρόμιο μεγάλου μήκους, έξω από το Νοσοκομείο Ανδρέας Συγγρός.
- 17) Σε ένα σημείο της οδού Κυδαθηναίων που είναι πεζόδρομος και όπου υπάρχει πληθώρα εμπορικών καταστημάτων.
- 18) Σε ένα σημείο της οδού Βεΐκου όπου υπάρχει συσσώρευση κόσμου σε στάση Λεωφορείων.
- 19) Σε ένα σημείο της Λεωφόρου Συγγρού όπου υπάρχει μεγάλη συσσώρευση κόσμου σε στάση Λεωφορείων.

Από αυτά τα σημεία που προέκυψαν, προκύπτει η παρατήρηση ότι όλα είναι ιδιαίτερα σημεία για τις γειτονιές τους με χρήσεις γης που ευνοούν τη συγκέντρωση πεζών σε αυτά.

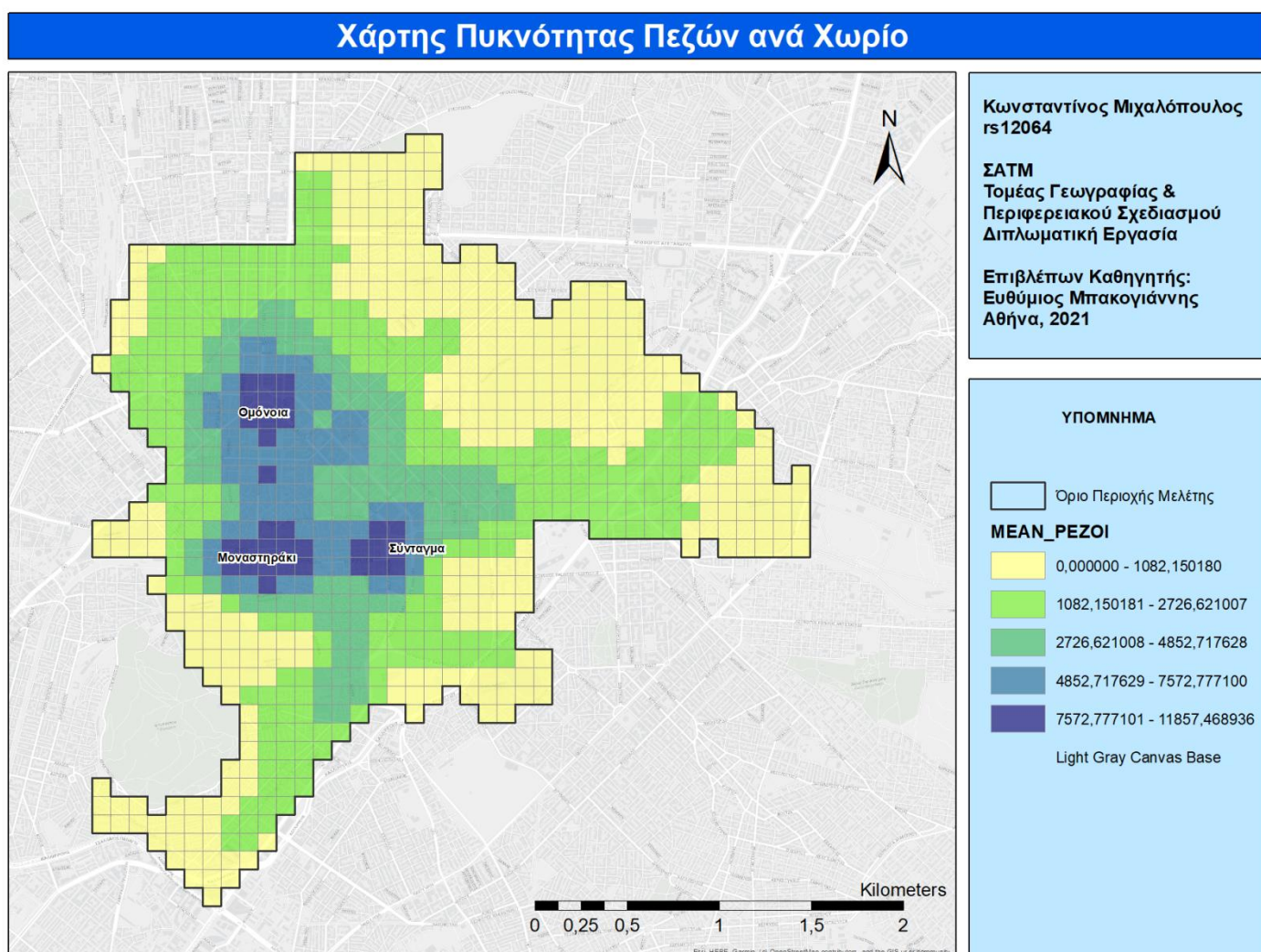
Τέλος, η κατηγορία των **Low-High Outliers** (Χαμηλά-Υψηλά Ακραία) αποτελείται από σημεία των οποίων η τιμή είναι ιδιαίτερη χαμηλή σε γειτονιές των οποίων ο μέσος όρος τιμών είναι υψηλός. Στον χάρτη 3.10 αυτό το φαινόμενο παρατηρείται σε κάποια πεζοδρόμια εντός του εμπορικού κέντρου της Αθήνας. Καθώς ο μέσος όρος τιμών της περιοχής του Κέντρου είναι υψηλός, στην συγκεκριμένη κατηγορία εντάσσονται πεζοδρόμια με πολύ χαμηλή κίνηση μέσα σε αυτήν την περιοχή. Μπορεί να αναφέρεται για παράδειγμα σε κάποιους στενούς δρόμους χωρίς εμπορικά καταστήματα που δεν προσελκύουν τους πεζούς.

### 3.5. Εφαρμογή πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης

#### 3.5.1. Προετοιμασία της διαδικασίας

Για την εφαρμογή της Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης, η περιοχή μελέτης αρχικά διαιρέθηκε σε χωρία των 10000 τ.μ. (100μ.×100μ.). Αυτή η διαίρεση θα προσδώσει τη δυνατότητα να εφαρμοστούν τα διαφορετικά δεδομένα των μεταβλητών πάνω στην ίδια χωρική επιφάνεια, ώστε να γίνει δυνατή η σύγκριση τους, αντί να είναι πολλαπλής μορφής στοιχείων (π.χ. επιφανειακά, γραμμικά, σημειακά).

Ως εξαρτημένη μεταβλητή χρησιμοποιήθηκε η Πυκνότητα των Πεζών μέσω Google Street View που υπολογίστηκε νωρίτερα με την διαδικασία Kernel Density, η οποία τροποποιήθηκε ώστε κάθε χωρίο του χάρτη να περιέχει τη μέση τιμή της για την συγκεκριμένη περιοχή των 10000 τ.μ. Η χωρική μορφή των δεδομένων της εξαρτημένης μεταβλητής, δηλαδή της πυκνότητας πεζών, παρουσιάζεται στον παρακάτω χάρτη 3.11.



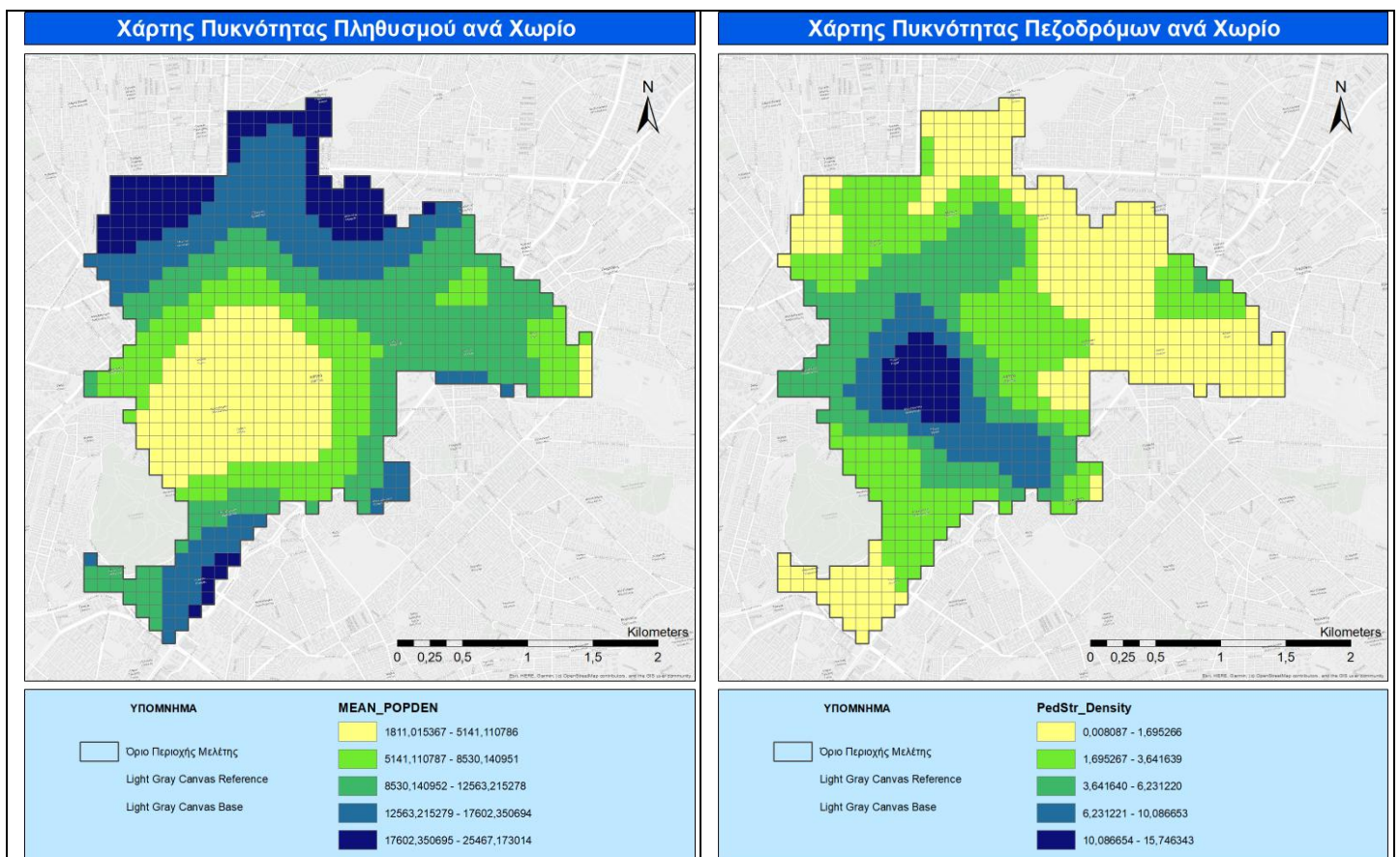
Χάρτης 3.11: Χάρτης Εξαρτημένης Μεταβλητής (Πυκνότητας Πεζών)

Στον χάρτη 3.11 παρουσιάζεται η διαίρεση της περιοχής μελέτης σε χωρία και η πυκνότητα των πεζών ανά χωρίο, χωρισμένη σε κλάσεις ανάλογα με την τιμή της.

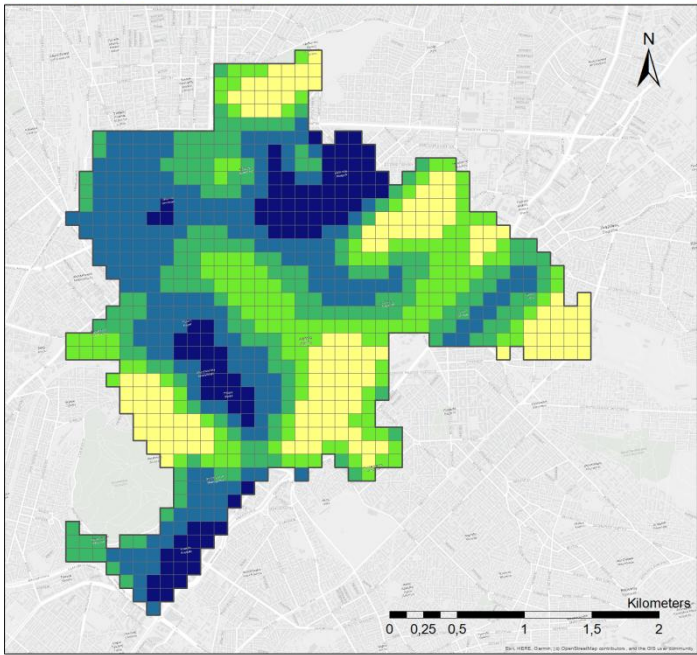
Όπως αναλύθηκε και για τον χάρτη 3.8 των επιφανειών Kernel, είναι εμφανές ότι οι μεγαλύτερες πυκνότητες πεζών παρουσιάζονται στα χωρία των περιοχών του κέντρου, μέσα στο εμπορικό τρίγωνο των Αθηνών. Αυτό θα αναλυθεί περαιτέρω και στη συνέχεια με πιο συγκεκριμένους χάρτες ανά πεζοδρόμιο.

Στη συνέχεια εισήχθησαν τα δεδομένα του δομημένου χώρου που αναφέρθηκαν στον πίνακα 2.2 (Πυκνότητα Πληθυσμού, Πυκνότητα Πεζοδρόμων, Πυκνότητα Δείκτη Ενσωμάτωσης, Πυκνότητα Στάσεων MMM, Μέση Τιμή Δείκτη Περπατησιμότητας, Μέσο Ύψος Κτηρίων), τα οποία είτε αναφέρονται σε διάφορα πληθυσμιακά δεδομένα είτε σε δεδομένα που σχετίζονται με την μορφολογία της περιοχής είτε σε δεδομένα που μπορούν να επηρεάσουν την κίνηση των πεζών, έτσι ώστε να αποτελέσουν τις ανεξάρτητες μεταβλητές της διαδικασίας.

Η χωρική μορφή των δεδομένων των ανεξάρτητων μεταβλητών παρουσιάζεται στους παρακάτω χάρτες 3.12.

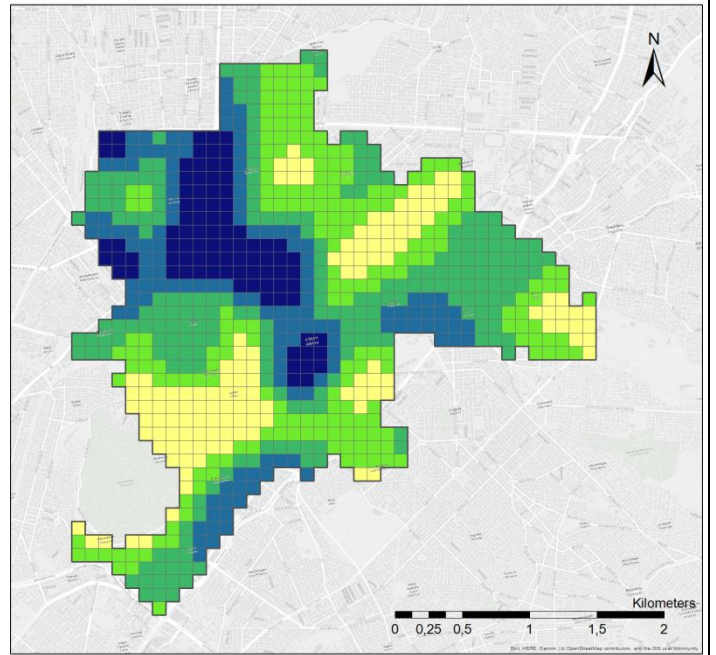


### Χάρτης Πυκνότητας Δείκτη Ενσωμάτωσης ανά Χωρίο



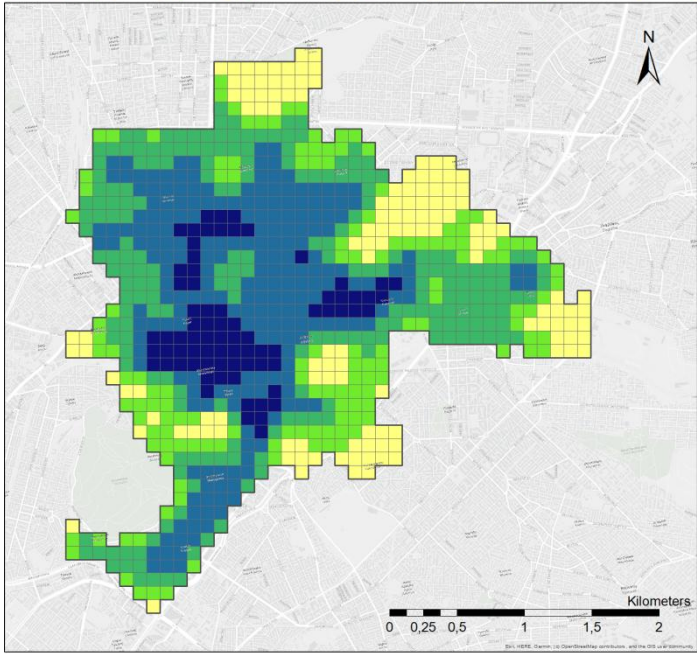
ΥΠΟΜΝΗΜΑ	MEAN_INTEGRATION
Όριο Περιοχής Μελέτης	17,507337 - 884,338838
Light Gray Canvas Reference	884,338839 - 1762,931460
Light Gray Canvas Base	1762,931461 - 2651,703168
	2651,703169 - 3668,437598
	3668,437599 - 5907,917168

### Χάρτης Πυκνότητας Στάσεων MMM ανά Χωρίο



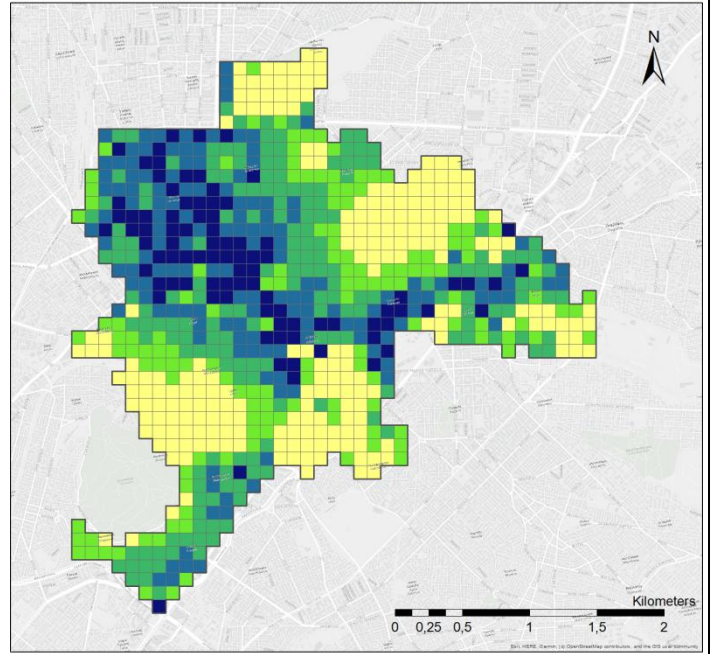
ΥΠΟΜΝΗΜΑ	MEAN_PT_STOPS_DENSITY
Όριο Περιοχής Μελέτης	1,600903 - 17,745857
Light Gray Canvas Reference	17,745858 - 29,003436
Light Gray Canvas Base	29,003437 - 40,343780
	40,343781 - 53,745078
	53,745079 - 76,444472

### Χάρτης Μέσης Τιμής Δείκτη Περπατησιμότητας ανά Χωρίο



ΥΠΟΜΝΗΜΑ	MEAN_WALKABILITY
Όριο Περιοχής Μελέτης	0,000000 - 6,188301
Light Gray Canvas Reference	6,188302 - 13,054738
Light Gray Canvas Base	13,054739 - 19,559508
	19,559509 - 26,265424
	26,265425 - 39,605782

### Χάρτης Μέσου Ύψους Κτηρίων ανά Χωρίο



ΥΠΟΜΝΗΜΑ	MEAN_BuildingsHeight
Όριο Περιοχής Μελέτης	0,000000 - 2,370000
Light Gray Canvas Reference	2,370001 - 6,140000
Light Gray Canvas Base	6,140001 - 9,900000
	9,900001 - 14,420000
	14,420001 - 26,620000

Χάρτης 3.12: Χάρτες Ανεξάρτητων Μεταβλητών

Στους παραπάνω χάρτες 3.12 που παρουσιάζεται η μορφή των δεδομένων των ανεξάρτητων μεταβλητών ανά χωρίο στην περιοχή μελέτης μπορούν να γίνουν ορισμένες παρατηρήσεις. Αρχικά παρατηρείται μεγάλη συγκέντρωση των υψηλών τιμών των δεδομένων στο κέντρο της Αθήνας σχεδόν για όλες τις μεταβλητές, με εξαίρεση αυτή της Πυκνότητας Πληθυσμού που η υψηλές τιμές παρατηρούνται στα άκρα της περιοχής. Αυτό είναι εξηγήσιμο από το γεγονός ότι ο πυρήνας του κέντρου δεν είναι περιοχή κατοικίας, καθώς τα περισσότερα κτήρια και οικοδομικά τετράγωνα του, χρησιμοποιούνται για άλλες δραστηριότητες.

Όπως αναφέρθηκε και πριν, μέσω της διαδικασίας της Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης, θα ελεγχθούν οι συσχετίσεις της εξαρτημένης μεταβλητής (Πυκνότητα Πεζών) με τις ανεξάρτητες μεταβλητές και θα ληφθούν χρήσιμα συμπεράσματα για την ορθότητα και χρησιμότητα των αποτελεσμάτων της απογραφής μέσω Google Street View.

Για την πραγματοποίηση της διαδικασίας θα χρησιμοποιηθεί το πρόγραμμα IBM SPSS Statistics, στο περιβάλλον του οποίου εισάγονται τα δεδομένα των μεταβλητών ανά χωρίο της περιοχής μελέτης.

Μετά την ολοκλήρωση της εφαρμογής της διαδικασίας της παλινδρόμησης, τα στατιστικά αποτελέσματα που υπολογίστηκαν, αποδίδονται στους παρακάτω πίνακες.

### 3.5.2. Πίνακας σύνοψης μοντέλου

Model Summary									
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	,875 <sup>a</sup>	,766	,764	1128,928945	,766	421,900	6	775	,000

a. Predictors: (Constant), Πυκνότητα Στάσεων MMM, Πυκνότητα Πεζοδρόμων, Πυκνότητα Δείκτη Ενσωμάτωσης, Μέσο Ύψος Κτηρίων, Πυκνότητα Πληθυσμού, Μέση τιμή Δείκτη Περιπατησιμότητας

Πίνακας 3.3: Σύνοψη Μοντέλου

Ο Πίνακας 3.2 περιέχει στοιχεία που προσδίδουν μια γενική στατιστική απεικόνιση του μοντέλου και μπορούν να δώσουν μία πρώτη αίσθηση για την ισχύ της συσχέτισης των ανεξάρτητων με την εξαρτημένη μεταβλητή, άρα και για την ορθή ή μη εφαρμογή της διαδικασίας. Τα στοιχεία και οι τιμές του πίνακα επεξηγούνται στη συνέχεια.

Το **R Square (R<sup>2</sup>)** είναι η αναλογία της διακύμανσης στην εξαρτημένη μεταβλητή (Πυκνότητα Πεζών) που μπορεί να προβλεφθεί από τις ανεξάρτητες μεταβλητές. Αυτή η τιμή δείχνει ότι το 76,6% της διακύμανσης στην πυκνότητα πεζών μπορεί να προβλεφθεί από τις μεταβλητές που αναφέρονται κάτω από των πίνακα ως Προγνωστικοί Συντελεστές (Predictors). Αυτό είναι ένα συνολικό μέτρο της ισχύος της συσχέτισης και δεν αντικατοπτρίζει τον βαθμό στον οποίο



οποιαδήποτε συγκεκριμένη ανεξάρτητη μεταβλητή συσχετίζεται με την εξαρτημένη μεταβλητή. Το  $R^2$  ονομάζεται επίσης συντελεστής προσδιορισμού.

Το **R** (πολλαπλός συντελεστής συσχέτισης) είναι η τετραγωνική ρίζα του  $R^2$  και αναφέρεται στη συσχέτιση μεταξύ των παρατηρούμενων και των προβλεπόμενων τιμών της εξαρτημένης μεταβλητής (Πυκνότητα Πεζών). Το R μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι ένα μέτρο της ποιότητας της πρόβλεψης της εξαρτημένης μεταβλητής. Η τιμή 0,875 υποδεικνύει πολύ καλό επίπεδο πρόβλεψης.

**Adjusted R Square** - Καθώς προστίθενται προγνωστικοί συντελεστές στο μοντέλο, κάθε ένας θα εξηγήσει μέρος της διακύμανσης στην εξαρτημένη μεταβλητή απλώς λόγω τύχης. Το **προσαρμοσμένο  $R^2$**  προσπαθεί να δώσει μια πιο ειλικρινή τιμή για την εκτίμηση του  $R^2$  για τον πληθυσμό και υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τον τύπο  $1 - ((1 - R^2)(N - 1) / (N - k - 1))$ . Σε αυτήν την περίπτωση η τιμή του R Square είναι 0,766, ενώ η τιμή του Adjusted R Square είναι 0,764, άρα η διαφορά που υπάρχει είναι ελάχιστη και οι συντελεστές που έχουν χρησιμοποιηθεί είναι επαρκείς.

**Std. Error of the Estimate** - Το **τυπικό σφάλμα της εκτίμησης**, που ονομάζεται επίσης ριζικό μέσο τετραγωνικό σφάλμα, είναι η τυπική απόκλιση του όρου σφάλματος και είναι η τετραγωνική ρίζα του Μέσου Τετράγωνου Σφάλματος.

### 3.5.3. Πίνακας ανάλυσης διακύμανσης

ANOVA <sup>a</sup>						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	3226219185	6	537703197,6	421,900	,000 <sup>b</sup>
	Residual	987722436,0	775	1274480,563		
	Total	4213941621	781			

a. Dependent Variable: Πυκνότητα Πεζών

b. Predictors: (Constant), Πυκνότητα Στάσεων MMM, Πυκνότητα Πεζοδρόμων, Πυκνότητα Δείκτη Ενσωμάτωσης, Μέσο Ύψος Κτηρίων, Πυκνότητα Πληθυσμού, Μέση τιμή Δείκτη Περπατησιμότητας

Πίνακας 3.4: Ανάλυση Διακύμανσης

Ο Πίνακας 3.3 περιέχει στοιχεία που αναφέρονται στις πηγές διακύμανσης, αλλά και στην συνολική συσχέτιση των μεταβλητών του μοντέλου και είναι σημαντικός για την κατανόηση της ορθότητας της επιλογής των ανεξάρτητων προγνωστικών συντελεστών. Τα στοιχεία και οι τιμές του πίνακα επεξηγούνται στη συνέχεια.

**Regression, Residual, Total** - Είναι η πηγή της διακύμανσης/διασποράς. Η συνολική διακύμανση (Total) διαιρείται στη διακύμανση που μπορεί να εξηγηθεί από τις ανεξάρτητες μεταβλητές (Παλινδρόμηση/Regression) και στη διακύμανση που δεν εξηγείται από τις ανεξάρτητες μεταβλητές (Υπόλοιπο/Residual, μερικές φορές ονομάζεται Σφάλμα).

**Sum of Squares** (Άθροισμα τετραγώνων) - Είναι το άθροισμα τετραγώνων που σχετίζονται με τις τρεις πηγές διακύμανσης, Σύνολο, Παλινδρόμηση και Υπόλοιπο. Τα αθροίσματα τετραγώνων για την παλινδρόμηση και το υπόλοιπο αθροίζονται στο Σύνολο.

**To df** αναφέρεται στους **βαθμούς ελευθερίας** που σχετίζονται με τις πηγές διακύμανσης. Η συνολική διακύμανση έχει βαθμό ελευθερίας που ισούται με  $N-1$  (όπου το  $N$  αναφέρεται στον αριθμό των μετρήσεων). Στην περίπτωση αυτή, υπήρχαν 782 μετρήσεις, άρα το  $df$  για το σύνολο είναι 781. Ο βαθμός ελευθερίας του μοντέλου αντιστοιχεί στον αριθμό των συντελεστών μείον 1 ( $K-1$ ). Συμπεριλαμβανομένης της τομής, υπάρχουν 7 προγνωστικοί παράγοντες, άρα το μοντέλο έχει  $7-1=6$  βαθμό ελευθερίας. Ο βαθμός ελευθερίας του υπολοίπου είναι το συνολικό  $df$  μείον το  $df$  του μοντέλου,  $781-6=775$ .

**Mean Square** (Μέσο τετράγωνο) - Αυτά είναι τα μέσα τετράγωνα, το άθροισμα των τετραγώνων διαιρούμενο με τον αντίστοιχο βαθμό ελευθερίας ( $df$ ) τους.

**F-value** - Η τιμή  $F$  είναι η μέση τετραγωνική παλινδρόμηση διαιρεμένη με το μέσο τετράγωνο του υπολοίπου. Αντιπροσωπεύει μια βελτίωση στην πρόβλεψη της μεταβλητής με την προσαρμογή του μοντέλου εφόσον ληφθεί υπόψη η ανακρίβεια που υπάρχει στο μοντέλο. Μια τιμή μεγαλύτερη του 1 υποδεικνύει αποδοτικό μοντέλο. Στον πίνακα 3.3, η τιμή είναι 421,9 που υποδεικνύει αποδοτικό μοντέλο.

Το **Sig.** ή **p-value** είναι ο πιο σημαντικός όρος του πίνακα και χρησιμοποιείται για να απαντήσει στην ερώτηση: «Οι ανεξάρτητες μεταβλητές προβλέπουν αξιόπιστα την εξαρτημένη μεταβλητή;». Γενικά, για τις μελέτες συνήθως επιλέγεται διάστημα εμπιστοσύνης 95% ή επίπεδο σημαντικότητας 5%. Επομένως, η  $p$ -value θα πρέπει να είναι μικρότερη από 0,05. Εάν είναι μικρότερη, βγαίνει το συμπέρασμα ότι «Ναι, οι ανεξάρτητες μεταβλητές προβλέπουν αξιόπιστα την εξαρτημένη μεταβλητή».

Στο συγκεκριμένο μοντέλο η  $p$ -value είναι 0,000, άρα μικρότερη του 0,05 και άρα προκύπτει το συμπέρασμα ότι οι ανεξάρτητες μεταβλητές (Πυκνότητα Πληθυσμού, Πυκνότητα Πεζοδρόμων, Πυκνότητα Δείκτη Ενσωμάτωσης, Πυκνότητα Στάσεων MMM, Μέση Τιμή Δείκτη Περιπατησιμότητας, Μέσο Ύψος Κτηρίων) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αξιόπιστη πρόβλεψη της Πυκνότητας Πεζών (η εξαρτημένη μεταβλητή).

Επομένως σε πρώτη φάση, η διαδικασία της Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης για τις συγκεκριμένες μεταβλητές υποδεικνύει ότι **υπάρχει άμεση συσχέτιση** μεταξύ των μετρήσεων της απογραφής μέσω GSV και των δεδομένων της περιοχής που συλλέχθηκαν από πολλαπλές πηγές. Το γεγονός αυτό συνεισφέρει στην περαιτέρω επαλήθευση των αποτελεσμάτων της απογραφής και προσδίδει μία επιπλέον επιβεβαίωση της ορθότητας της μεθόδου, μετά τον Συντελεστή Συσχέτισης Spearman που υπολογίστηκε.

Εάν η p-value ήταν μεγαλύτερη από 0,05, θα έβγαινε το συμπέρασμα ότι η ομάδα ανεξάρτητων μεταβλητών δεν εμφανίζει στατιστικά σημαντική συσχέτιση με την εξαρτημένη μεταβλητή ή ότι η ομάδα ανεξάρτητων μεταβλητών δεν προβλέπει αξιόπιστα την εξαρτημένη μεταβλητή.

Το p-value του πίνακα 3.3 είναι ένας συνολικός έλεγχος που αξιολογεί εάν η ομάδα ανεξάρτητων μεταβλητών όταν χρησιμοποιούνται μαζί, προβλέπουν αξιόπιστα την εξαρτημένη μεταβλητή και δεν εξετάζει μεμονωμένα την ικανότητα κάποιας από τις συγκεκριμένες ανεξάρτητες μεταβλητές να προβλέψουν την εξαρτημένη μεταβλητή.

Η ικανότητα κάθε μεμονωμένης ανεξάρτητης μεταβλητής να προβλέπει την εξαρτημένη μεταβλητή εξετάζεται στον παρακάτω πίνακα 3.4 όπου παρατίθεται καθεμία από τις επιμέρους μεταβλητές.

### 3.5.4. Πίνακας συντελεστών

Coefficients <sup>a</sup>								
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95,0% Confidence Interval for B	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	-1099,939	166,990		-6,587	,000	-1427,745	-772,133
	Πυκνότητα Πληθυσμού	-,067	,013	-,158	-5,341	,000	-,091	-,042
	Πυκνότητα Πεζοδρόμων	288,394	20,369	,369	14,159	,000	248,410	328,379
	Πυκνότητα Δείκτη Ενσωμάτωσης	-,204	,061	-,108	-3,350	,001	-,324	-,085
	Μεσο Ύψος Κτηρίων	28,226	10,464	,068	2,697	,007	7,685	48,768
	Μεση τιμη Δείκτη Περπατησιμότητας	105,892	9,991	,388	10,598	,000	86,278	125,505
	Πυκνότητα Στάσεων MMM	47,692	3,528	,316	13,519	,000	40,767	54,618

a. Dependent Variable: Πυκνότητα Πεζών

Πίνακας 3.5: Συντελεστές

Ο Πίνακας 3.4 περιέχει στοιχεία που αναφέρονται στην συσχέτιση της κάθε μίας ανεξάρτητης μεταβλητής με την εξαρτημένη μεταβλητή, και δίνει τη δυνατότητα κατανόησης του μεγέθους της τιμής πρόγνωσης της από κάθε μία από αυτές. Επίσης υποδεικνύει την σημαντικότητα του κάθε συντελεστή, δηλαδή ποιοι από αυτούς επηρεάζουν την εξαρτημένη μεταβλητή σε μεγαλύτερο βαθμό. Τα στοιχεία και οι τιμές του πίνακα επεξηγούνται στη συνέχεια.

Η πρώτη στήλη περιέχει τις προγνωστικές μεταβλητές. Η πρώτη μεταβλητή (**Constant**) αντιπροσωπεύει τη **σταθερά**, που είναι το ύψος της γραμμής παλινδρόμησης όταν διασχίζει τον άξονα Y. Με άλλα λόγια, αυτή είναι η προβλεπόμενη τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής (Πυκνότητα Πεζών) όταν όλες οι άλλες μεταβλητές είναι 0.

Η στήλη **B** περιέχει τις τιμές της εξίσωση παλινδρόμησης για την πρόβλεψη της εξαρτημένης μεταβλητής από την κάθε μία ανεξάρτητη μεταβλητή. Δηλαδή οι τιμές αυτές παρουσιάζουν το πόσο επηρεάζει ο κάθε συντελεστής την τιμή της

εξαρτημένης μεταβλητής. Για παράδειγμα, η τιμή 288,39 για την Πυκνότητα των Πεζοδρόμων, σημαίνει ότι εάν αυξηθεί κατά 1 μονάδα η συγκεκριμένη μεταβλητή, τότε η Πυκνότητα των Πεζών θα αυξηθεί κατά 288,39, εάν μείνουν οι υπόλοιπες σταθερές. Όταν η τιμή είναι θετική, τότε η αυξομείωση θα είναι ανάλογη, ενώ όταν είναι αρνητική, τότε η αυξομείωση θα είναι αντιστρόφως ανάλογη. Οι τιμές του πίνακα 3.4 για κάθε μία ανεξάρτητη μεταβλητή θα εξηγηθούν αναλυτικότερα στη συνέχεια.

Αυτές οι τιμές ονομάζονται **μη τυποποιημένοι συντελεστές (Unstandardized Coefficients)** επειδή μετρώνται στις φυσικές τους μονάδες. Ως εκ τούτου, οι συντελεστές δεν μπορούν να συγκριθούν μεταξύ τους για να καθοριστεί ποιος έχει μεγαλύτερη επιρροή στο μοντέλο, επειδή υπολογίζονται σε διαφορετικές κλίμακες. Η επόμενη στήλη περιέχει τα **τυπικά σφάλματα (Std. Error)** της κάθε μεταβλητής.

Η στήλη **Beta** περιέχει τους **τυποποιημένους συντελεστές (Standardized Coefficients)**. Αυτοί είναι οι συντελεστές που θα υπολογίζονταν εάν όλες οι μεταβλητές της παλινδρόμησης, συμπεριλαμβανομένων των εξαρτημένων και όλων των ανεξάρτητων μεταβλητών, τυποποιούνταν στην ίδια κλίμακα πριν την εκτέλεση της διαδικασίας. Έχοντας τις μεταβλητές στην ίδια κλίμακα, καθίσταται δυνατή η σύγκριση του μεγέθους των συντελεστών για να ληφθούν συμπεράσματα για το ποια μεταβλητή έχει την μεγαλύτερη επιρροή στην εξαρτημένη μεταβλητή. Στο συγκεκριμένο μοντέλο, την μεγαλύτερη επίδραση στην Πυκνότητα Πεζών φαίνεται να έχει η Μέση Τιμή του Δείκτη Περιπατησιμότητας με τιμή 0,388.

Η **t-value** είναι ο μη τυποποιημένος συντελεστής B διαιρούμενος με το τυπικό σφάλμα του. Η t-value μετρά το μέγεθος της διαφοράς σε σχέση με τη διακύμανση στα δείγματα δεδομένων. Όσο μεγαλύτερο είναι το μέγεθος του t, τόσο μεγαλύτερη είναι η απόδειξη ενάντια στη μηδενική υπόθεση. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχουν περισσότερες ενδείξεις ότι υπάρχει σημαντική διαφορά. Όσο πιο κοντά είναι το t στο 0, τόσο πιο πιθανό είναι να μην υπάρχει σημαντική διαφορά από την συγκεκριμένη μεταβλητή.

Η στήλη **Sig.** ή **p-value** αναφέρεται, όπως και στον προηγούμενο πίνακα 3.3, στην δυνατότητα των ανεξάρτητων μεταβλητών να προβλέψουν την τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής, δηλαδή στην μεταξύ τους συσχέτιση. Στις εφαρμογές συνήθως επιλέγεται επίπεδο εμπιστοσύνης 95%, οπότε οι μεταβλητές με p-value μικρότερο του 0,05 θεωρούνται στατιστικά σημαντικές. Στον πίνακα 3.4 περιέχονται τα p-value για κάθε μία από τις μεταβλητές μεμονωμένα, και μπορεί κανείς να παρατηρήσει ότι όλες έχουν p-value μικρότερο από το 0,05, με το Μέσο Ύψος Κτηρίων με 0,007 να έχει την υψηλότερη τιμή. Αυτό σημαίνει ότι, στο συγκεκριμένο μοντέλο, αυτή είναι η μεταβλητή που επηρεάζει λιγότερο την τιμή της Πυκνότητας Πεζών, όμως και πάλι βρίσκεται εντός του αποδεκτού ορίου.

Στις 2 τελευταίες στήλες περιέχονται τα όρια του διαστήματος εμπιστοσύνης 95% (**95% Conf. Interval**) για τις τιμές του κάθε συντελεστή B.

Στη συνέχεια θα αναλυθούν οι τιμές του πίνακα 3.4 για κάθε μία από τις ανεξάρτητες μεταβλητές και θα γίνει μία προσπάθεια επεξήγησης των συγκεκριμένων τιμών και πως επηρεάζεται η εξαρτημένη μεταβλητή (Πυκνότητα Πεζών) από αυτές.

**1) Πυκνότητα Πληθυσμού:** Το p-value αυτής της μεταβλητής είναι 0,000, άρα έχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση με την Πυκνότητα Πεζών. Από τις τιμές B και Beta, προκύπτει η παρατήρηση ότι η συσχέτιση είναι ελαφρώς αρνητική, δηλαδή όταν αυξάνεται η Πυκνότητα Πληθυσμού κατά μία μονάδα, τότε η Πυκνότητα Πεζών μειώνεται κατά 0,067. Αυτό σε πρώτη ανάγνωση φαίνεται περίεργο, όμως επεξηγείται από το γεγονός ότι οι υψηλότερες πυκνότητες πεζών στην περιοχή μελέτης, εμφανίζονται στον κεντρικό εμπορικό πυρήνα της Αθήνας, τα οικοδομικά τετράγωνα του οποίου κατακλύζονται κυρίως από γραφεία εταιριών, καταστήματα, ξενοδοχεία, σημεία τουριστικού ενδιαφέροντος, κτήρια πολιτικού ενδιαφέροντος (Πρεσβείες, Υπουργεία κτλ) και πλατείες. Επομένως η περιοχή προσελκύει πολλά άτομα από άλλες περιοχές που δεν ανήκουν στους μόνιμους κατοίκους της περιοχής. Αντίθετα, άλλες πυκνοκατοικημένες περιοχές, όπως τα Εξάρχεια ή το Κουκάκι, έχουν χαμηλή Πυκνότητα Πεζών σε σχέση με τον Πληθυσμό τους, καθώς δεν περιέχουν τόσα πολλά σημεία ενδιαφέροντος για να υπάρξει συγκέντρωση ατόμων. Θα ήταν ενδιαφέρουσα η ίδια μελέτη αποκλειστικά σε περιοχές που είναι πιο πυκνοκατοικημένες, με λιγότερα σημεία ενδιαφέροντος, όπως για παράδειγμα η Κυψέλη, έτσι ώστε να φανεί αν σε αυτές τις συνθήκες θα είχε θετική επίδραση στην Πυκνότητα των Πεζών.

**2) Πυκνότητα Πεζοδρόμων:** Το p-value αυτής της μεταβλητής είναι 0,000, άρα έχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση με την Πυκνότητα Πεζών. Από την τιμή του συντελεστή B προκύπτει ότι η συσχέτιση είναι θετική και όταν Πυκνότητα Πεζοδρόμων αυξάνεται κατά μία μονάδα, τότε η Πυκνότητα Πεζών αυξάνεται κατά 288,394. Από την τιμή Beta, η οποία είναι 0,369 και η δεύτερη μεγαλύτερη σε αυτήν τη στήλη, προκύπτει η παρατήρηση ότι η συγκεκριμένη μεταβλητή επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την Πυκνότητα Πεζών. Αυτό είναι κάτι λογικό, καθώς οι πεζοδρόμοι δίνουν κίνητρο στους κατοίκους να μετακινηθούν και να κάνουν τη βόλτα τους ή τις αγορές τους χωρίς τον κίνδυνο των αυτοκινήτων και της συμφόρησης. Επομένως, είναι πιθανό η αύξηση των πεζοδρομήσεων να συμβάλλει σε μία πιο φιλική και περπατήσιμη πόλη για τους κατοίκους της.

**3) Πυκνότητα Δείκτη Ενσωμάτωσης:** Το p-value αυτής της μεταβλητής είναι 0,001, το οποίο είναι μικρότερο του 0,05, άρα έχει ισχυρή συσχέτιση με την Πυκνότητα Πεζών. Όπως φαίνεται από τις τιμές B και Beta, η συσχέτιση είναι αρνητική και όταν η Πυκνότητα του Δείκτη Ενσωμάτωσης αυξάνεται κατά μία μονάδα, τότε η Πυκνότητα των Πεζών μειώνεται κατά 0,204. Η αρνητική συσχέτιση έχει μία λογική, καθώς περιοχές με μεγάλο δείκτη ενσωμάτωσης περιέχουν λιγότερες καταγραφές, με τη λογική ότι τα πεζοδρόμια εκείνων των περιοχών έχουν συνήθως

μικρότερο μήκος και πλάτος, και άρα ο χώρος που έχουν για την κίνηση τους οι πεζοί είναι περιορισμένος. Αυτό το γεγονός δεν συμβάλλει στη δημιουργία εμπορικών καταστημάτων ή καταστημάτων εστίασης εντός τους, που θα βοηθούσαν στην αύξηση της κίνησης του κόσμου.

**4) Μέσο Ύψος Κτηρίων:** Το p-value αυτής της μεταβλητής είναι 0,007, το οποίο δείχνει ότι έχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση με την Πυκνότητα Πεζών, καθώς είναι μικρότερη του ορίου του 0,05. Από την τιμή του συντελεστή B, φαίνεται πως υπάρχει μία πολύ μικρή θετική συσχέτιση, καθώς αν η συγκεκριμένη τιμή αυξηθεί κατά μία μονάδα, τότε η Πυκνότητα Πεζών θα αυξηθεί κατά 28,226, ενώ η τιμή Beta είναι η μικρότερη της στήλης με 0,068, πράγμα που υποδεικνύει πως έχει την μικρότερη συσχέτιση με την Πυκνότητα από τις ανεξάρτητες μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη διαδικασία της γραμμικής παλινδρόμησης. Αυτές οι τιμές επεξηγούνται από το γεγονός ότι, θεωρητικά, το μεγαλύτερο ύψος κτηρίων σε μια περιοχή, σημαίνει περισσότερους κατοίκους και άρα μεγαλύτερη κίνηση στους δρόμους. Όμως, όπως παρατηρήθηκε και στην μεταβλητή της Πυκνότητας Πληθυσμού, το πιο σημαντικό στοιχείο για να υπάρχει κίνηση σε μία περιοχή είναι να περιέχει εντός της πολλά σημεία ενδιαφέροντος και λιγότερο το να έχει περισσότερους μόνιμους κατοίκους. Επιπλέον, οι περιοχές με μεγαλύτερο μέσο όρο ύψους κτηρίων συνήθως περιέχουν κυρίως κτήρια γραφείων, υπηρεσιών και γενικότερα τριτογενών δραστηριοτήτων, κάτι που τις καθιστά λιγότερο ελκυστικές για περπάτημα, οπότε είναι λογικό είναι να διέρχονται λιγότεροι μετακινούμενοι στους δρόμους τους τη στιγμή της μέτρησης, σε σχέση με άλλες περιοχές.

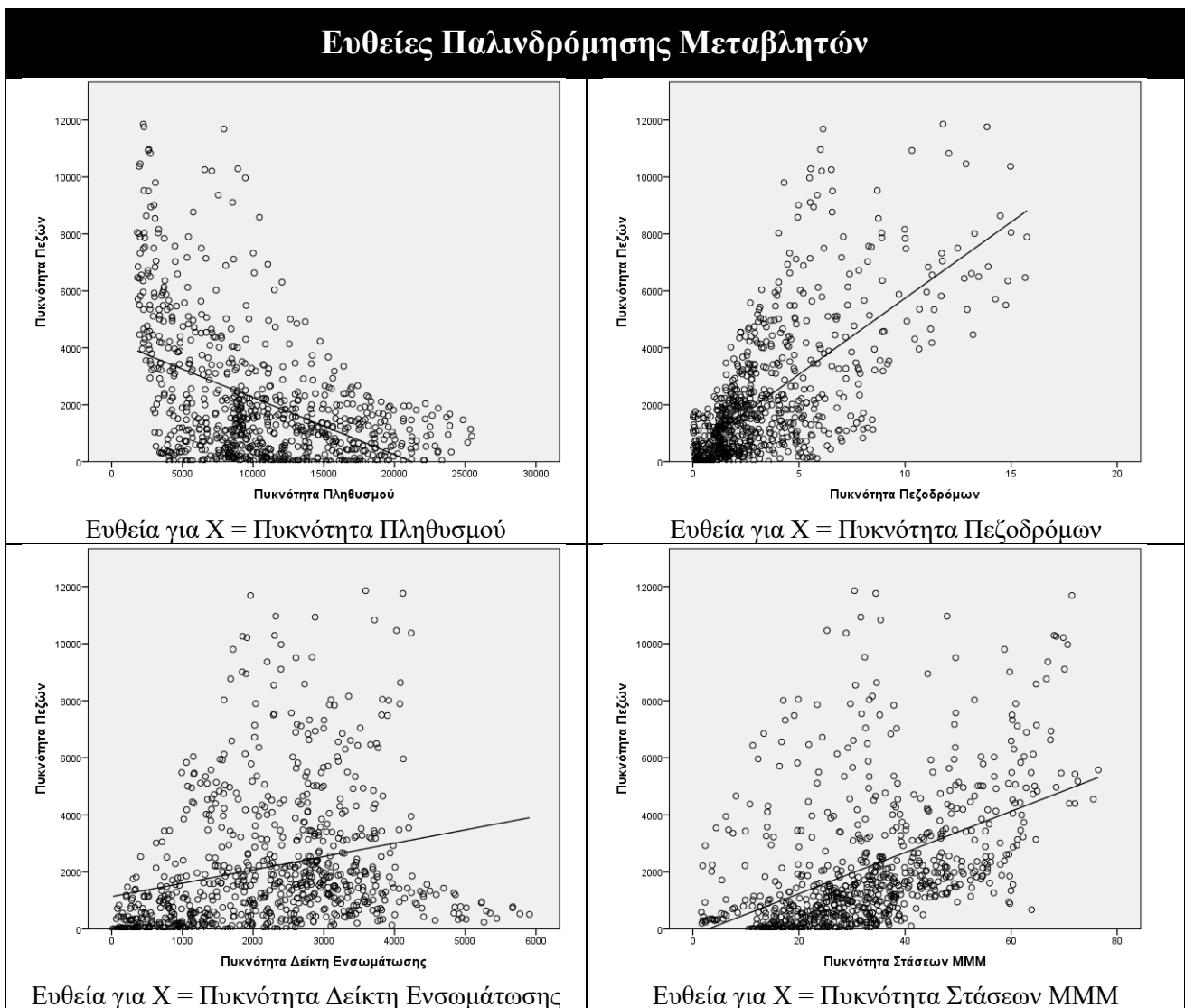
**5) Μέση Τιμή Δείκτη Περιπατησιμότητας:** Το p-value αυτής της μεταβλητής είναι 0,000, άρα έχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση με την Πυκνότητα Πεζών. Από την τιμή του συντελεστή B φαίνεται ότι υπάρχει θετική συσχέτιση και ότι αν αυξηθεί η τιμή της κατά μία μονάδα, τότε η Πυκνότητα Πεζών θα αυξηθεί κατά 105,892. Από την τιμή Beta, η οποία είναι 0,388, βγαίνει το συμπέρασμα ότι είναι η πιο σημαντική μεταβλητή που προβλέπει την εξαρτημένη μεταβλητή. Αυτό είναι λογικό, καθώς ο δείκτης περιπατησιμότητας είναι ένας σύνθετος δείκτης που υποδεικνύει κατά πόσο φιλικό είναι το κάθε πεζοδρόμιο προς τον πεζό, ελέγχοντας μεγάλο πλήθος μεταβλητών για να υπολογιστεί. Η έννοια της περιπατησιμότητας είναι άμεσα συνδεδεμένη με την κίνηση των πεζών και είναι φυσικό επακόλουθο ότι ο μεγαλύτερος δείκτης περιπατησιμότητας για μια περιοχή σημαίνει ότι τα πεζοδρόμιά της είναι σε καλύτερη κατάσταση και προσελκύουν πλήθος ατόμων, άρα η Πυκνότητα Πεζών αυξάνεται.

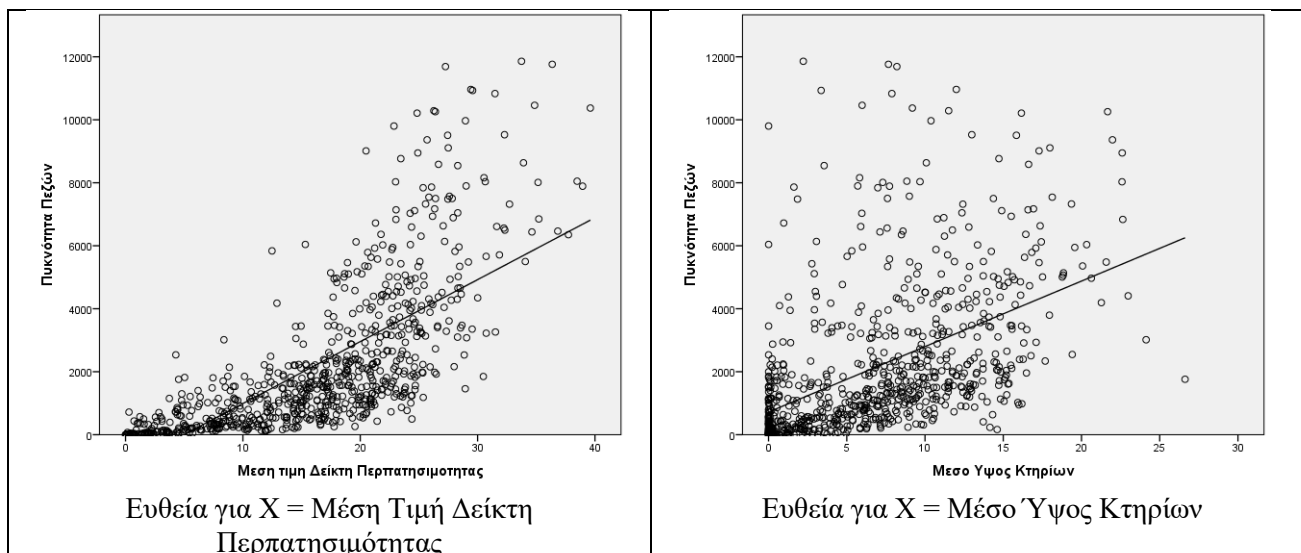
**6) Πυκνότητα Στάσεων MMM:** Το p-value αυτής της μεταβλητής είναι 0,000, άρα έχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση με την Πυκνότητα Πεζών. Από την τιμή του συντελεστή B φαίνεται ότι υπάρχει θετική συσχέτιση και ότι αν αυξηθεί η τιμή της κατά μία μονάδα, τότε η Πυκνότητα Πεζών θα αυξηθεί κατά 49,672. Είναι μία ακόμα μεταβλητή που δείχνει να έχει μεγάλη επιρροή στην πρόβλεψη της εξαρτημένης μεταβλητής, καθώς η τιμή Beta είναι 0,316, που είναι η τρίτη μεγαλύτερη στον πίνακα 3.4. Από αυτές τις τιμές προκύπτει το λογικό συμπέρασμα

ότι η ύπαρξη πληθώρας στάσεων Μέσων Μαζικής Μεταφοράς σε μία περιοχή συνεισφέρει στην μετακίνηση εντός αυτής. Επίσης θα υπάρχει πλήθος κόσμου που θα περιμένει στις στάσεις και αυτό συμβάλλει στην αύξηση της Πυκνότητας Πεζών που μετρήθηκε μέσω του GSV.

### 3.5.5. Ευθείες παλινδρόμησης

Στον πίνακα που ακολουθεί παρατίθενται οι ευθείες παλινδρόμησης για όλες τις ανεξάρτητες μεταβλητές σε σχέση με την εξαρτημένη μεταβλητή (Πυκνότητα Πεζών).





Πίνακας 3.6: Ευθείες Παλινδρόμησης

Η γενική παρατήρηση που προκύπτει από τη μορφή των ευθειών παλινδρόμησης είναι ότι στο μεγαλύτερο πλήθος των περιπτώσεων η ευθεία έχει αυξητική τάση, πράγμα που σημαίνει ότι όσο αυξάνονται οι τιμές των ανεξάρτητων μεταβλητών, παρουσιάζονται και μεγαλύτερες τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής, που είναι η Πυκνότητα Πεζών. Αυτό είναι λογικό, καθώς όπως παρατηρήθηκε πριν, οι περισσότερες ανεξάρτητες μεταβλητές συμβάλλουν θετικά στην αύξηση της κίνησης των πεζών στην περιοχή μελέτης. Επίσης σύμφωνα με τον Χάρτη 3.11 και τους Χάρτες 3.12 υπάρχει η εικόνα ότι η μεγάλη συγκέντρωση των υψηλών τιμών, τόσο για την εξαρτημένη, όσο και για τις ανεξάρτητες μεταβλητές βρίσκεται κυρίως στην περιοχή του Κέντρου της Αθήνας και λιγότερο στα άκρα της περιοχής μελέτης.

Εξαίρεση αποτελεί η μεταβλητή της Πυκνότητας Πληθυσμού, η ευθεία παλινδρόμησης της οποίας, σε συνάρτηση με την Πυκνότητα Πεζών, παρατηρείται να έχει μειωτική τάση. Δηλαδή υψηλές τιμές της Πυκνότητας Πεζών παρατηρούνται όταν οι τιμές της Πυκνότητας Πληθυσμού είναι χαμηλές, και το αντίστροφο. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί αρχικά με την αρνητική συσχέτιση που είχαν οι δύο μεταβλητές στη διαδικασία της Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης. Ακόμη πιο ξεκάθαρη εικόνα πάντως προκύπτει από τη μορφή των χαρτών 3.11 και 3.12, όπου φαίνεται ότι οι υψηλές συγκεντρώσεις της Πυκνότητας Πληθυσμού παρουσιάζονται στα άκρα της περιοχής μελέτης, ενώ της Πυκνότητας Πεζών στο κέντρο της. Παρουσιάζουν μεταξύ τους δηλαδή αντιστρόφως ανάλογη εικόνα.



## Κεφάλαιο 4 - Συμπεράσματα

### 4.1. Γενικά συμπεράσματα

Σε γενικές γραμμές, βάσει των αποτελεσμάτων της μελέτης που εξήχθησαν, και του ελέγχου που πραγματοποιήθηκε με πολλαπλούς τρόπους πάνω σε αυτά, βγαίνει το συμπέρασμα ότι η μέθοδος που ακολουθήθηκε οδήγησε σε στοιχεία πυκνότητας μετακινούμενων που συνάδουν με τις πραγματικές συνθήκες σε πολύ μεγάλο βαθμό.

Το γεγονός αυτό επιβεβαιώθηκε σε πρώτη φάση με τον επιτόπιο έλεγχο σε μέρος του δείγματος και τον συντελεστή συσχέτισης Spearman που υπολογίστηκε κοντά στο 1.

Σε δεύτερη φάση έγινε περαιτέρω ανάλυση των αποτελεσμάτων μέσω πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης και εξακριβώθηκε ότι υπάρχει άμεση συσχέτιση με πολλές από τις πληθυσμιακές ή χωρικές μεταβλητές που αναλύθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο.

**Επομένως, είναι ασφαλές το συμπέρασμα ότι η μέθοδος απογραφής μέσω του Google Street View ήταν απολύτως επιτυχημένη για την περιοχή μελέτης στο κέντρο της Αθήνας στην οποία εφαρμόστηκε.**

Τα αποτελέσματα της μεθοδολογίας υπέδειξαν ότι η μεγαλύτερη πυκνότητα πεζών εντός της περιοχής μελέτης, παρατηρείται στην περιοχή του εμπορικού τριγώνου της Αθήνας, με σημεία αναφοράς του τις Πλατείες Συντάγματος, Ομονοίας και Μοναστηρακίου, αλλά και τις οδικές αρτηρίες που τις συνδέουν.

Καθώς παρατηρείται έντονη κινητικότητα μεταξύ αυτών των τριών πλατειών, μία πιθανή πρόταση σχεδιασμού για την βελτίωση της αστικής πεζής κινητικότητας θα ήταν η πεζοδρόμηση ενός δρόμου που συνδέει την Πλατεία Συντάγματος με την Πλατεία Ομονοίας (π.χ. οδός Πανεπιστημίου), όπως υπάρχει η οδός Ερμού που συνδέει την Πλατεία Συντάγματος με την Πλατεία Μοναστηρακίου, και η οδός Αιόλου που συνδέει την Πλατεία Μοναστηρακίου με την Πλατεία Ομονοίας. Σίγουρα, όμως αυτό είναι κάτι πολύ δύσκολο για να πραγματοποιηθεί, καθώς οι κύριες οδικές αρτηρίες του κέντρου εξυπηρετούν καθημερινά χιλιάδες οχημάτων, και η εύρεση εναλλακτικής διαδρομής θα ήταν προβληματική, λόγω της πυκνής δόμησης της περιοχής. Επομένως, η πεζοδρόμηση περισσότερων μικρότερων δρόμων ίσως δώσει μία λύση βελτίωσης της πεζής μετακίνησης, δίχως να δυσχεραίνει έντονα την ροή της κυκλοφορίας.

Επίσης, η πυκνή δόμηση δημιουργεί πρόβλημα έλλειψης διαθέσιμου χώρου κίνησης για τους πεζούς που πολλές φορές κινούνται εντός του οδοστρώματος, καθώς τα πεζοδρόμια έχουν μικρό πλάτος ή είναι κατειλημμένα από παρκαρισμένα αυτοκίνητα και δίκυκλα, ενώ ράμπες για αναπηρικά καροτσάκια είναι δυσεύρετες. Οπότε σίγουρα η περιοχή μελέτης χρειάζεται μια ανανέωση στην ποιότητα και στο μέγεθος των πεζοδρομίων. Επιπλέον θα ήταν πολύ χρήσιμη η τοποθέτηση

περισσότερων δημόσιων καθιστικών, καθώς, στη συγκεκριμένη περιοχή μελέτης, παρατηρήθηκε μία γενική έλλειψη δημόσιων καθιστικών, με αποτέλεσμα οι διερχόμενοι που ήθελαν να ξαποστάσουν να αναγκάζονται να καθίσουν σε μέρη που δεν είναι σχεδιασμένα για αυτό, όπως σκαλιά εισόδων πολυκατοικιών.

## 4.2. Οφέλη και περιορισμοί

Μέσω της εφαρμογής της μεθοδολογίας, έγιναν προφανή κάποια πιο συγκεκριμένα συμπεράσματα που αφορούν τα οφέλη που προσδίδει σε μία μελέτη, αλλά και κάποιοι περιορισμοί που συνοδεύουν τη χρήση της.

Σίγουρα η συλλογή των δεδομένων των μετακινούμενων μέσω των διαδικτυακών πανοραμικών εικόνων είναι μία απλή στη χρήση διαδικασία και όπως φάνηκε αποδίδει ικανοποιητικά αποτελέσματα για την πυκνότητα και την κινητικότητα των πεζών. Η δυνατότητα εξαγωγής ικανοποιητικών δεδομένων σε μικρό χρόνο, αλλά και δίχως την αναγκαιότητα μετακίνησης στην περιοχή, δίνει ένα εξαιρετικό υπόβαθρο προμελέτης για την οποιαδήποτε χωρική εφαρμογή.

Επίσης, οι χωρικές αναλύσεις μέσω του περιβάλλοντος GIS και η διαδικασία της Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης δίνουν τη δυνατότητα της εξαγωγής πολλαπλών συμπερασμάτων για τη μορφή της συγκέντρωσης των ατόμων μέσα σε μία περιοχή μελέτης και είναι ιδανικές για την εξαγωγή συμπερασμάτων για τους παράγοντες που ευνοούν ή δυσχεραίνουν την κίνηση σε μία περιοχή και την ταυτοποίηση σημείων ενδιαφέροντος ή προβληματικών σημείων.

Βεβαίως, η επιτυχημένη εφαρμογή της μεθοδολογίας εξαρτάται και από ένα πλήθος περιοριστικών παραγόντων. Αρχικά, θα πρέπει να αναφερθεί ότι τα όποια καταγραφικά δεδομένα συγκεντρωθούν με τη χρήση των πλατφορμών που προαναφέρθηκαν, για να παράσχουν πράγματι αξιόπιστα δεδομένα θα πρέπει αφενός οι πλατφόρμες αυτές να ανανεώνονται με πληροφορίες σε πολύ τακτά χρονικά διαστήματα, και άρα να ανταποκρίνονται στις υπάρχουσες συνθήκες, αφετέρου ο μελετητής να διαθέτει την κατάλληλη επιστημονική εμπειρία ώστε να τα επεξεργαστεί και να τα αξιολογήσει σωστά και να κρίνει που χρειάζεται να τα επιβεβαιώσει και σε ποια έκταση, με στοχευμένες επιτόπου αυτοψίες και καταγραφές, (π.χ. η απογραφή δεδομένων μέσω πλατφορμών και οι επιτόπιες αυτοψίες θα πρέπει να γίνονται σε παρόμοιες συνθήκες, ώστε συντελεστές όπως ο καιρός, η εποχή, η ώρα της ημέρας, αλλά και το αν είναι ανοιχτά ή όχι τα καταστήματα να μην επηρεάζουν σε κρίσιμο βαθμό το αποτέλεσμα).

Ο παράγοντας των συγκεκριμένων συνθηκών που αναφέρθηκε, είναι ένας πολύ σημαντικός περιοριστικός παράγοντας της διαδικασίας. Το γεγονός δηλαδή ότι τα δεδομένα ροής των πεζών που μπορούν να καταμετρηθούν μέσω της διαδικασίας είναι «κλειδωμένα» σε μία συγκεκριμένη εποχή και ώρα. Οπότε αν ένας μελετητής σκοπεύει να μελετήσει για παράδειγμα τη νυχτερινή κινητικότητα στην ίδια περιοχή,

τότε η επιλογή της συγκεκριμένης μεθοδολογίας δεν θα είναι η ενδεδειγμένη για αυτή τη χρήση.

Επιπλέον, μία αρχική σκέψη κατά την ανάθεση της διπλωματικής εργασίας, ήταν να πραγματοποιηθεί και πιο ενδελεχής έλεγχος για τους εναλλακτικούς τρόπους μετακίνησης των πεζών στο κέντρο της Αθήνας. Όμως σύντομα παρατηρήθηκε ότι κάτι τέτοιο θα ήταν ανέφικτο, καθώς οι καταγραφές για τις συγκεκριμένες κατηγορίες ατόμων που αφορούσαν τη μετακίνηση ήταν λιγοστές. Άρα είτε η επιλεγμένη περιοχή μελέτης δεν είναι ευνοϊκή ως προς τη μετακίνηση με εναλλακτικά μέσα (π.χ. Ποδήλατο, Πατίνι), είτε η συγκεκριμένη μεθοδολογία δεν είναι η καταλληλότερη για την εξής μελέτη.

Ένας ακόμα περιορισμός της συγκεκριμένης μεθοδολογίας είναι ότι τα στοιχεία που μπορούν να καταμετρηθούν είναι απολύτως εξαρτημένα από την ύπαρξη φωτογραφιών για το σύνολο της εκάστοτε περιοχή μελέτης μέσω του Google Street View. Αυτό δεν είναι ιδιαίτερο πρόβλημα για τους δρόμους μίας πόλης, όμως όταν μελετάται η κινητικότητα των κατοίκων, τότε σημαντικό ρόλο παίζουν και μέρη στα οποία δεν φτάνουν οι καταγραφές της Google, όπως πάρκα και άλση. Για παράδειγμα, εντός της περιοχής μελέτης υπάρχει το Πεδίον του Άρεως, το οποίο είναι ένα μεγάλο πάρκο, μέσα στο οποίο κινούνται καθημερινά εκατοντάδες άτομα, οι οποίοι όμως δεν καταγράφονται μέσω της συγκεκριμένης μεθοδολογίας. Η δυνατότητα μελέτης πάρκων θα έδινε σίγουρα αυξημένες καταγραφές και στις υπόλοιπες κατηγορίες που επιλέχθηκαν πέρα των πεζών (πχ. ποδήλατο, πατίνι, αθλούμενοι).

### **4.3. Προτάσεις για μελλοντική έρευνα**

Κλείνοντας την παρούσα έρευνα, θα ήταν σκόπιμο να αναφερθεί ότι η συγκεκριμένη μεθοδολογία συγκέντρωσης και καταγραφής δεδομένων μέσω της πλατφόρμας του Google Street View και ενός περιβάλλοντος GIS προσδίδει μεγάλη ευελιξία και μπορεί να χρησιμοποιηθεί και να συσχετιστεί με πάρα πολλές γεωχωρικές εφαρμογές, δίνοντας ένα επιπλέον υπόβαθρο κίνησης και συγκέντρωσης των ατόμων μέσα σε μία περιοχή μελέτης.

Αρχικά η παρούσα έρευνα θα μπορούσε να αποτελέσει την αφετηρία για την ολοκληρωμένη καταγραφή όλων των περιοχών της πόλης των Αθηνών. Το κέντρο της Αθήνας είναι μια περιοχή με πολύ ιδιαίτερα κοινωνικοπολιτικά και ιστορικά χαρακτηριστικά που ευνοούν την κίνηση μεγάλου πλήθους ατόμων εντός της. Θα ήταν πολύ ενδιαφέρουσα η εφαρμογή της ίδιας διαδικασίας και σε άλλες περιοχές που είναι κυρίως περιοχές κατοικίας, καθώς θα μπορούσαν να εξαχθούν ακόμη πιο συγκεκριμένα συμπεράσματα που δεν επηρεάζονται από αυτά τα χαρακτηριστικά.

Ανάλογα με την εκάστοτε έρευνα, οι καταγεγραμμένοι διερχόμενοι θα μπορούσαν να διαιρεθούν σε συγκεκριμένες κατηγορίες που συμβάλλουν στα

αποτελέσματά που θέλει ο μελετητής να εξαχθούν. Στην παρούσα έρευνα οι διερχόμενοι διαιρέθηκαν σε κατηγορίες που αφορούσαν τον τρόπο μετακίνησής τους. Όμως θα μπορούσαν για παράδειγμα να διαιρεθούν σε κατηγορίες ανάλογα με το φύλο τους, ώστε να εξαχθούν αποτελέσματα που αναφέρονται στο που κινούνται περισσότερο οι άνδρες και που οι γυναίκες, ή σε ηλικιακές κατηγορίες ώστε να φανεί που κινούνται περισσότερο οι νέοι, και που οι μεγαλύτεροι σε ηλικία.

Επίσης, η μεθοδολογία είναι εντόνως συνυφασμένη με την έννοια της περπατησιμότητας, όπως φάνηκε και από τα αποτελέσματα της διαδικασίας της Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης. Επομένως θα ήταν εφικτή η εφαρμογή της παρούσας μεθοδολογίας, παράλληλα με την μέθοδο Microscale Audit of Pedestrian Streetscapes (MAPS), η οποία συνδυάζει χαρακτηριστικά του δομημένου περιβάλλοντος με τη φυσική δραστηριότητα (Cain et al., 2013) των κατοίκων μιας περιοχής και πόσο πιθανό είναι αυτοί να μετακινηθούν ως πεζοί. Η συγκεκριμένη μέθοδος αναπτύχθηκε από τον καθηγητή J. Sallis και την ερευνητική του ομάδα στο University of California στο San Diego των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής, ενώ στη συνέχεια αναπτύχθηκε και η μέθοδος MAPS-Mini που είναι πιο απλοποιημένη και εύχρηστη, ενώ δίνει ικανοποιητικότερα αποτελέσματα για την κίνηση των κατοίκων με θετικό συντελεστή συσχέτισης  $r=0,85$ .

Η συνδυαστική χρήση των δύο μεθόδων μπορεί να προσδώσει μία εικόνα για την συσχέτιση του δείκτη περπατησιμότητας στη θεωρία και στην πράξη, και να ωφελήσει στην εύρεση παραγόντων που δεν ευνοούν την κίνηση των πεζών σε μία περιοχή, όπως για παράδειγμα κακή ποιότητα και μέγεθος πεζοδρομίων, και εν συνεχεία στη λήψη ενεργειών για τη βελτίωση τους.

Επιπλέον, θα είχε ενδιαφέρον η μελέτη περιοχών με υψηλό ποσοστό μετακίνησης με ποδήλατο, έτσι ώστε να ληφθούν δεδομένα για την δημιουργία ποδηλατοδρόμων και να επιλεγθούν περιοχές που τα χαρακτηριστικά τους ευνοούν την μετακίνηση με το ποδήλατο ή με άλλα εναλλακτικά μέσα (π.χ. πατίνι).

Βεβαίως με παρόμοια μεθοδολογία, μέσω του Google Street View, είναι δυνατή και η καταγραφή αυτοκινήτων και δικύκλων ανά δρόμο, που μπορεί να προσδώσει μία απλοϊκή διαστρωμάτωση της κυκλοφορίας σε μία περιοχή και να ταυτοποιήσει πιθανές προβληματικές κυκλοφοριακές αρτηρίες όπου υπάρχει έντονη συμφόρηση. Ένα άλλο ενδιαφέρον κυκλοφοριακό δεδομένο που μπορεί να καταγραφεί, αναφέρεται στον αριθμό των διαθέσιμων θέσεων στάθμευσης στα πεζοδρόμια μίας περιοχής, ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με σημεία με έντονη έλλειψη ελεύθερων θέσεων και να ληφθούν βελτιωτικές ενέργειες.

Η μέθοδος, μπορεί ακόμα να συνδυάσει τις ροές των πεζών με την επιρροή τους από το περιβάλλον, καθώς με την καταγραφή δέντρων ή πρασίνου ανά περιοχή, μπορεί να προσδιοριστεί το κατά πόσο η ύπαρξη πρασίνου ευνοεί την κίνηση και τη συγκέντρωση κόσμου σε μία περιοχή.

Ακόμη, η μεθοδολογία προσδίδει τη δυνατότητα μελέτης μέσω του διαδικτύου μιας πόλης που έχει ήδη ένα ολοκληρωμένο ΣΒΑΚ, ώστε να εξαχθούν ανάλογα συμπεράσματα και για μία άλλη υπό μελέτη πόλη, η οποία αναμένεται να αποκτήσει ΣΒΑΚ στο μέλλον.

Επιπρόσθετα, με την πάροδο των ετών και τη συνεχή ανανέωση των φωτογραφιών του GSV και των υπόλοιπων παρόμοιων πλατφόρμων, θα γίνει δυνατή η μελέτη των μεταβολών των πυκνοτήτων ανά τα χρόνια. Αυτές οι πιθανές μεταβολές μπορεί να οφείλονται σε κάποιες κοινωνικές μεταβολές, όπως π.χ. οικονομική κρίση, ή κάποιες αλλαγές στον αστικό ιστό που ευνοούν ή δυσχεραίνουν τη συγκέντρωση πεζών σε κάποια περιοχή.

Τέλος, η διαδικασία της συλλογής δεδομένων μπορεί να απλοποιηθεί σημαντικά με τη χρήση αλγορίθμου μηχανικής μάθησης, ώστε να γίνεται αυτοματοποιημένη συλλογή των δεδομένων μέσω των πανοραμικών εικόνων του GSV. Αυτό θα μειώσει σημαντικά τον χρόνο που απαιτείται και θα προσδώσει τη δυνατότητα μελέτης μεγαλύτερων σε έκταση περιοχών, στον αντίστοιχο χρόνο με τις μικρότερες.

## Κεφάλαιο 5 - Βιβλιογραφία

### 5.1. Ελληνική βιβλιογραφία

Boutsikas, M.V. (2004). *Σημειώσεις μαθήματος «Στατιστικά Προγράμματα»* Τμήμα Στατ. & Ασφ. Επιστήμης, Πανεπιστήμιο Πειραιώς

Perperidou, D. G. and Βλαστός, Α. (2007). *Σχεδιασμός με στόχο την εξυπηρέτηση πεζή μετακινήσεων*. Τεχνικά Χρονικά, 3

Βλαστός, Α. and Μηλάκης, Δ. (2006). *ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑ VS ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ: Από την απόκλιση στη σύγκλιση*. Έκδοση Α

Βλαστός, Α. and Μπακογιάννης, Ε. (2015). *Ποδήλατο, ένα χαμόγελο προς την αυριανή βιώσιμη πόλη – Cycling, pedaling your city to a sustainable future*. Αθήνα: Δίγλωσση έκδοση ΕΛΤΑ

Βλαστός, Α. and Μπακογιάννης, Ε. (2019). *ΠΡΟΣ ΜΙΑ ΕΛΛΑΔΑ ΜΕ ΛΙΓΟΤΕΡΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΑ*. Αθήνα: Εκδόσεις Γρηγόρη.

Βλαστός, Α., Χρονόπουλος, Γ. (2007). *Τα εμπόδια στο περπάτημα. Ποσοτική αποτίμηση στην περίπτωση της Αθήνας*. «Δίκαιο και Περιβάλλον», τεύχος 39

Δαμιανού, Χ.Χ., Παπαδάτος, Ν., Χαραλαμπίδης, Α.Χ. (2012). *Εισαγωγή στις Πιθανότητες και τη Στατιστική*. Αθήνα: Εκδόσεις Συμμετρία

Ηλιοπούλου, Π. (2015). *Γεωγραφική ανάλυση [Προπτυχιακό εγχειρίδιο]*. Αθήνα: Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις.

Κορυζή, Αι., Φατούρου, Α., Παπαδιάς, Ε. (2017). *Ανάλυση χωρικών προτύπων*. ([https://rstudio-pubs-static.s3.amazonaws.com/280131\\_0e6fc0c12a724994a36e51583a9e0989.html](https://rstudio-pubs-static.s3.amazonaws.com/280131_0e6fc0c12a724994a36e51583a9e0989.html))

Κουτσόπουλος, Κ. (2005). *Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και Ανάλυση χώρου*. Αθήνα: Εκδόσεις Δισιγμα

Μαργάρας, Γ. (2010). *Ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού για δειγματοληψία σε περιβάλλον γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών*. Διπλωματική Εργασία, ΣΑΤΜ-ΕΜΠ

Μπακογιάννης, Ε. (2016), *Οδηγίες για τα Σχέδια Βιώσιμης Αστικής Κινητικότητας*. Ηλεκτρονική έκδοση, Μονάδα Βιώσιμης Κινητικότητας

Μπακογιάννης, Ε. (2018). *Καλές πρακτικές για την προώθηση της Βιώσιμης Αστικής Κινητικότητας*. Αθήνα: Εκδόσεις Γρηγόρης

Μπαρτζώκας-Τσιόμπρας, Α. (2013). *Walk and the city: Ανάπτυξη και εφαρμογή ενός σύνθετου δείκτη "περπατησιμότητας" (walkability) με την χρήση Γ.Σ.Π (G.I.S) στο πολεοδομικό συγκρότημα Βόλου*, Μεταπτυχιακή Διπλωματική Διατριβή

Παντεργής, Γ. (2021). *Αξιολόγηση "φιλικότητας" γειτονιάς για την ανεμπόδιστη κίνηση χρηστών αναπηρικών αμαξιδίων: Η περίπτωση της 5ης και 6ης Δημοτικής Κοινότητας του Δήμου Αθηναίων*. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο - Μεταπτυχιακή Εργασία. Διεπιστημονικό-Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών (Δ.Π.Μ.Σ.) «Περιβάλλον και Ανάπτυξη»

Παπαδόπουλος, Κ. Γ. (2015). *Εισαγωγή στις Πιθανότητες και τη Στατιστική*. Αθήνα: Εκδόσεις Gutenberg

Πετρίδης, Δ. (2015). *Ανάλυση πολυμεταβλητών τεχνικών [Προπτυχιακό εγχειρίδιο]*. Αθήνα: Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις

Πιτσιάβα-Λατινοπούλου, Μ., Μπάσμπας, Σ., Ζαχαράκη, Ε. (2007). *Βιώσιμες οδικές μεταφορές του μέλλοντος: υποδομή, όχημα. Proceedings of the International Conference: Roads of the Future*, Civil Engineering Department of the University of Patras

Σιόλας, Α., Βάσση, Α., Βλαστός, Θ., Κυριακίδης, Χ., Μπακογιάννης, Ε. & Σίτη, Μ. (2015). *Μέθοδοι, Εργαλεία και Εφαρμογές πολεοδομικού Σχεδιασμού*. Αθήνα: Ελληνικά Ακαδημαϊκά Συγγράμματα και βοηθήματα

Φώτης, Γ. (2009) *Ποσοτική χωρική ανάλυση*. Αθήνα: Εκδόσεις Γκοβόστης

Χαλικιάς, Μ., Μανωλέσου, Α., Λάλου, Π. (2015). *Μεθοδολογία Έρευνας και Εισαγωγή στη Στατιστική Ανάλυση Δεδομένων με το IBM SPSS STATISTICS*. Αθήνα: Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις.

## 5.2. Ξένη βιβλιογραφία

Aghaabbasi, M. et al. (2018b). *Addressing issues in the use of Google tools for assessing pedestrian built environments*. Journal of Transport Geography, 73

Anselin, L. (1995). *The Local Indicators of Spatial Association – LISA*. Geographical Analysis

Appleyard, D., Gerson, M.S., Lintell, M. (1981). *Livable streets, protected neighborhoods*. University of California Press

Bartzokas-Tsiompras, A., Photis, G., Tsagkis, P., Panagiotopoulos, G. (2021b). *Microscale walkability indicators for fifty-nine European central urban areas: An open-access tabular dataset and a geospatial web-based platform*. Data in Brief, 36

Bartzokas-Tsiompras, A. and Photis, Y. (2019). *Measuring rapid transit accessibility and equity in migrant communities across 17 European cities*. International Journal of Transport Development and Integration 3

Bartzokas-Tsiompras, A., Photis, Y., Tampouraki, E. (2020). *Is walkability equally distributed among downtowners? Evaluating the pedestrian streetscapes of eight European capitals using a micro-scale audit approach*. International Journal of Transport Development and Integration

Cervero, R. and Kockelman, K. (1997). *Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design*. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 2

European Commission, Directorate-General for Human Resources and Security (1992). *Directory of the Commission of the European Communities*: Publications Office.

Forkenbrock, D.J. and Weisbrod, G.E. (2001). *Guidebook for assessing the social and economic effects of transportation projects*.

Goel, R., Garcia, L.M.T., Goodman, A., Johnson, R., Aldred, R., Murugesan, M., Brage, S., Bhalla, K., Woodcock, J. (2018). *Estimating city-level travel patterns using street imagery: A case study of using Google Street View in Britain*. Plos One

Gordon, R.I. and McCann, P. (2000). *Industrial Clusters: Complexes, Agglomeration and/or Social Networks?*

Jain, R. and Chetty, P. (2019). *How to interpret the results of the linear regression test in SPSS?* (<https://www.projectguru.in/interpret-results-linear-regression-test-spss/>)

Liao, B., Pauline, E.W., van den Berg, P.J.V., van Wesemael, T., Arentze, A. (2020). *Empirical analysis of walkability using data from the Netherlands*

Litman, T. (2010). *Evaluating public transit benefits and costs: Best Practices Guidebook*

Litman, T. (2015). *Evaluating Public Transportation Health Benefits*



Litman, T. and Burwell, D. (2006). *Issues in sustainable transportation*. International Journal of Global Environmental Issues 6

Millstein, R.A., Cain, K.L., Sallis, J.F., Conway T.L., Geremia, C., Frank, L.D., Chapman, J. et al. (2013). *Development, scoring, and reliability of the Microscale Audit of Pedestrian Streetscapes (MAPS)*. BMC public health 13

Pivo, G. and Fisher D.J. (2011). *The Walkability Premium in Commercial Real Estate Investments*.

Rosenberg, E.D., Bull C.F., Marshall, L.A., Sallis, F.J., Bauman, E.A. (2008). *Assessment of Sedentary Behavior*. With the International Physical Activity Questionnaire

Schönfelder, S. and Axhausen, K.W. (2002). *Measuring the size and structure of human activity spaces*.

Tsigdinos, S., Tzouras, P., Bakogiannis, E., Kepaptsoglou, K., Nikitas, A. (2022). *The future urban road: A systematic literature review-enhanced Q-method study with experts*. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 102

Vaughan, L. (2015). *Suburban Urbanities*. UCL Press

Wang, Y., Wotao, Y, Jinshan, Z. (2019). *Global convergence of ADMM in nonconvex nonsmooth optimization*, Journal of Scientific Computing 78

Weissman, S. and Corbett, J. (1992). *Land use strategies for more livable places*. Local Government Commission

### 5.3. Διαδικτυακές πηγές

- <https://statistics.laerd.com/spss-tutorials/linear-regression-using-spss-statistics.php>
- <https://www.publichealth.columbia.edu/research/population-health-methods/hot-spot-spatial-analysis>
- <https://www.athenshappytrain.com/el/athens-sightseeing/history-of-athens>
- <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/main/arcgis-pro-tool-reference.htm>
- <https://stats.oarc.ucla.edu/spss/output/regression-analysis/>
- <https://www.projectguru.in/interpret-results-linear-regression-test-spss/>
- <https://www.wikipedia.org/>
- <https://mysmartcity.gr/>

- <https://ypen.gov.gr/chorikos-schediasmos/astikos-schediasmos/viosimikinitikotita/>