



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ & ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
‘ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ’

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Χωροχρονική ανάλυση τροχαίων ατυχημάτων και συντακτική δομή του αστικού χώρου: Η περίπτωση της Αθήνας την περίοδο 2008-2017

Χριστιάνα Σ. Λιόγκα

Αγρονόμος και Τοπογράφος Μηχανικός Ε.Μ.Π.

Επιβλέπων: Γεώργιος Ν. Φώτης, Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Φεβρουάριος 2020



NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS
SCHOOL OF RURAL AND SURVEYING ENGINEERING
POST – GRADUATE PROGRAMME: GEOINFORMATICS

MASTER THESIS

Spatial-temporal analysis of traffic accidents and urban structure:

The case of Athens in the period 2008-2017

Christiana S. Liogka

Rural and Survey Engineer N.T.U.A.

Supervisor: Yorgos N. Photis, Professor N.T.U.A

Athens, February 2020

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ο κύκλος των μεταπτυχιακών σπουδών μου κλείνει με την παρούσα διπλωματική εργασία και ως εκ τούτου οφείλω να ευχαριστήσω όσους συνέβαλαν με το δικό τους τρόπο στην επιτυχή ολοκλήρωση της.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Γιώργο Φώτη για τη συνεχή καθοδήγηση που μου παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας, το χρόνο που μου αφιέρωσε και τις γνώσεις που μου μετέδωσε συνολικά σε όλη την πορεία των σπουδών μου.

Επιπλέον, ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στους Αλέξανδρο Μπαρτζώκα-Τσιόμπρα και Γιάννη Παρασκευόπουλο, για τη βοήθεια τους σε ζητήματα που προέκυψαν στα στάδια της εκπόνησης της εργασίας, η οποία ήταν καθοριστική και χρήσιμη. Δε θα μπορούσα να παραλείψω την καλή μου φίλη Ελένη Ανδρικοπούλου, Υποψήφια Διδάκτορα της Σχολής Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών Ε.Μ.Π για την ανιδιοτελή βοήθεια και συμπαράσταση που έλαβα από αυτή αλλά και για τις όμορφες στιγμές που περάσαμε αυτά τα χρόνια.

Τέλος, θέλω να εκφράσω ένα μεγάλο ευχαριστώ από καρδιάς στα άτομα που ήταν δίπλα μου και με στήριζαν με υπομονή και διαρκή κατανόηση και κυρίως στην οικογένεια μου για όλη τη στήριξη που μου παρείχαν όλα αυτά τα χρόνια των σπουδών μου, αλλά και για τη συνεχή ενθάρρυνση τους να επιτύχω τους στόχους μου.

Χριστιάνα Λιόγκα

Αθήνα, Φεβρουάριος 2020

Copyright © – Χριστιάνα Σ. Λιόγκα

.....

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ' ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν στη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

(Υπογραφή)

.....

© 2020 – Χριστιάνα Σ. Λιόγκα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η οδική ασφάλεια αποτελεί πλέον μείζον κοινωνικό θέμα σε παγκόσμιο επίπεδο καθώς τα τροχαία ατυχήματα κατατάσσονται υψηλά στη λίστα των κυριότερων αιτιών θανάτου. Η παρούσα εργασία πραγματεύεται τη χωροχρονική ανάλυση των τροχαίων ατυχημάτων και τη συσχέτιση αυτών με τη συντακτική δομή του αστικού χώρου. Πιο συγκεκριμένα, αρχικός στόχος είναι τόσο η στατιστική όσο και η χωρική ανάλυση των τροχαίων ατυχημάτων που έλαβαν χώρα τη δεκαετία μεταξύ 2008-2017 στο Δήμο της Αθήνας. Η μελέτη εξετάζει το χωρικό πρότυπο του φαινομένου συνολικά αλλά και ανά κατηγορία ατυχημάτων ανάλογα με το είδος του παθόντα και τη σοβαρότητα του τροχαίου ατυχήματος. Επιπλέον, εντοπίζονται επικίνδυνες οδοί και οδοί όπου συμβαίνουν λίγα ή καθόλου τροχαία ατυχήματα και αναδεικνύονται οι θέσεις αυτών στο οδικό δίκτυο που παρουσιάζουν διαχρονικότητα για όλα τα έτη της περιόδου που μελετάται και θέσεις όπου εντοπίζονται μόνο τα τελευταία έτη ή μόνο παλαιότερα έτη αντίστοιχα. Σε συνέχεια της μελέτης διερευνάται η συσχέτιση μεταξύ της χωρικής διαμόρφωσης του αστικού δικτύου και των τροχαίων ατυχημάτων μέσω της συντακτικής ανάλυσης (Space Syntax). Η μεθοδολογία στηρίζεται στη χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών με επιλογή των κατάλληλων εργαλείων και τεχνικών μεθόδων για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων και η συσχέτιση υπολογίζεται βάσει του δείκτη συσχέτισης Spearman's rho. Το αποτέλεσμα που απορρέει είναι ότι υπάρχει θετική συσχέτιση του συντακτικού μέτρου της γωνιακής επιλογής (choice) με εφαρμογή σε υπερτοπική ακτίνα, με τα τροχαία ατυχήματα για την πόλη της Αθήνας.

Λέξεις κλειδιά: τροχαία ατυχήματα, χωρική ανάλυση, συντακτική ανάλυση, οδικό δίκτυο, Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, Δήμος Αθηναίων

ABSTRACT

Nowadays, road safety is a major social issue globally as traffic accidents are ranked high on the list of leading causes of death. This diploma thesis deals with the spatio-temporal analysis of traffic accidents and their correlation with space syntax analysis. More specifically, the primary objective is both statistical and spatial analysis of the road accidents that took place between 2008-2017 in the municipality of Athens. This study examines the spatial pattern of the phenomenon overall, but also by accident category depending on the road user type and the severity of the traffic accident. In addition, road network was classified into three categories according to the frequency of traffic accidents-namely low, medium and high risk roads. Also, in this study are identified the locations of road accidents on the road network that have been intertemporal for all its years of the period that is being studied and locations where happen traffic accidents only recent years or they had happened only past years respectively. The study further investigates the relationship between spatial configuration of the urban network and traffic accidents through syntax analysis (space syntax). The methodology is based on the use of Geographic Information Systems by selecting the appropriate tools and technical methods for extracting the results and the correlation is calculated based on the Spearman's RHO correlation coefficient. The results showed that there is a positive correlation between the structural measure of the angle choice, with application in a global radius, and traffic accidents in the city of Athens.

Keywords: traffic accidents, spatial analysis, Space Syntax, road network, GIS, Municipality of Athens

Περιεχόμενα

| | |
|--|------------|
| ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ | i |
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ | iii |
| ABSTRACT | iv |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ | 11 |
| 1.1 Στόχος και αντικείμενο διπλωματικής εργασίας | 12 |
| 1.2 Δομή της εργασίας | 12 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ ΚΑΙ ΟΔΙΚΑ ΤΡΟΧΑΙΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ | 15 |
| 2.1 Γενικά..... | 15 |
| 2.2 Προβλήματα σύγχρονων πόλεων..... | 15 |
| 2.3 Εισαγωγικές έννοιες οδικής ασφάλειας..... | 16 |
| 2.4 Τροχαία ατυχήματα στην Ευρώπη..... | 19 |
| 2.5 Τροχαία ατυχήματα στην Ελλάδα | 26 |
| 2.6 Έρευνες σχετικές με την ανάλυση δεδομένων τροχαίων ατυχημάτων..... | 31 |
| 2.7 Έρευνες σχετικές με τη συσχέτιση συντακτικής ανάλυσης του χώρου και τροχαίων ατυχημάτων..... | 34 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ | 37 |
| 3.1 Γενικά..... | 37 |
| 3.2 Δεδομένα..... | 38 |
| 3.3 Τεχνικές Ανάλυσης..... | 39 |
| 3.3.1 Στατιστική Ανάλυση..... | 39 |
| 3.3.2 Χωρική Ανάλυση..... | 40 |
| 3.3.3 Συντακτική Ανάλυση και Συσχέτιση με Τροχαία Ατυχήματα | 44 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΕΦΑΡΜΟΓΗ | 47 |
| 4.1 Περιοχή Μελέτης..... | 47 |
| 4.2 Δεδομένα..... | 49 |
| 4.3 Στατιστική Ανάλυση..... | 52 |
| 4.4 Χωρική Ανάλυση..... | 60 |
| 4.4.1 Χωρικός Μέσος | 60 |
| 4.4.2 Χωρικό Πρότυπο | 67 |
| 4.4.2 Χωρική Αυτοσυσχέτιση..... | 70 |
| 4.5 Συσχέτιση Τροχαίων Ατυχημάτων και Συντακτικής Ανάλυσης | 80 |

| | |
|---|------------|
| 4.5.1 Συντακτική Ανάλυση..... | 80 |
| 4.5.2 Ανάλυση πυκνότητας τροχαίων ατυχημάτων..... | 87 |
| 4.4.3 Συσχετίσεις..... | 94 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ..... | 101 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΑΝΑΦΟΡΕΣ..... | 105 |

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

| | |
|--|----|
| Διάγραμμα 2.1: Κατανομή θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων στην Ευρώπη από το 2001 και στόχος μέχρι το 2020 (Πηγή: http://ec.europa.eu/roadsafety) | 21 |
| Διάγραμμα 2.2: Θάνατοι από τροχαία ατυχήματα ανά εκατομμύριο κατοίκων ανά χώρα το 2018 (Πηγή: http://ec.europa.eu) | 23 |
| Διάγραμμα 2.3: Θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα ανά εκατομμύρια κατοίκων ανά χώρα – Σύγκριση ετών 2010-2018 (Πηγή: https://ec.europa.eu)..... | 24 |
| Διάγραμμα 2.4: Ετήσιος αριθμός θανάτων ανά φύλο και ανά κατηγορία παθόντα (οδηγός, επιβάτης, πεζός) στην Ε.Ε. για το έτος 2016 (Πηγή: https://ec.europa.eu) .. | 24 |
| Διάγραμμα 2.5: Εξέλιξη αριθμού θανάτων πεζών και συνόλου τροχαίων ατυχημάτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση κατά το χρονικό διάστημα 2006 – 2016 (Πηγή: https://ec.europa.eu/transport/road_safety/)..... | 25 |
| Διάγραμμα 2.6: Αριθμός θανάτων πεζών ανά εκατομμύριο πληθυσμού ανά χώρα της Ευρωπαϊκής Ένωσης το 2016 (Πηγή: https://ec.europa.eu/transport/road_safety/).... | 26 |
| Διάγραμμα 2.7: Σύνολο οδικών τροχαίων ατυχημάτων και νεκρών, τα έτη 1991-2018 (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ) | 26 |
| Διάγραμμα 2.8: Οδικά τροχαία ατυχήματα και παθόντες τα έτη 2012-2019 (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ)..... | 27 |
| Διάγραμμα 2.9: Κατανομή τροχαίων ατυχημάτων ανά ιδιότητα παθόντα για το έτος 2018 στην Ελλάδα (Πηγή: Ε.Α.Ε. Διεύθυνση Τροχαίας Αστυνομίας)..... | 28 |
| Διάγραμμα 2.10: Κατανομή τροχαίων ατυχημάτων ανά ιδιότητα παθόντα για τα έτη 2018-2019 στην Ελλάδα (Πηγή: Ε.Α.Ε. Διεύθυνση Τροχαίας Αστυνομίας)..... | 28 |
| Διάγραμμα 2.11: Ανάλυση θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά είδος για το πρώτο εξάμηνο του 2019 (Πηγή: Ε.Α.Ε. – Διεύθυνση Τροχαίας Αστυνομίας) | 29 |
| Διάγραμμα 2.12: Αριθμός θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά αιτία πρόκλησης για το έτος 2018 στην Ελλάδα (Πηγή: Ε.Α.Ε. – Διεύθυνση Τροχαίας Αστυνομίας) | 29 |
| Διάγραμμα 2.13: Αριθμός νεκρών, κατά περιφέρεια, ανά 1.000.000 κατοίκους, 2018 (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ) | 31 |
| Διάγραμμα 4.1: Τροχαία ατυχήματα ανά έτος (περίοδος 2008-2017) | 52 |
| Διάγραμμα 4.2: Παθόντες τροχαίων ατυχημάτων | 53 |
| Διάγραμμα 4.3: Ποσοστό ανά σοβαρότητα τροχαίων ατυχημάτων | 53 |
| Διάγραμμα 4.4: Ποσοστό ανά κατηγορία παθόντων τροχαίων ατυχημάτων για κάθε έτος..... | 54 |
| Διάγραμμα 4.5: Ποσοστό βαριά τραυματιών ανά έτος | 54 |
| Διάγραμμα 4.6: Ποσοστό ελαφρά τραυματιών ανά έτος..... | 54 |
| Διάγραμμα 4.7: Ποσοστό νεκρών ανά έτος..... | 55 |
| Διάγραμμα 4.8: Είδη παθόντων τροχαίων ατυχημάτων | 55 |
| Διάγραμμα 4.9: Είδη παθόντων τροχαίων ατυχημάτων ανά έτος | 56 |
| Διάγραμμα 4.10: Ποσοστό οδηγών ανά έτος..... | 56 |
| Διάγραμμα 4.11: Ποσοστό επιβατών ανά έτος..... | 57 |
| Διάγραμμα 4.12: Ποσοστό πεζών ανά έτος..... | 57 |

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

| | |
|---|----|
| Πίνακας 2.1: Αριθμός θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης – Απρίλιος 2018 (Πηγή: http://ec.europa.eu)..... | 22 |
| Πίνακας 2.2: Περιφερειακή κατανομή οδικών τροχαίων ατυχημάτων και νεκρών και δείκτης ατυχημάτων και νεκρών ανά 1.000.000 κατοίκους, το έτος 2018 (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ..... | 30 |
| Πίνακας 4.1 : Αποτελέσματα μεθόδου Ανάλυσης Εγγύτερου Γείτονα..... | 69 |
| Πίνακας 4.2 : Αποτελέσματα δείκτη Global Moran's I..... | 71 |
| Πίνακας 4.3 : Κατηγορίες συστάδων τροχαίων ατυχημάτων..... | 73 |
| Πίνακας 4.4 : Κατηγορίες συστάδων τροχαίων ατυχημάτων με πεζούς..... | 74 |
| Πίνακας 4.5 : Κατηγορίες συστάδων τροχαίων ατυχημάτων με οδηγούς/επιβάτες.... | 76 |
| Πίνακας 4.6 : Κατηγορίες συστάδων τροχαίων ατυχημάτων με ελαφρά τραυματίες πεζούς..... | 77 |
| Πίνακας 4.7 : Κατηγορίες συστάδων τροχαίων ατυχημάτων με ελαφρά τραυματίες οδηγούς/επιβάτες..... | 77 |
| Πίνακας 4.8 : Κατηγορίες συστάδων τροχαίων ατυχημάτων με βαριά τραυματίες-νεκρούς πεζούς..... | 79 |
| Πίνακας 4.9 : Κατηγορίες συστάδων τροχαίων ατυχημάτων με βαριά τραυματίες-νεκρούς οδηγούς/επιβάτες..... | 79 |
| Πίνακας 4.10 : Δείκτης Συσχέτισης (Spearman's rho), Συντακτική επιλογή 600 μ και τροχαία ατυχήματα..... | 95 |
| Πίνακας 4.11 : Δείκτης Συσχέτισης (Spearman's rho), Συντακτική επιλογή 600 μ και τροχαία ατυχήματα με πεζούς..... | 95 |
| Πίνακας 4.12 : Δείκτης Συσχέτισης (Spearman's rho), Συντακτική επιλογή 600 μ και τροχαία ατυχήματα με ελαφρά τραυματίες πεζούς..... | 96 |
| Πίνακας 4.13 : Δείκτης Συσχέτισης (Spearman's rho), Συντακτική επιλογή 600 μ και τροχαία ατυχήματα με βαριά τραυματίες-νεκρούς πεζούς..... | 96 |
| Πίνακας 4.14 : Συγκεντρωτικά αποτελέσματα δείκτη συσχέτισης (Spearman's rho), Συντακτική Επιλογή 600μ και κατηγορίες τροχαίων ατυχημάτων..... | 96 |
| Πίνακας 4.15 : Δείκτης Συσχέτισης (Spearman's rho), Συντακτική επιλογή 5000 μ και τροχαία ατυχήματα..... | 97 |
| Πίνακας 4.16 : Δείκτης Συσχέτισης (Spearman's rho), Συντακτική επιλογή 5000 μ και τροχαία ατυχήματα με οδηγούς/επιβάτες..... | 97 |
| Πίνακας 4.17 : Δείκτης Συσχέτισης (Spearman's rho), Συντακτική επιλογή 5000 μ και τροχαία ατυχήματα με ελαφρά τραυματίες οδηγούς/επιβάτες..... | 98 |
| Πίνακας 4.18 : Δείκτης Συσχέτισης (Spearman's rho), Συντακτική επιλογή 5000 μ και τροχαία ατυχήματα με βαριά τραυματίες-νεκρούς οδηγούς/επιβάτες..... | 98 |
| Πίνακας 4.19 : Δείκτης Συσχέτισης (Spearman's rho), Συντακτική επιλογή 5000 μ και τροχαία ατυχήματα με πεζούς..... | 99 |
| Πίνακας 4.20 : Συγκεντρωτικά αποτελέσματα δείκτη συσχέτισης (Spearman's rho), Συντακτική Επιλογή 5000μ και κατηγορίες τροχαίων ατυχημάτων..... | 99 |

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

| | |
|--|----|
| Εικόνα 3.1: Βασικοί τύποι χωρικών προτύπων | 41 |
| Εικόνα 4.1: Αρχική μορφή δεδομένων | 51 |
| Εικόνα 4.2: Εισαγωγή δεδομένων στο ArcGIS | 51 |
| Εικόνα 4.3 : Χωρικό πρότυπο τροχαίων ατυχημάτων: Μέθοδος Εγγύτερου Γείτονα | 68 |

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΧΑΡΤΩΝ

| | |
|---|----|
| Χάρτης 4.1: Γεωγραφική θέση Δήμου Αθηναίων | 47 |
| Χάρτης 4.2: Δημοτικές Κοινότητες Δήμου Αθηναίων (Πηγή: https://el.wikipedia.org/) | 48 |
| Χάρτης 4.3 : Επικίνδυνες οδοί Δήμου Αθηναίων..... | 58 |
| Χάρτης 4.4 : Κατάταξη οδών Δήμου Αθηναίων ανάλογα με την επικινδυνότητα..... | 59 |
| Χάρτης 4.5 : Χωρικός μέσος τροχαίων ατυχημάτων..... | 61 |
| Χάρτης 4.6 : Χωρικός μέσος τροχαίων ατυχημάτων ανά έτος..... | 62 |
| Χάρτης 4.7 : Χωρικός μέσος τροχαίων ατυχημάτων με πεζούς ανά έτος..... | 63 |
| Χάρτης 4.8 : Χωρικός μέσος τροχαίων ατυχημάτων με οδηγούς/επιβάτες ανά έτος.. | 63 |
| Χάρτης 4.9 : Χωρικός μέσος τροχαίων ατυχημάτων με ελαφρά τραυματίες πεζούς ανά έτος..... | 64 |
| Χάρτης 4.10 : Χωρικός μέσος τροχαίων ατυχημάτων με ελαφρά τραυματίες οδηγούς/επιβάτες ανά έτος | 65 |
| Χάρτης 4.11: Χωρικός μέσος τροχαίων ατυχημάτων με βαριά τραυματίες-νεκρούς πεζούς ανά έτος..... | 66 |
| Χάρτης 4.12: Χωρικός μέσος τροχαίων ατυχημάτων με βαριά τραυματίες-νεκρούς οδηγούς/επιβάτες ανά έτος | 66 |
| Χάρτης 4.13 : Αποτέλεσμα Local Moran's I του συνόλου τροχαίων ατυχημάτων..... | 72 |
| Χάρτης 4.14 : Αποτέλεσμα Local Moran's I τροχαίων ατυχημάτων με πεζούς | 74 |
| Χάρτης 4.15 : Αποτέλεσμα Local Moran's I τροχαίων ατυχημάτων με οδηγούς/επιβάτες | 75 |
| Χάρτης 4.16 : Αποτέλεσμα Local Moran's I τροχαίων ατυχημάτων με ελαφρά τραυματίες πεζούς..... | 76 |
| Χάρτης 4.17 : Αποτέλεσμα Local Moran's I τροχαίων ατυχημάτων με ελαφρά τραυματίες οδηγούς/επιβάτες | 77 |
| Χάρτης 4.18 : Αποτέλεσμα Local Moran's I τροχαίων ατυχημάτων με βαριά τραυματίες-νεκρούς πεζούς | 78 |
| Χάρτης 4.19 : Αποτέλεσμα Local Moran's I τροχαίων ατυχημάτων με βαριά τραυματίες-νεκρούς οδηγούς/επιβάτες | 79 |
| Χάρτης 4.20 : Αποτέλεσμα γωνιακής επιλογής τοπικής κλίμακας | 81 |
| Χάρτης 4.21 : Αποτέλεσμα γωνιακής επιλογής υπερτοπικής κλίμακας..... | 83 |
| Χάρτης 4.22 : Πυκνότητα συντακτικού μέτρου επιλογής τοπικής κλίμακας..... | 85 |
| Χάρτης 4.23 : Πυκνότητα συντακτικού μέτρου επιλογής υπερτοπικής κλίμακας | 86 |
| Χάρτης 4.24 : Πυκνότητα τροχαίων ατυχημάτων | 87 |

| | |
|--|----|
| Χάρτης 4.25 : Πυκνότητα τροχαίων ατυχημάτων με πεζούς | 88 |
| Χάρτης 4.26 : Πυκνότητα τροχαίων ατυχημάτων με οδηγούς/επιβάτες | 89 |
| Χάρτης 4.27 : Πυκνότητα τροχαίων ατυχημάτων με ελαφρά τραυματίες πεζούς | 90 |
| Χάρτης 4.28 : Πυκνότητα τροχαίων ατυχημάτων με ελαφρά τραυματίες οδηγούς/επιβάτες | 91 |
| Χάρτης 4.29 : Πυκνότητα τροχαίων ατυχημάτων με βαριά τραυματίες-νεκρούς πεζούς..... | 92 |
| Χάρτης 4.30 : Πυκνότητα τροχαίων ατυχημάτων με βαριά τραυματίες-νεκρούς οδηγούς/επιβάτες | 93 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι σύγχρονες πόλεις, όπως έχουν διαμορφωθεί και λειτουργούν, αποτελούν σημεία συσσώρευσης σημαντικού αριθμού δραστηριοτήτων, οι οποίες παράγουν επιθυμίες και ανάγκες για μετακινήσεις.

Η συνεχώς αυξανόμενη χρήση του ιδιωτικού αυτοκινήτου αποτελεί και τη μεγαλύτερη πρόκληση που καλούνται να αντιμετωπίσουν οι σύγχρονες πόλεις. Η κυριαρχία του αυτοκινήτου στον αστικό ιστό έχει φτάσει σε τέτοιο βαθμό που πλέον η πόλη ασφυκτιά.

Παρά τα πλεονεκτήματα που προσέφερε η ραγδαία εξέλιξη της χρήσης των αυτοκινήτων στους μετακινούμενους, όσον αφορά στην ταχύτητα εξυπηρέτησης, την άνεση, την ευκολία μετακίνησης ανεξαρτήτως καιρικών συνθηκών κλπ., επέφερε πολλά αρνητικά αποτελέσματα, καθώς δεν υπήρχαν κατάλληλες υποδομές αλλά και λόγω της έλλειψης κυκλοφοριακής αγωγής από τους οδηγούς.

Η οδική ασφάλεια αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα των σύγχρονων κοινωνιών και συνεπώς αντικείμενο μελέτης σε όλες τις ανεπτυγμένες χώρες. Ταυτόχρονα, ο μεγάλος αριθμός δυστυχημάτων που έχουν συμβεί και συμβαίνουν τόσο στο οδικό δίκτυο άλλων χωρών όσο και στο ελληνικό, επιβεβαιώνουν την άμεση και επιτακτική ανάγκη για βελτίωση της οδικής ασφάλειας.

Ειδικότερα, τα οδικά ατυχήματα αποτελούν μία από τις κυριότερες αιτίες θανάτου και πρόκλησης μόνιμης αναπηρίας παγκοσμίως. Αποτελούν σημαντικό πρόβλημα για τη δημόσια υγεία καθώς αποβαίνουν θανατηφόρα σχεδόν για 1,3 εκατομμύρια άτομα κάθε χρόνο, ενώ προκαλούν τον τραυματισμό έως και 50 εκατομμυρίων ατόμων. Επιπλέον, αποτελούν την κύρια αιτία θανάτου για παιδιά και νέους ηλικίας 5 έως 29 ετών με τους πεζούς, τους ποδηλάτες και τους μοτοσικλετιστές στις αναπτυσσόμενες χώρες, να αποδεικνύονται οι πλέον ευπαθείς ομάδες, ενώ έχουν τεράστιες επιπτώσεις για τα άτομα που εμπλέκονται καθώς δημιουργούν πολλά οικονομικά, κοινωνικά και ψυχολογικά προβλήματα στις οικογένειες των ατόμων που έχουν πληγεί.

Παρόλο που η σπουδαιότητα του φαινομένου των θανάτων και των τραυματισμών εξαιτίας των τροχαίων ατυχημάτων έχει απασχολήσει σε μεγάλο βαθμό τις αρχές του τόπου, ελάχιστες έρευνες έχουν γίνει στον τομέα αυτό. Τα τροχαία ατυχήματα στην Ελλάδα είναι ένα φαινόμενο σχεδόν καθημερινό το οποίο προκαλεί μεγάλη θλίψη σε όλους μας, ιδίως στο άκουσμα απώλειας ζώων και δη νέων. Αν και τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί σημαντική μείωση των τροχαίων ατυχημάτων στη χώρα μας σύμφωνα με τους στατιστικούς δείκτες, πάρα ταύτα το τροχαίο ατύχημα συνεχίζει να αποτελεί μάστιγα για την Ελλάδα.

1.1 Στόχος και αντικείμενο διπλωματικής εργασίας

Στόχο της παρούσας εργασίας αποτελεί η χωροχρονική ανάλυση των τροχαίων ατυχημάτων που λαμβάνουν χώρα στον ελλαδικό χώρο και συγκεκριμένα στο Δήμο Αθηναίων κατά τη χρονική περίοδο 2008-2017, καθώς και η συσχέτιση τους με τη συντακτική δομή του αστικού χώρου.

Στο πλαίσιο της εργασίας πραγματοποιήθηκε τόσο ποσοτική ανάλυση όσο και χωρική προσέγγιση αξιοποιώντας πληροφορίες για την ακριβή θέση κάθε τροχαίου ατυχήματος. Στην έρευνα συμπεριλαμβάνονται τροχαία ατυχήματα με θύματα, αλλά και τραυματίες που φέρουν βαριά ή ελαφριά τραύματα τόσο οδηγοί και επιβάτες, όσο και πεζοί. Με την κατανομή των συμβάντων αυτών στο χάρτη είναι δυνατή η οπτικοποίηση της πληροφορίας μέσω της οποίας γίνονται αντιληπτές διάφορες χωρικές σχέσεις του φαινομένου στην περιοχή μελέτης.

Σημαντικό ρόλο στην ολοκληρωμένη προσέγγιση του θέματος διετέλεσε η χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (G.I.S.) με στόχο τη χωρική αποτύπωση του φαινομένου, τη δημιουργία χωρικών προτύπων και την ανάλυση της διαχρονικότητας του φαινομένου για την υπό εξέταση περιοχή.

Αν και έχουν πραγματοποιηθεί ποικίλες έρευνες για τα τροχαία ατυχήματα με χρήση GIS για τον Ελλαδικό χώρο, εντούτοις δεν υπάρχει αντίστοιχη έρευνα που να διερευνά τη συσχέτιση της θέσης των τροχαίων ατυχημάτων με τη συντακτική δομή του αστικού χώρου, αντικείμενο που πραγματεύεται η παρούσα μελέτη.

1.2 Δομή της εργασίας

Η παρούσα εργασία διαρθρώνεται σε έξι κεφάλαια, καθένα από τα οποία συνίσταται από επιμέρους ενότητες. Στα κεφάλαια αυτά περιγράφονται τόσο οι θεωρητικές έννοιες που συντέλεσαν στην εκπόνηση της εργασίας όσο και η ανάλυση που πραγματοποιήθηκε και τα συμπεράσματα που εξήχθησαν. Πιο αναλυτικά:

Στο **δεύτερο κεφάλαιο** παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο στο οποίο βασίστηκε η εργασία αυτή και παρουσιάζεται εκτενώς η βιβλιογραφική ανασκόπηση που πραγματοποιήθηκε και στηρίχθηκε στη διεθνή βιβλιογραφία που συγκεντρώνεται γύρω από το εξεταζόμενο θέμα. Αρχικά, παρουσιάζονται τα προβλήματα που καλούνται να αντιμετωπίσουν οι σύγχρονες πόλεις μεταξύ των οποίων και τα τροχαία ατυχήματα, ενώ προσδιορίζονται βασικές έννοιες του φαινομένου και παρουσιάζονται στατιστικά στοιχεία σχετικά με τα ποσοστά τροχαίων ατυχημάτων στην Ελλάδα και την Ευρώπη, την ιδιότητα των παθόντων, τη σοβαρότητα αλλά και την αιτία πρόκλησης τους. Παράλληλα, γίνεται αναφορά στην έννοια της συντακτικής ανάλυσης του χώρου και στον τρόπο με τον οποίο συσχετίζεται με τα τροχαία ατυχήματα. Στο ίδιο κεφάλαιο γίνεται αναφορά σε αντίστοιχες έρευνες οι οποίες έχουν πραγματοποιηθεί στο παρελθόν και σχετίζονται με το αντικείμενο της παρούσας εργασίας.

Στο **τρίτο κεφάλαιο**, αναπτύσσεται το μεθοδολογικό πλαίσιο της εργασίας το οποίο συνοψίζει όλα τα βήματα και τα στάδια της εφαρμογής που θα ακολουθήσει στη συνέχεια και απαρτίζεται από δύο βασικά μέρη: τη συλλογή δεδομένων και την επεξεργασία δεδομένων. Ειδικότερα, καθορίζεται ο βασικός στόχος της εργασίας, προσδιορίζονται τα απαραίτητα δεδομένα που θα πρέπει να συλλεχθούν και παρουσιάζονται οι απαιτούμενες μεταβλητές για την επίτευξη του στόχου. Στη συνέχεια αναλύεται η διαδικασία που θα ακολουθηθεί στη συγκεκριμένη μεθοδολογία και περιγράφονται συνοπτικά τα εργαλεία και οι τεχνικές μέθοδοι που θα χρησιμοποιηθούν.

Το **τέταρτο κεφάλαιο** αποτελεί την εφαρμογή της μεθοδολογίας που αναλύθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο και τα σχετικά αποτελέσματα της με τον απαραίτητο σχολιασμό. Αρχικά, παρουσιάζεται η περιοχή μελέτης στην οποία επιλέχθηκε να εξεταστεί το φαινόμενο που πραγματεύεται η παρούσα διπλωματική εργασία, ακολουθεί η παρουσίαση και επεξεργασία των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν, ενώ πραγματοποιείται και η στατιστική ανάλυσή τους. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της χωρικής ανάλυσης που πραγματοποιήθηκε, όπως επίσης και της συντακτικής ανάλυσης, ενώ κλείνοντας αποτυπώνονται τα σημαντικότερα συμπεράσματα του κεφαλαίου.

Τέλος, το **πέμπτο κεφάλαιο** συνοψίζει τα κυριότερα συμπεράσματα που εξάγονται όσον αφορά στην έρευνα που πραγματοποιήθηκε, όπως επίσης και για τη μεθοδολογία που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της εργασίας και μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε άλλες εφαρμογές μεγαλύτερης κλίμακας. Στο τέλος του κεφαλαίου, διατυπώνονται προτάσεις, τόσο σχετικά με την αξιοποίηση των αποτελεσμάτων της παρούσας εργασίας, όσο και σχετικά με περαιτέρω έρευνες, σχετικές με το αντικείμενο της εργασίας αυτής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ ΚΑΙ ΟΔΙΚΑ ΤΡΟΧΑΙΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ

2.1 Γενικά

Στο κεφάλαιο αυτό πραγματοποιείται μία εκτενής ανάλυση όλων των γνωστικών τομέων που ερευνήθηκαν για την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Πιο συγκεκριμένα, στη βιβλιογραφική ανασκόπηση περιλαμβάνονται έρευνες, οι οποίες έχουν πραγματοποιηθεί σε εθνικό και διεθνές επίπεδο στον τομέα της οδικής ασφάλειας και της ανάλυσης των τροχαίων ατυχημάτων και παρουσιάζουν συνάφεια με το αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Αρχικά, παρουσιάζονται τα προβλήματα που καλούνται να αντιμετωπίσουν οι σύγχρονες πόλεις μεταξύ των οποίων και τα τροχαία ατυχήματα, ενώ προσδιορίζονται βασικές έννοιες του φαινομένου και παρουσιάζονται στατιστικά στοιχεία σχετικά με τα ποσοστά τροχαίων ατυχημάτων στην Ευρώπη και την Ελλάδα, την ιδιότητα των παθόντων, τη σοβαρότητα αλλά και την αιτία πρόκλησης τους. Παράλληλα, γίνεται αναφορά στην έννοια της συντακτικής ανάλυσης του χώρου και στον τρόπο με τον οποίο συσχετίζεται με τα τροχαία ατυχήματα.

2.2 Προβλήματα σύγχρονων πόλεων

Οι πόλεις είναι δυναμικοί οργανισμοί που εξελίσσονται και αλλάζουν σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά της κάθε εποχής. Έτσι, καθώς ο ρυθμός της τεχνολογικής ανάπτυξης αυξήθηκε, ιδιαίτερα κατά την διάρκεια του 20ου αιώνα, ήταν λογικό να επηρεαστεί η δομή και η λειτουργικότητα των πόλεων. Επομένως, ήταν αναμενόμενο να μετασχηματιστούν και οι βασικές ανάγκες που καλείται να εξυπηρετήσει η κάθε πόλη, δηλαδή η ανάγκη για κατοικία, εργασία, αναψυχή και ιδιαίτερα για κυκλοφορία (Αραβαντινός, 2007).

Τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν σήμερα οι πόλεις είναι άρρηκτα συνδεδεμένα με τις ανησυχίες για την βιωσιμότητα του πλανήτη. Αστικά απόβλητα, ατμοσφαιρική ρύπανση και ρύπανση του εδάφους, θόρυβος, έλλειψη αστικού πρασίνου είναι μερικά χαρακτηριστικά παραδείγματα υποβάθμισης του περιβάλλοντος, τα οποία θίγουν τις σύγχρονες πόλεις και θέτουν σε κίνδυνο την υγεία των κατοίκων.

Αναμφίβολα, τα προβλήματα αυτά καθώς και η λειτουργία της πόλης και η ποιότητα ζωής σε αυτή συνδέονται σε μεγάλο βαθμό με την αλόγιστη και υπέρμετρη χρήση του αυτοκινήτου. Όλη αυτή, δηλαδή, η πορεία υποβάθμισης του αστικού περιβάλλοντος δημιουργείται ως απόρροια της έντονης παρουσίας και της απόλυτης κυριαρχίας του αυτοκινήτου στον αστικό ιστό, γι' αυτό και ενοχοποιείται ως το σοβαρότερο περιβαλλοντικό πρόβλημα που αντιμετωπίζει σήμερα η σύγχρονη πόλη.

Στη σημερινή εποχή, δυστυχώς, υπάρχει απόλυτη εξάρτηση από το ιδιωτικό αυτοκίνητο αφού εκλείπουν ελκυστικές εναλλακτικές λύσεις στο μεταφορικό σύστημα της πόλης. Τα αυτοκίνητα πολλαπλασιάζονται διαρκώς με αποτέλεσμα να προκαλούν κυκλοφοριακή συμφόρηση στις αρτηρίες του οδικού δικτύου επηρεάζοντας, ταυτόχρονα, αρνητικά και τη λειτουργία των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς. Εκτός από πηγή βασικών ατμοσφαιρικών ρύπων και αστικής όχλησης, προβλημάτων κορεσμού και έλλειψης χώρου, το αυτοκίνητο αποτελεί επίσης τη μεγαλύτερη αιτία θανάτου αυξάνοντας τους δείκτες των τροχαίων ατυχημάτων καθημερινά.

Τα κυκλοφοριακά προβλήματα στις πόλεις της Ελλάδας είναι πολλά και βαίνουν συνεχώς αυξανόμενα όσο αυξάνεται ο δείκτης ιδιοκτησίας και η χρήση των ΙΧ (σε σχέση με εναλλακτικούς τρόπους μετακίνησης) και όσο τα υφιστάμενα μεταφορικά συστήματα αδυνατούν να διαχειριστούν τη διαρκώς αυξανόμενη ζήτηση για μεταφορές. Τα πιο συχνά εμφανιζόμενα προβλήματα είναι η κυκλοφοριακή συμφόρηση, η έλλειψη χώρων στάθμευσης, τα τροχαία ατυχήματα και η δυσχερής μετακίνηση με άλλα, φιλικά προς το περιβάλλον μέσα, όπως το ποδήλατο και το περπάτημα. Αυτά τα προβλήματα έχουν πολλές επιπτώσεις, εκ των οποίων οι σημαντικότερες είναι οι χαμένες ανθρωποώρες, η ατμοσφαιρική και ηχητική ρύπανση, η αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας για μετακινήσεις, το οικονομικό και κοινωνικό κόστος που όλα αυτά επιφέρουν και συνολικά η υποβάθμιση της ποιότητας ζωής. Όπως και σε άλλους τρόπους μετακίνησης, οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ πεζών και οχημάτων στο ίδιο οδικό περιβάλλον δημιουργούν ανησυχίες για την ασφάλεια.

2.3 Εισαγωγικές έννοιες οδικής ασφάλειας

Το Εγχειρίδιο Οδικής Ασφάλειας των Ηνωμένων Πολιτειών (Highway Safety Manual, 2014) αναφέρει ως Τροχαίο Ατύχημα το σύνολο των γεγονότων που καταλήγουν σε τραυματισμό ή υλικές ζημιές καθώς εμπλέκεται τουλάχιστον ένα μηχανοκίνητο όχημα και μπορεί να περιλαμβάνει σύγκρουση με άλλο όχημα, ποδήλατο, πεζό ή άλλο αντικείμενο.

Τα τροχαία ατυχήματα χαρακτηρίζονται ως θανατηφόρα ή σωματικών βλαβών. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν τα ατυχήματα όπου υπάρχει τουλάχιστον ένας θάνατος την ώρα του ατυχήματος ανεξάρτητα εάν υπάρχουν ή όχι τραυματίες, ενώ στην δεύτερη ανήκουν τα ατυχήματα όπου υπάρχουν μόνο τραυματίες και όχι νεκροί. Τα ατυχήματα σωματικών βλαβών διακρίνονται σε ατυχήματα σοβαρών και ελαφρών βλαβών.

Αξίζει να σημειωθεί ότι δεν υπάρχει διεθνής ορισμός για τον σοβαρά τραυματία σε οδικό ατύχημα, ενώ πολλοί διεθνείς οργανισμοί (Ε.Ε., ΟΟΣΑ κλπ.) προτείνουν να υιοθετηθεί ορισμός με βάση την κλίμακα MAIS (Maximum Abbreviated Injury Scale) της σοβαρότητας του τραυματισμού που χρησιμοποιείται από τα νοσοκομεία.

Κάποια από τα κριτήρια με τα οποία ορίζεται ο σοβαρός τραυματισμός και κατ' επέκταση ο βαριά τραυματίας είναι τα εξής:

- Το χρονικό διάστημα της παραμονής στο νοσοκομείο (το οποίο χρησιμοποιείται σε πολλές χώρες). Ένα άτομο θεωρείται «βαριά τραυματίας» εάν παραμένει στο νοσοκομείο, όχι για απλή παρακολούθηση, για περισσότερο από 24 ώρες
- Το είδος και ο βαθμός του τραυματισμού. Σε κάποιες χώρες χρησιμοποιείται η κλίμακα κατάταξης της σοβαρότητας του τραυματισμού που προαναφέρθηκε (πχ. MAIS - Maximum Abbreviated Injury Scale)
- Η αδυναμία εργασίας
- Το χρονικό διάστημα που απαιτείται για ανάρρωση
- Οι μακροχρόνιες αναπηρίες

Ακολουθούν οι αντίστοιχοι ορισμοί σύμφωνα με την Ελληνική Στατιστική Αρχή από την οποία προήλθαν και τα δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν στην παρούσα εργασία (ΕΛΣΤΑΤ, 2019).

Οδικό τροχαίο ατύχημα (με σωματικές βλάβες) θεωρείται το συμβάν που γίνεται στους δρόμους ή στις πλατείες, που είναι ελεύθερες στη δημόσια χρήση (όχι σε αυλές, βιομηχανικούς χώρους, αμαξοστάσια των επιχειρήσεων μεταφορών κλπ.), με συμμετοχή σε αυτό ενός ή περισσότερων οχημάτων, από τα οποία το ένα τουλάχιστον βρισκόταν σε κίνηση κατά τη στιγμή του ατυχήματος και είχε ως αποτέλεσμα τον θάνατο ή τον τραυματισμό προσώπου ή προσώπων.

Νεκρός θεωρείται το πρόσωπο εκείνο, του οποίου ο θάνατος επέρχεται την ίδια στιγμή ή μέσα σε διάστημα 30 ημερών από το ατύχημα (τον ορισμό αυτό ακολουθεί η Ελλάδα από 01.01.1996).

Τραυματίας θεωρείται το παθόν πρόσωπο που υπέστη σωματική κάκωση ή βλάβη της υγείας του.

Βαριά τραυματίας θεωρείται το παθόν πρόσωπο που υπέστη σοβαρή βλάβη, όπως κρανιοεγκεφαλική κάκωση, ακρωτηριασμό, πολλαπλό τραυματισμό, με αποτέλεσμα το άτομο είτε να χάσει τη διανοητική του επαφή με το περιβάλλον είτε να κινδυνεύει σοβαρά η ζωή του.

Ελαφρά τραυματίας θεωρείται το παθόν πρόσωπο που υπέστη απλή σωματική κάκωση, μη ικανή να θέσει την ζωή του σε κίνδυνο.

Όχημα: περιλαμβάνονται τα αυτοκίνητα οχήματα, τα ηλεκτροκίνητα λεωφορεία (τρόλεϊ), τα τραμ, οι μοτοσυκλέτες, τα ποδήλατα και μοτοποδήλατα, τα αγροτικά μηχανήματα, τα μηχανήματα οδοποιίας, τα ζωήλατα οχήματα και οι χειράμαξες. Στα οχήματα δεν περιλαμβάνονται οι σιδηρόδρομοι, ωστόσο, αν στο ατύχημα συμμετέχει

όχημα μιας τουλάχιστον από τις παραπάνω κατηγορίες, τότε το ατύχημα θεωρείται οδικό τροχαίο και περιλαμβάνεται στην έρευνα.

Ως δείκτες οδικής ασφάλειας χρησιμοποιούνται ο αριθμός των ατυχημάτων (συχνότητα), ο δείκτης ατυχημάτων (επικινδυνότητα) και ο δείκτης σοβαρότητας (σοβαρότητα). Η συχνότητα χρησιμοποιείται όταν δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία κυκλοφοριακών φόρτων και για τμήματα οδών όπου δεν υπάρχει ουσιαστική διαφοροποίηση στους κυκλοφοριακούς φόρτους. Η επικινδυνότητα, χρησιμοποιείται για την κατάταξη των εξεταζόμενων θέσεων ή κατηγοριών ανάλογα με τον αριθμό των ατυχημάτων σε μία προκαθορισμένη περίοδο, διαιρούμενο όμως με ένα μέγεθος (συνήθως εκατομμύρια οχηματοχιλιόμετρα) που εκφράζει το βαθμό χρησιμοποίησης της εξεταζόμενης θέσης ή το βαθμό «έκθεσης στον κίνδυνο» της εξεταζόμενης κατηγορίας στην ίδια περίοδο. Τέλος, ο δείκτης σοβαρότητας, αναφέρεται στη σοβαρότητα του ατυχήματος και εκφράζεται συνήθως ως ο λόγος του αριθμού των νεκρών προς τον αριθμό των τραυματιών ή των ατυχημάτων με θύματα.

Παράλληλα, οι δείκτες έκθεσης στον κίνδυνο είναι τα διανυθέντα οχηματοχιλιόμετρα (προτιμότερος δείκτης), ενώ εναλλακτικοί δείκτες κατά προσέγγιση έκθεσης στον κίνδυνο είναι τα κυκλοφορούντα οχήματα, οι κυκλοφορούντες οδηγοί, ο πληθυσμός και η κατανάλωση καυσίμων.

Σύμφωνα με την ετήσια αναφορά του National Safety Council (NSC), οι τρεις μεγαλύτερες αιτίες πρόκλησης θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων είναι η κατανάλωση αλκοόλ, η ανάπτυξη υπερβολικής ταχύτητας και η οδήγηση υπό απόσπαση προσοχής. Η οδήγηση είναι ένα πολύπλοκο έργο, που απαιτεί την ταυτόχρονη εκτέλεση διαφόρων νοητικών, φυσικών, αισθητηριακών και ψυχοκινητικών δεξιοτήτων. Παρά την πολυπλοκότητα αυτή, δεν είναι ασυνήθιστο, οι οδηγοί κατά τη διάρκεια της οδήγησης να ασχολούνται με διάφορες δραστηριότητες που δεν σχετίζονται με την οδήγηση. Αυτές οι δραστηριότητες μπορεί να είναι τόσο η συνομιλία με τους συνεπιβάτες και η ακρόαση μουσικής μέσω ραδιοφώνου, όσο και η εφαρμογή μακιγιάζ ή ακόμη και η ανάγνωση χάρτη ή βιβλίου. Με την έλευση της ασύρματης επικοινωνίας (π.χ. κινητά τηλέφωνα), με τα πιο εξελιγμένα συστήματα ψυχαγωγίας και με την εισαγωγή τεχνολογιών όπως η πλοήγηση εύρεσης διαδρομών και η πρόσβαση στο διαδίκτυο σε οχήματα, η ενασχόληση με τις ηλεκτρονικές συσκευές κατά την οδήγηση γίνεται όλο και συχνότερη (Regan, 2004a; 2004b; 2004c).

Κάθε δραστηριότητα που αποσπά την προσοχή του οδηγού κατά την οδήγηση έχει τη δυνατότητα να υποβαθμίσει την οδηγική απόδοση και να έχει σοβαρές συνέπειες για την οδική ασφάλεια. Σύμφωνα με έρευνα της National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA, 2013), εκτιμάται πως η έλλειψη προσοχής του οδηγού, στις διάφορες μορφές του, συμβάλλει στο 25% περίπου των ατυχημάτων. Η απόσπαση της προσοχής του οδηγού είναι μια μορφή έλλειψης προσοχής και θεωρείται ότι αποτελεί παράγοντα που προκαλεί περισσότερες από τις μισές συγκρούσεις λόγω απροσεξίας (Stutts et al., 2001; Wang et al., 1996). Υπολογισμοί που βασίζονται σε

καταγραφές κινητών τηλεφώνων αποδεικνύουν ότι η χρήση κινητού τηλεφώνου μεταξύ όλων των οδηγών αυξάνει τον κίνδυνο ατυχήματος κατά συντελεστή 4 (McEvoy et al., 2005; Hosking et al., 2006).

Μία έρευνα από τους Γιαννής et al. (2006) που αφορούσε στην επικινδυνότητα οδηγών ΙΧ και δίκυκλων έδειξε ότι η επικινδυνότητα νέων ηλικιακά οδηγών (18-24 ετών) ΙΧ είναι 3 φορές μεγαλύτερη από τη μέση τιμή ενώ για τους οδηγούς μοτοσυκλετών είναι 5 φορές μεγαλύτερη. Ακόμα, η επικινδυνότητα των δίκυκλων σε σχέση με τα ΙΧ εντός κατοικημένης περιοχής είναι 6 έως 12 φορές μεγαλύτερη, ενώ εκτός κατοικημένης περιοχής είναι 10-14 φορές μεγαλύτερη (Γιαννής et al., 2006). Τέλος, οι καλές καιρικές συνθήκες αυξάνουν τη σοβαρότητα των τροχαίων ατυχημάτων και για τα αυτοκίνητα και για τις μοτοσυκλέτες και επίσης πρέπει να τονιστεί ότι στα τροχαία ατυχήματα που λαμβάνουν χώρα τη νύχτα με καλές καιρικές συνθήκες η σοβαρότητα είναι αυξημένη όταν συμπεριλαμβάνονται στο ατύχημα μοτοσυκλέτες σύμφωνα με μελέτη από τους Yannis et al. (2017) για δεδομένα από την ελληνική επικράτεια για την περίοδο μελέτης 2004-2008.

2.4 Τροχαία ατυχήματα στην Ευρώπη

Ο μεγάλος αριθμός δυστυχημάτων που έχουν συμβεί και συμβαίνουν τόσο στο οδικό δίκτυο άλλων χωρών όσο και στο ελληνικό, επιβεβαιώνουν την άμεση και επιτακτική ανάγκη για βελτίωση της οδικής ασφάλειας. Η οδική ασφάλεια αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα των σύγχρονων κοινωνιών και συνεπώς αντικείμενο μελέτης σε όλες τις ανεπτυγμένες χώρες. Κάθε χρόνο περίπου 1,3 εκατομμύρια άνθρωποι πεθαίνουν και 50 εκατομμύρια άνθρωποι τραυματίζονται ως αποτέλεσμα τροχαίων ατυχημάτων.

Σύμφωνα με την "Παγκόσμια έκθεση για την κατάσταση της οδικής ασφάλειας" του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (World Health Organisation, 2018), 1,35 εκατομμύρια άνθρωποι σκοτώθηκαν σε τροχαία ατυχήματα μόνο το 2016. Αυτό σημαίνει ότι, παγκοσμίως, περισσότεροι άνθρωποι πεθαίνουν ως αποτέλεσμα τραυματισμού από τροχαίο ατύχημα παρά από HIV/AIDS, φυματίωση ή άλλα νοσήματα, ενώ τα τροχαία ατυχήματα αποτελούν την κύρια αιτία θανάτου για παιδιά και νέους ηλικίας 5 έως 29 ετών σε όλο τον κόσμο.

Σύμφωνα με το ευρωπαϊκό πρόγραμμα δράσης για την οδική ασφάλεια 2001-2010, ο στόχος που τέθηκε το 2001 ήταν να μειωθεί στο μισό ο αριθμός των θανάτων από τροχαία ατυχήματα μέχρι το 2010. Ο στόχος αυτός δεν είχε επιτευχθεί, αλλά έχει σημειωθεί σημαντική πρόοδος, καθώς μεταξύ του 2001 και 2010 ο αριθμός των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων στην Ευρώπη μειώθηκε κατά 43%, ενώ από το 2010 έως το 2018 έχει σημειωθεί μείωση 21% από την προηγούμενη δεκαετία.

Το πρόγραμμα ορίζει ένα σύνολο πρωτοβουλιών, σε ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο, με επίκεντρο τη βελτίωση της ασφάλειας του οχήματος, την ασφάλεια των υποδομών

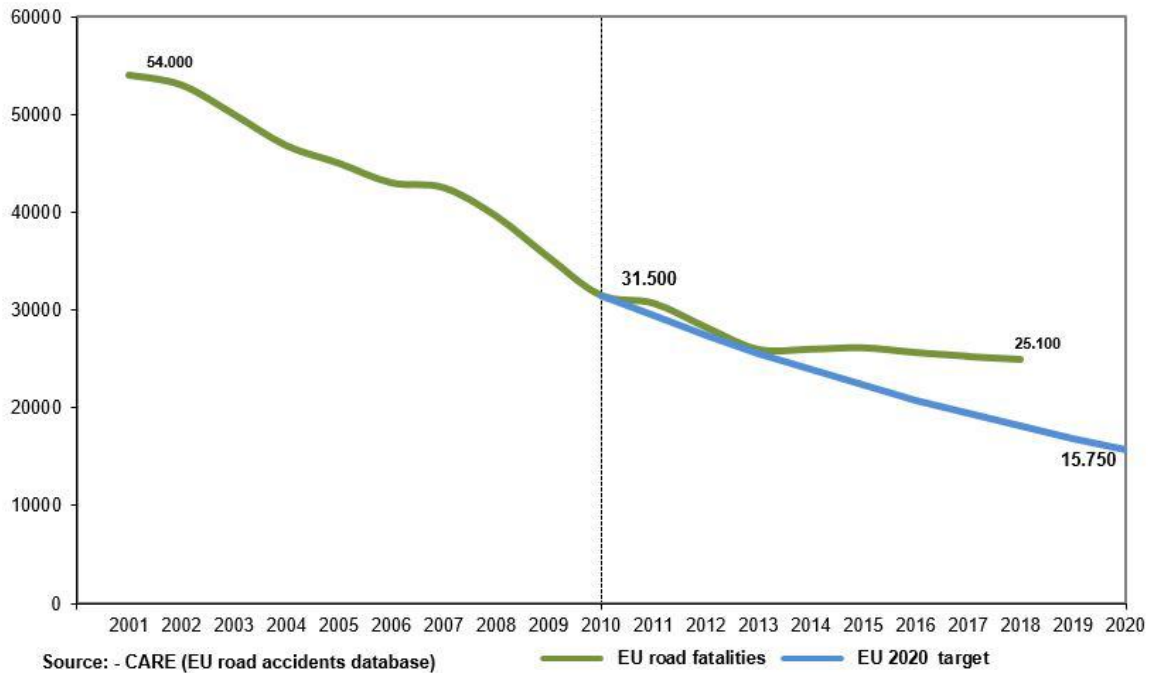
και τη συμπεριφορά των χρηστών του οδικού δικτύου, ενώ κάποια βασικά στοιχεία τα οποία επισημαίνονται είναι τα εξής:

- Η οδική ασφάλεια είναι ένα σημαντικό κοινωνικό ζήτημα. Το 2009, περισσότεροι από 35.000 άνθρωποι έχασαν τη ζωή τους στους δρόμους της ευρωπαϊκής ένωσης, δηλαδή όσο το μέγεθος μιας μεσαίας πόλης
- Για κάθε θάνατο στους δρόμους της Ευρώπης εκτιμώνται 4 τραυματισμοί μόνιμης αναπηρίας, όπως βλάβη στον εγκέφαλο, 10 σοβαροί τραυματισμοί και 40 ελαφροί τραυματισμοί
- Το εκτιμώμενο οικονομικό κόστος για την κοινωνία είναι 130 δισεκατομμύρια ευρώ ετησίως

Ωστόσο 25.100 άνθρωποι ακόμα έχασαν τη ζωή τους στους δρόμους της Ευρωπαϊκής Ένωσης μέσα στο 2018 και 135.000 τραυματίστηκαν σοβαρά (European Commission, 2019). Αυτό είναι ένα απαράδεκτο ανθρώπινο και κοινωνικό τίμημα για την κινητικότητα. Επίσης, άξιο αναφοράς είναι το γεγονός ότι τα τροχαία ατυχήματα έχουν υπερβολικό οικονομικό κόστος γεγονός που χρήζει άμεσης αντιμετώπισης. Το ετήσιο κόστος των τροχαίων ατυχημάτων στην Ε.Ε. έχει εκτιμηθεί σε νέα έρευνα 280 δισεκατομμύρια ευρώ, ποσό το οποίο ισοδυναμεί με περίπου το 2% του συνολικού Α.Ε.Π. της (European Commission, 2019). Για αυτό το λόγο η Ε.Ε. έχει κινητοποιηθεί και επιδιώκει τη δραστική μείωση τους με τη λήψη κατάλληλων μέτρων.

Επιπλέον, η πρόοδος όσον αφορά στη μείωση των ποσοστών θανάτων από τροχαία ατυχήματα σε ολόκληρη την Ε.Ε. έχει σταματήσει τα τελευταία χρόνια. Φαίνεται εξαιρετικά απίθανο ο τρέχων μεσοπρόθεσμος στόχος της Ε.Ε., να μειώσει κατά το ήμισυ τον αριθμό των θανάτων από τροχαία ατυχήματα μεταξύ 2010 – 2020, να επιτευχθεί (European Commission, 2010). Ακόμη μικρότερη πρόοδος έχει σημειωθεί στην πρόληψη των σοβαρών τραυματισμών (ενώ οι θάνατοι μειώθηκαν κατά 20% μεταξύ του 2010 και του 2017, οι σοβαροί τραυματισμοί (όπως αναφέρθηκε από την αστυνομία) μειώθηκαν μόνο κατά 5% περίπου την ίδια περίοδο).

Ο στόχος που θέτει η ευρωπαϊκή ένωση για τον αριθμό των τροχαίων ατυχημάτων μέχρι το 2020 απεικονίζεται στο Διάγραμμα 2.1. Στο παρακάτω διάγραμμα γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι σε επίπεδο Ευρώπης ο στόχος από το 2010 δεν έχει επιτευχθεί, ενώ σημειώνεται μία σταθερότητα στον αριθμό των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων από το 2013 μέχρι και το 2018.



Διάγραμμα 2.1: Κατανομή θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων στην Ευρώπη από το 2001 και στόχος μέχρι το 2020 (Πηγή: <http://ec.europa.eu/roadsafety>)

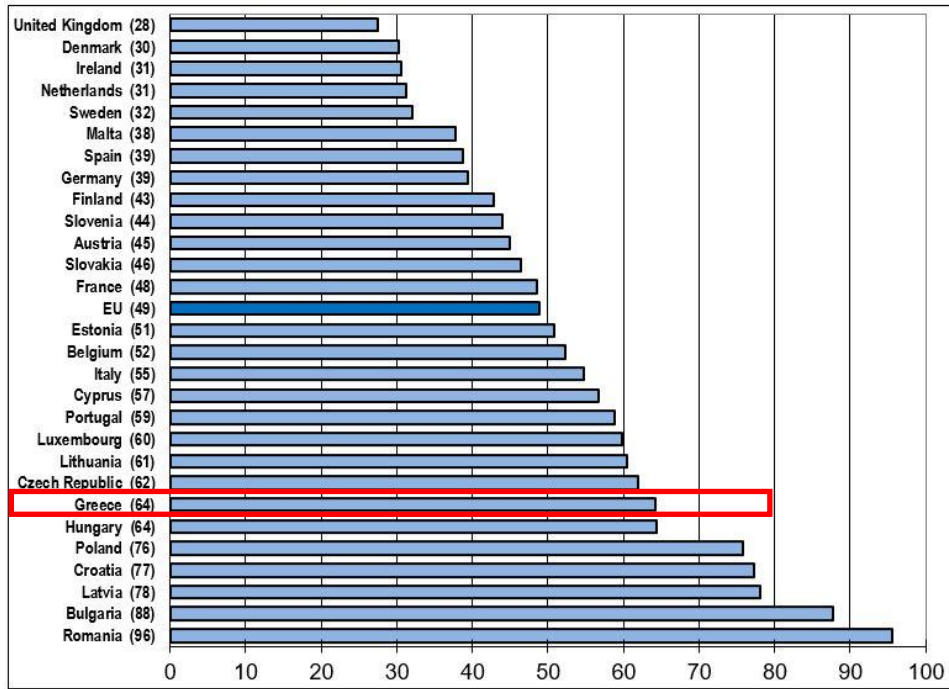
Επιπλέον μέσα από στοχευμένες δράσεις επιδιώκεται και η επίτευξη του Ευρωπαϊκού στόχου και στην Ελλάδα, σύμφωνα με τον οποίο, ο αριθμός των νεκρών στα οδικά ατυχήματα το έτος 2020 πρέπει να είναι μειωμένος κατά 50% σε σχέση με εκείνον του έτους 2010. Πιο συγκεκριμένα, ο ποσοτικός στόχος είναι ο αριθμός των νεκρών στα οδικά ατυχήματα το έτος 2020 να είναι λιγότερος από 640, ενώ ο ενδιάμεσος στόχος για την πρώτη πενταετία είναι ο αριθμός των νεκρών στα οδικά ατυχήματα το έτος 2015 να είναι λιγότεροι από 880. Όπως αποδεικνύεται και από τον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 2.1), η Ελλάδα έχει επιτύχει το στόχο της πενταετίας καταγράφοντας 793 θανατηφόρα οδικά ατυχήματα το έτος 2015 και πετυχαίνοντας μείωση 36% σε σχέση με το έτος 2010.

Πίνακας 2.1: Αριθμός θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης – Απρίλιος 2018 (Πηγή: <http://ec.europa.eu>)

| | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| BE | 1.071 | 944 | 944 | 840 | 862 | 770 | 723 | 727 | 732 | 637 |
| BG | 1.006 | 1.061 | 901 | 776 | 656 | 601 | 601 | 660 | 708 | 708 |
| CZ | 1.221 | 1.076 | 901 | 802 | 772 | 742 | 655 | 688 | 734 | 611 |
| DK | 406 | 406 | 303 | 255 | 220 | 167 | 191 | 182 | 178 | 211 |
| DE | 4.949 | 4.477 | 4.152 | 3.648 | 4.009 | 3.600 | 3.339 | 3.377 | 3.459 | 3.206 |
| EE | 196 | 132 | 98 | 79 | 101 | 87 | 81 | 78 | 67 | 71 |
| IE | 338 | 280 | 238 | 212 | 186 | 162 | 188 | 193 | 162 | 186 |
| EL | 1.612 | 1.555 | 1.456 | 1.258 | 1.141 | 988 | 879 | 795 | 793 | 824 |
| ES | 3.823 | 3.100 | 2.714 | 2.479 | 2.060 | 1.903 | 1.680 | 1.688 | 1.689 | 1.810 |
| FR | 4.620 | 4.275 | 4.273 | 3.992 | 3.963 | 3.653 | 3.268 | 3.384 | 3.461 | 3.477 |
| HR | 619 | 664 | 548 | 426 | 418 | 390 | 368 | 308 | 348 | 307 |
| IT | 5.131 | 4.725 | 4.237 | 4.114 | 3.860 | 3.753 | 3.401 | 3.381 | 3.428 | 3.283 |
| CY | 89 | 82 | 71 | 60 | 71 | 51 | 44 | 45 | 57 | 46 |
| LV | 419 | 316 | 254 | 218 | 179 | 177 | 179 | 212 | 188 | 158 |
| LT | 740 | 499 | 370 | 299 | 296 | 302 | 256 | 267 | 242 | 192 |
| LU | 46 | 35 | 48 | 32 | 33 | 34 | 45 | 35 | 36 | 32 |
| HU | 1.232 | 996 | 822 | 740 | 638 | 606 | 591 | 626 | 644 | 607 |
| MT | 12 | 9 | 15 | 13 | 16 | 9 | 17 | 10 | 11 | 23 |
| NL | 709 | 677 | 644 | 537 | 546 | 562 | 476 | 477 | 531 | 533 |
| AT | 691 | 679 | 633 | 552 | 523 | 531 | 455 | 430 | 479 | 432 |
| PL | 5.583 | 5.437 | 4.572 | 3.908 | 4.189 | 3.571 | 3.357 | 3.202 | 2.938 | 3.026 |
| PT | 974 | 885 | 840 | 937 | 891 | 718 | 637 | 638 | 593 | 563 |
| RO | 2.800 | 3.061 | 2.796 | 2.377 | 2.018 | 2.042 | 1.861 | 1.818 | 1.893 | 1.915 |
| SI | 293 | 214 | 171 | 138 | 141 | 130 | 125 | 108 | 120 | 130 |
| SK | 661 | 606 | 384 | 353 | 325 | 352 | 251 | 295 | 310 | 275 |
| FI | 380 | 344 | 279 | 272 | 292 | 255 | 258 | 229 | 266 | 258 |
| SE | 471 | 397 | 358 | 266 | 319 | 285 | 260 | 270 | 259 | 270 |
| UK | 3.059 | 2.645 | 2.337 | 1.905 | 1.960 | 1.802 | 1.770 | 1.854 | 1.804 | 1.860 |
| EU | 43.151 | 39.577 | 35.359 | 31.488 | 30.685 | 28.243 | 25.956 | 25.977 | 26.130 | 25.651 |
| Yearly Change | | -8,3% | -10,7% | -10,9% | -2,6% | -8,0% | -8,1% | 0,1% | 0,6% | -1,8% |
| IS | 15 | 12 | 17 | 8 | 12 | 9 | 15 | 4 | 16 | 18 |
| LI | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 2 | - | - | - |
| NO | 233 | 255 | 212 | 208 | 168 | 145 | 187 | 147 | 117 | 135 |
| CH | 384 | 357 | 349 | 327 | 320 | 339 | 269 | 243 | 253 | 216 |

Source: CARE (EU road accidents database) or national publications
Last update: April 2018

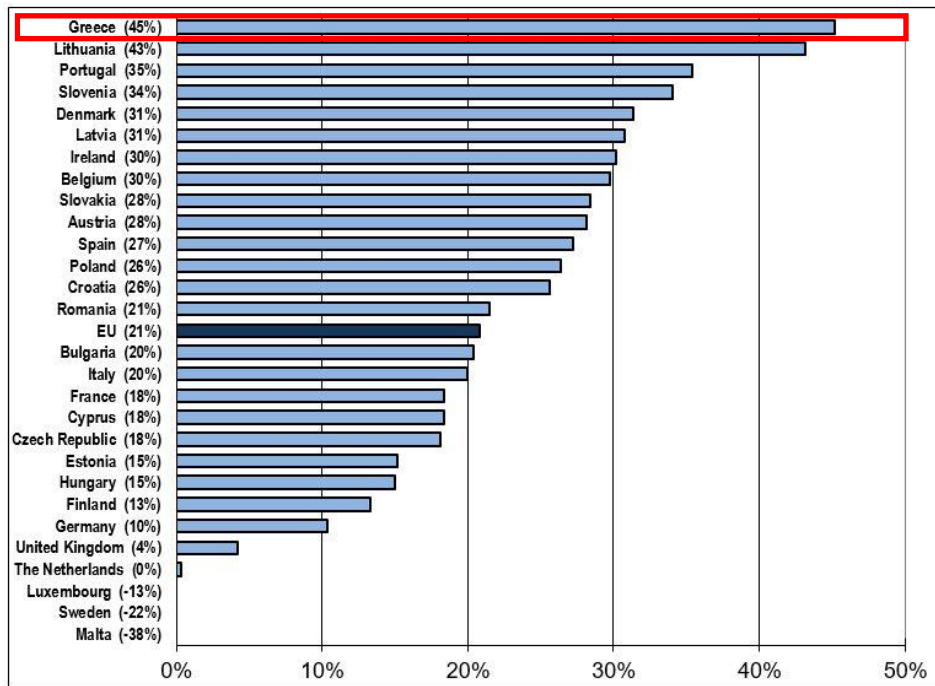
Όσον αφορά στο ποσοστό θνησιμότητας από τροχαία ατυχήματα ανά εκατομμύριο κατοίκους, το 2018, μόνο δύο κράτη μέλη της Ε.Ε. σημείωσαν ποσοστό θνησιμότητας υψηλότερο από 80 θανάτους ανά εκατομμύριο κατοίκους έναντι επτά κρατών μελών το 2010. Το 2018, η πλειονότητα των κρατών μελών είχε ποσοστό θνησιμότητας από τροχαία ατυχήματα κάτω από 60 θανάτους ανά εκατομμύριο κατοίκους και οκτώ από αυτά ήταν κάτω από 40 θανάτους ανά εκατομμύριο κατοίκους (Διάγραμμα 2.2, Διάγραμμα 2.3).



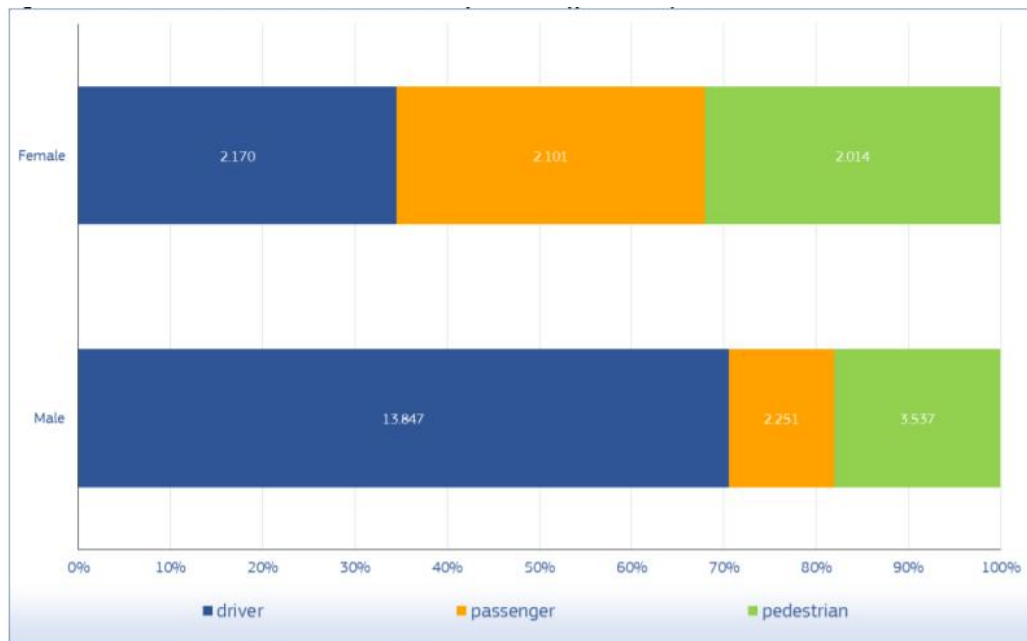
Διάγραμμα 2.2: Θάνατοι από τροχαία ατυχήματα ανά εκατομμύριο κατοίκων ανά χώρα το 2018
(Πηγή: <http://ec.europa.eu>)

Σύμφωνα με τα προκαταρκτικά στοιχεία για το 2018, τα κράτη μέλη με τις καλύτερες βαθμολογίες οδικής ασφάλειας είναι το Ηνωμένο Βασίλειο (28), η Δανία (30) και η Ιρλανδία (31). Από την άλλη πλευρά, τα κράτη μέλη με τα υψηλότερα ποσοστά θανάτου είναι η Ρουμανία (96), η Βουλγαρία (88), η Λετονία (78) και η Κροατία (77).

Είναι επίσης σημαντικό να σημειωθεί ότι κατά την περίοδο 2010-2018 η Ελλάδα (45%), η Λιθουανία (43%), η Πορτογαλία (35%) και η Σλοβενία (34%) σημείωσαν τη μεγαλύτερη μείωση στον αριθμό των τροχαίων ατυχημάτων. Η μέση μείωση σε ολόκληρη την ΕΕ για την ίδια περίοδο ήταν 21% (Διάγραμμα 2.3). Παρόλα αυτά όμως, ο αριθμός των τροχαίων ατυχημάτων στην Ελλάδα εξακολουθεί να είναι σημαντικά υψηλότερος από τον μέσο όρο της ΕΕ: 64 ανά εκατομμύριο κατοίκους το 2018 (Διάγραμμα 2.2).



Διάγραμμα 2.3: Θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα ανά εκατομμύρια κατοίκων ανά χώρα – Σύγκριση ετών 2010-2018 (Πηγή: <https://ec.europa.eu>)



Source: CARE (EU road accidents database) or national publications
Last update: April 2018

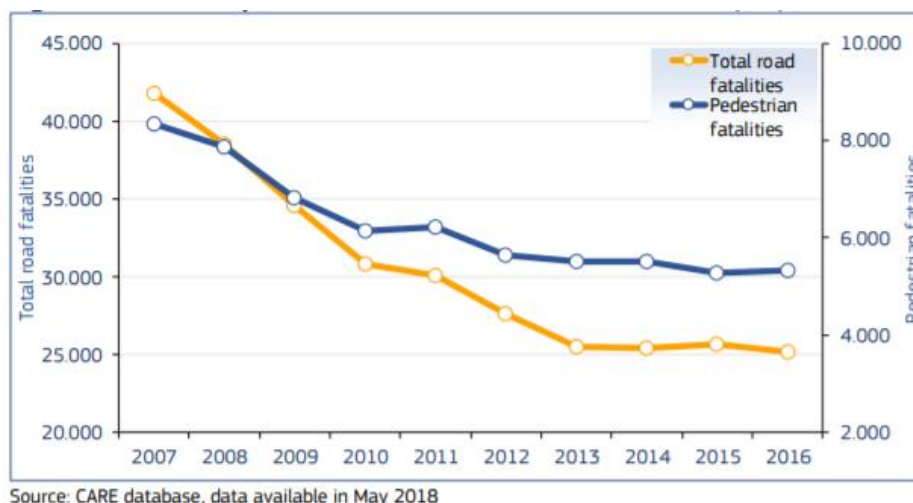
Διάγραμμα 2.4: Ετήσιος αριθμός θανάτων ανά φύλο και ανά κατηγορία παθόντα (οδηγός, επιβάτης, πεζός) στην Ε.Ε. για το έτος 2016 (Πηγή: <https://ec.europa.eu>)

Όσον αφορά στην κατανομή των τροχαίων ατυχημάτων ανά ιδιότητα παθόντα, στις γυναίκες παρατηρείται μία ισοκατανομή σημειώνοντας περίπου τον ίδιο αριθμό θανάτων είτε ως οδηγός ή επιβάτης οχήματος, είτε ως πεζός. Αντίθετα στους άνδρες

το μεγαλύτερο ποσοστό θανάτων σημειώθηκε με την ιδιότητα του οδηγού με αμέσως μικρότερο το ποσοστό των πεζών (Διάγραμμα 2.4).

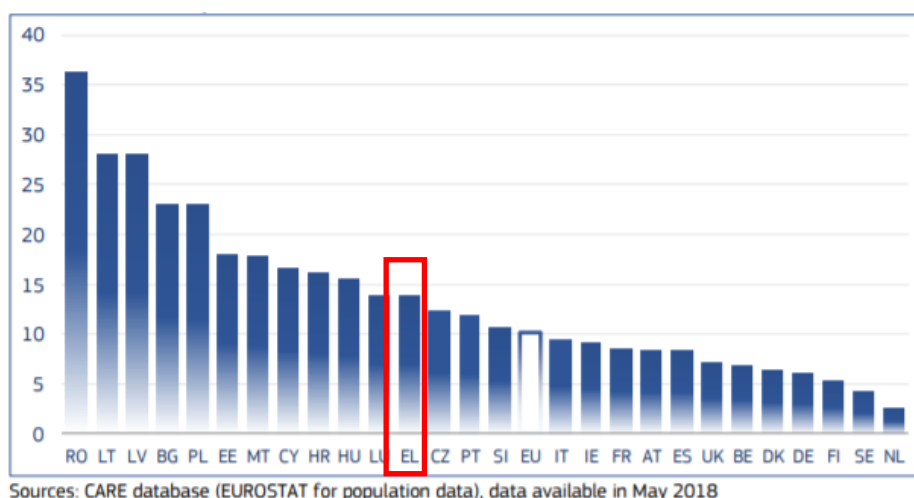
Σε πρόσφατη έρευνα του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας για τα τροχαία ατυχήματα αναφέρεται ότι σε παγκόσμιο επίπεδο, οι ευάλωτοι χρήστες της οδού (πεζοί, ποδηλάτες, μοτοσυκλετιστές) παρουσίασαν περίπου 625.000 θανάτους και 25 εκατομμύρια τραυματισμούς (Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας, 2016). Καναδικές στατιστικές από το 2005 ανέφεραν ότι το 11,8% όλων των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων και το 10,4% των τραυματισμών σε όλα τα τροχαία ατυχήματα αφορούν στους πεζούς (Ifedi, 2005), ενώ ταυτόχρονα επισημαίνεται ότι κατά μέσο όρο ένας πεζός σκοτώνεται σε τροχαίο κάθε 1,5 ώρα (NHTSA, 2018). Ο δείκτης ατυχημάτων πεζών, εξαρτάται εκτός από τον αριθμό και το μήκος των διαδρομών που διανύουν και από την έκθεσή τους στην κυκλοφορία (απόσταση ή χρόνος διαδρομής). Το “Surface Transportation Policy Project”, σε μια έκθεσή του το 2004, αναφέρει ότι σχεδόν 8,6% όλων των διαδρομών γίνονται περπατώντας και το 11,4% όλων των θανάτων σε οδικά ατυχήματα αφορούν στους πεζούς. Η έκθεση επίσης αναφέρει ότι ανά 100 εκ. μίλια διαδρομής πεζών, ο δείκτης απωλειών ήταν 15 φορές υψηλότερος από τον αντίστοιχο που αφορούσε στους οδηγούς.

Παράλληλα, σύμφωνα με το European Road Safety Observatory (ERSO), το 2016, 5.320 πεζοί σκοτώθηκαν σε τροχαία ατυχήματα στην Ε.Ε. (εκτός της Λιθουανίας και της Σλοβακίας), το οποίο αντιστοιχεί περίπου στο 21% όλων των θανάτων από τροχαία ατυχήματα στην Ε.Ε., με το μεγαλύτερο ποσοστό αυτών να αποτελούν άτομα ηλικίας 65 ετών και άνω. Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας 2007-2016, στην Ε.Ε., ο αριθμός των θανάτων των πεζών μειώθηκε κατά 36%, ενώ ο συνολικός αριθμός θανάτων σε οδικά ατυχήματα μειώθηκε σχεδόν κατά 41% όπως φαίνεται στο παρακάτω γράφημα (Διάγραμμα 2.5).



Διάγραμμα 2.5: Εξέλιξη αριθμού θανάτων πεζών και συνόλου τροχαίων ατυχημάτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση κατά το χρονικό διάστημα 2006 – 2016 (Πηγή: https://ec.europa.eu/transport/road_safety/)

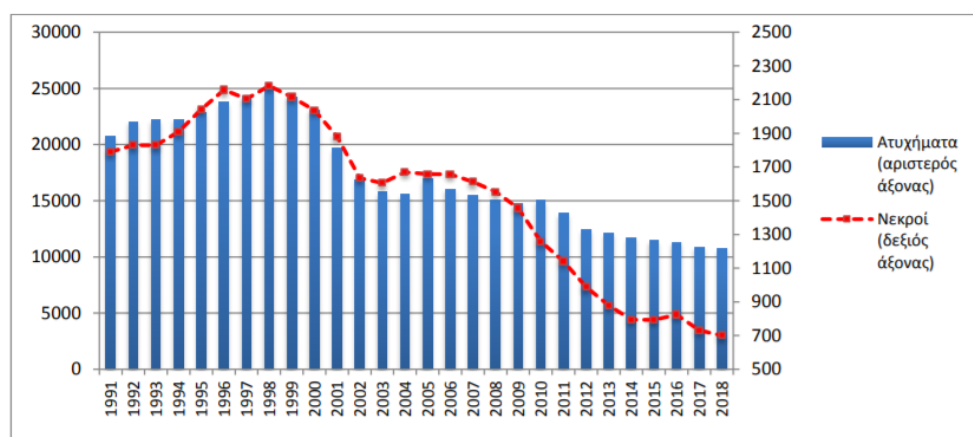
Επισημαίνεται ότι η Ελλάδα βρίσκεται υψηλότερα από το μέσο όρο σχετικά με τον αριθμό των θανάτων πεζών ανά εκατομμύριο πληθυσμού συγκριτικά με τις υπόλοιπες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Διάγραμμα 2.6).



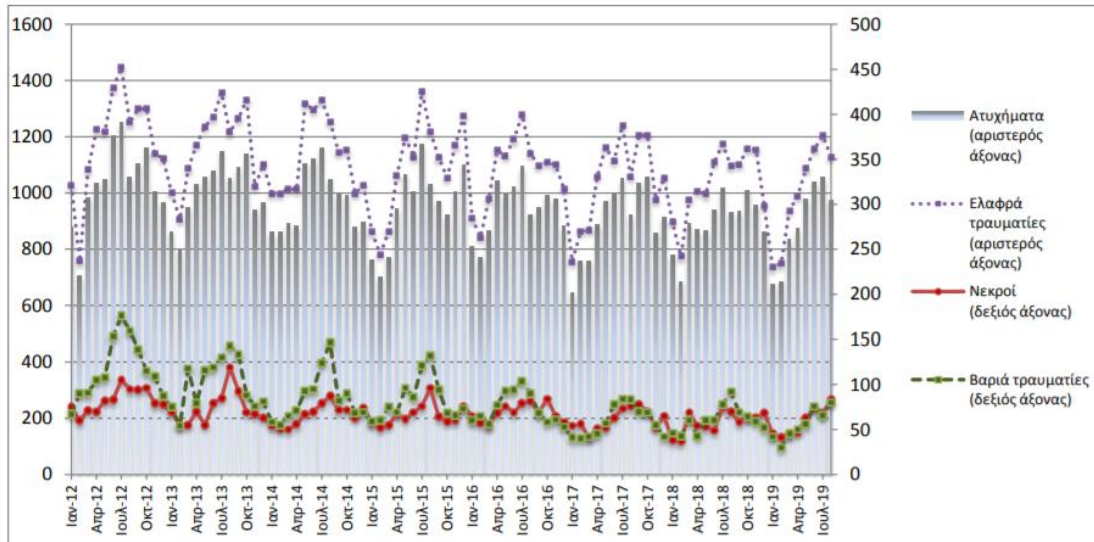
Διάγραμμα 2.6: Αριθμός θανάτων πεζών ανά εκατομμύριο πληθυσμού ανά χώρα της Ευρωπαϊκής Ένωσης το 2016 (Πηγή: https://ec.europa.eu/transport/road_safety/)

2.5 Τροχαία ατυχήματα στην Ελλάδα

Όπως παρατηρήθηκε στην προηγούμενη ενότητα, παρόλο που η Ελλάδα σημείωσε τη μεγαλύτερη μείωση στον αριθμό των τροχαίων ατυχημάτων (45%), κατά την περίοδο 2010-2018, ο αριθμός των τροχαίων ατυχημάτων στην Ελλάδα εξακολουθεί να είναι σημαντικά υψηλότερος από τον μέσο όρο της ΕΕ: 64 ανά εκατομμύριο κατοίκους για το 2018. Παρατηρώντας τα παρακάτω γραφήματα (Διάγραμμα 2.7) διαπιστώνεται ότι ο αριθμός των τροχαίων ατυχημάτων στη χώρα μας παραμένει σταθερά υψηλός από το 2012 μέχρι σήμερα, σημειώνοντας, όμως, σημαντική μείωση από τα αντίστοιχα δεδομένα του έτους 2000 και προθύστερα.



Διάγραμμα 2.7: Σύνολο οδικών τροχαίων ατυχημάτων και νεκρών, τα έτη 1991-2018 (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ)

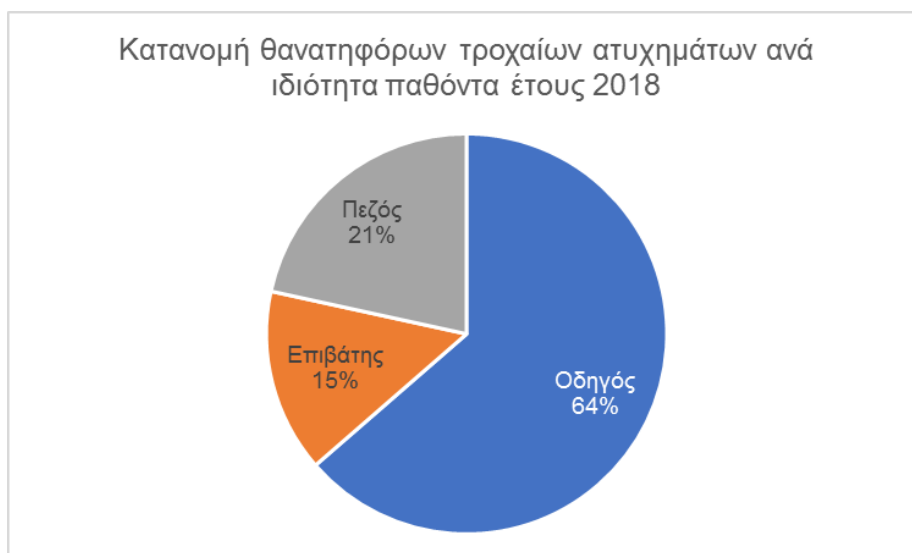


Προσωρινά στοιχεία για το διάστημα Δεκεμβρίου 2018 - Αυγούστου 2019

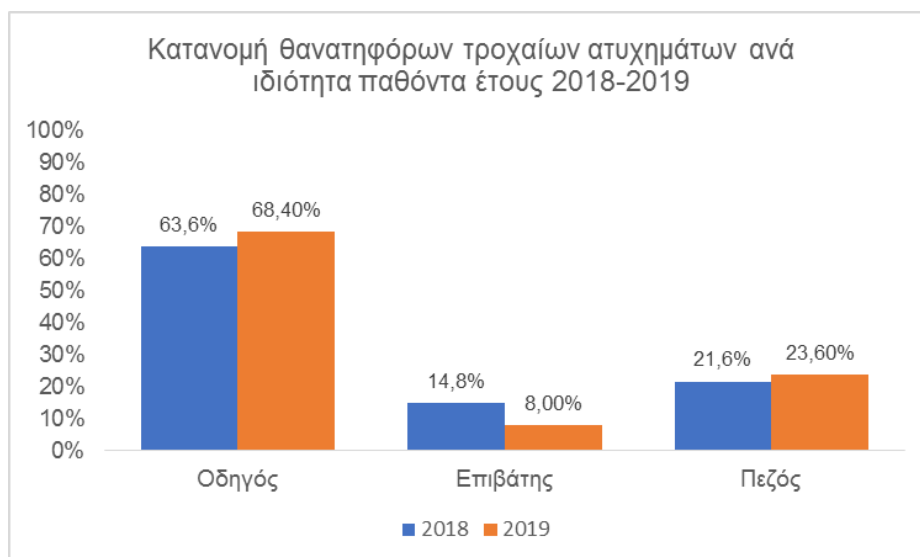
Διάγραμμα 2.8: Οδικά τροχαία ατυχήματα και παθόντες τα έτη 2012-2019 (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ)

Από τη σύγκριση των στοιχείων του 2018 με τα αντίστοιχα του 2009 προκύπτει μείωση των οδικών τροχαίων ατυχημάτων κατά 27,4%, των νεκρών κατά 51,9%, των βαριά τραυματιών κατά 56,6% και των ελαφρά τραυματιών κατά 26,8%. Η μείωση είναι σημαντικά μεγαλύτερη κατά τη σύγκριση του 2018 με το 2000, με μείωση των οδικών τροχαίων ατυχημάτων κατά 53,3%, των νεκρών κατά 65,6%, των βαριά τραυματιών κατά 82,7% και των ελαφρά τραυματιών κατά 53,2%. Ειδικότερα, κατά τα έτη 2011 και 2012 σημειώθηκε η σημαντικότερη ετήσια μείωση στον αριθμό των ατυχημάτων, η οποία ανήλθε σε 7,9% και 10,5%, αντίστοιχα. Ως προς τους νεκρούς παρατηρείται σταθερή μείωση την τελευταία δεκαετία με μια σχετική επιβράδυνση κατά τα έτη 2015, 2016 και 2018 (ΕΛΣΤΑΤ, 2019).

Ειδικότερα, σύμφωνα με στοιχεία της διεύθυνσης τροχαίας αστυνόμευσης, μετά από ανάλυση των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων για το έτος 2018, όπως αποτυπώνεται στο παρακάτω γράφημα (Διάγραμμα 2.9), προέκυψε πως οι οδηγοί αποτελούν το 64%, οι πεζοί αποτελούν το δεύτερο μεγαλύτερο ποσοστό μετά τους οδηγούς με ποσοστό 25%, ενώ οι επιβάτες είναι θύματα σε τροχαία ατυχήματα σε ποσοστό 15%. Παράλληλα, παρατηρώντας το αντίστοιχο διάγραμμα (Διάγραμμα 2.10), από το 2018 έως το 2019 αυξήθηκε κατά 5% ο αριθμός των οδηγών που έχασαν τη ζωή τους σε τροχαίο ατύχημα στην Ελλάδα, ενώ ο αντίστοιχος αριθμός για τους πεζούς αυξήθηκε σε ποσοστό 2%.

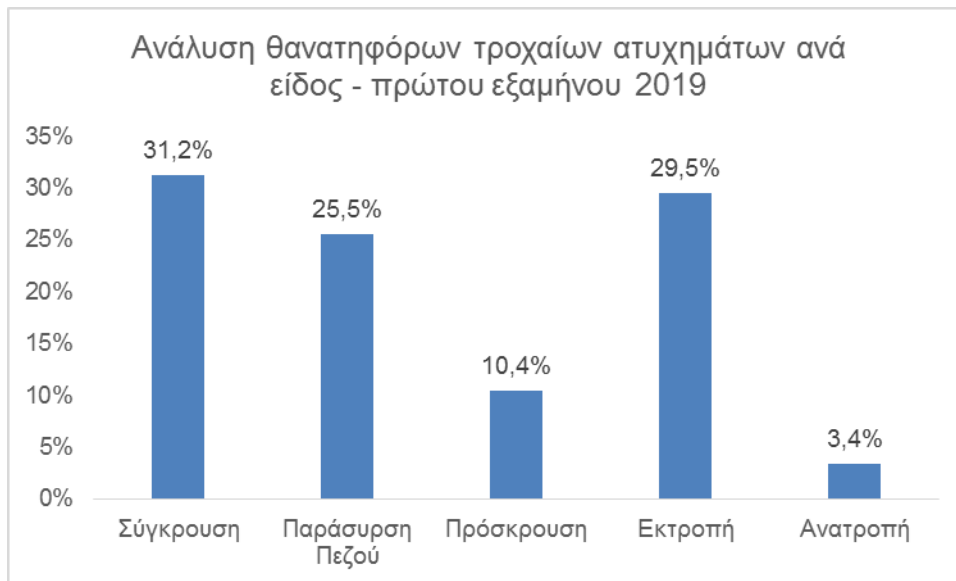


Διάγραμμα 2.9: Κατανομή τροχαίων ατυχημάτων ανά ιδιότητα παθόντα για το έτος 2018 στην Ελλάδα (Πηγή: Ε.Α.Ε. Διεύθυνση Τροχαίας Αστυνομίας)



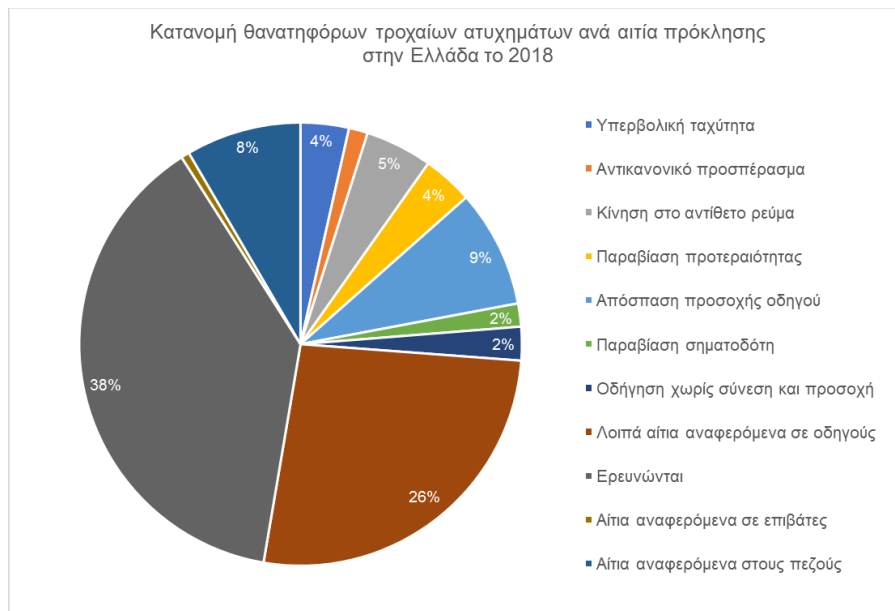
Διάγραμμα 2.10: Κατανομή τροχαίων ατυχημάτων ανά ιδιότητα παθόντα για τα έτη 2018-2019 στην Ελλάδα (Πηγή: Ε.Α.Ε. Διεύθυνση Τροχαίας Αστυνομίας)

Επιπλέον στο παρακάτω διάγραμμα (Διάγραμμα 2.11) απεικονίζεται το αποτέλεσμα της ανάλυσης των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά είδος όπου το μεγαλύτερο ποσοστό αφορά σε σύγκρουση οχημάτων, ενώ ακολουθεί η εκτροπή οχημάτων και η παράσυρση πεζού που σημείωσε ποσοστό 25,5% του συνόλου των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων για το πρώτο εξάμηνο του 2019.



Διάγραμμα 2.11: Ανάλυση θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά είδος για το πρώτο εξάμηνο του 2019 (Πηγή: Ε.Α.Ε. – Διεύθυνση Τροχαίας Αστυνόμευσης)

Σύμφωνα με στοιχεία της διεύθυνσης τροχαίας αστυνόμευσης, μετά από ανάλυση των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων για το έτος 2018 (Διάγραμμα 2.12), προέκυψε πως σημαντικότερα αίτια πρόκλησης δυστυχημάτων αποτελούν η απόσπαση προσοχής του οδηγού, η υπερβολική ταχύτητα, αίτια αναφερόμενα σε πεζούς και άλλα αίτια αναφερόμενα στους οδηγούς.



Διάγραμμα 2.12: Αριθμός θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά αίτια πρόκλησης για το έτος 2018 στην Ελλάδα (Πηγή: Ε.Α.Ε. – Διεύθυνση Τροχαίας Αστυνόμευσης)

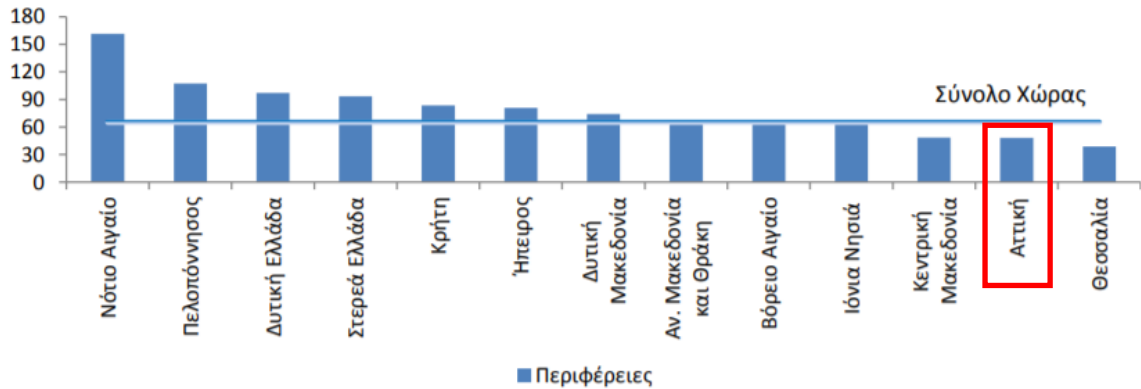
Σύμφωνα με τους Yannis et al. (2014) τα κυριότερα αίτια που προκαλούν τροχαία ατυχήματα στην Ελλάδα είναι η υπερβολική ταχύτητα, τα υψηλά ποσοστά μοτοσικλετιστών που κυκλοφορούν, η μη χρήση ζώνης ασφαλείας και κράνους, η οδήγηση υπό την επίρεια αλκοόλ, η χρήση του κινητού τηλεφώνου, η μη ύπαρξη

οδικής παιδείας καθώς και οι ανεπαρκείς οδικές υποδομές και η μη κατάλληλη συντήρηση των υπαρχόντων. Συνεπώς, τα αίτια είναι ποικίλα και πρέπει να καταπολεμηθούν σε βάθος ώστε να μειωθεί αυτό το πρόβλημα που στοιχίζει πολλές ανθρώπινες ζωές. Επίσης, ένα άλλο σημαντικό στατιστικό που αφορά στο ποσοστό των αλλοδαπών παθόντων σε οδικά ατυχήματα στην Ελλάδα είναι ότι αυτό είναι αυξημένο στα Ιόνια νησιά, στα νησιά του Νοτίου Αιγαίου και στην Κρήτη το οποίο συσχετίζεται με την έλευση τουριστών (Γιαννής και Φώλλα, 2016).

Σύμφωνα με την Ελληνική Στατιστική Αρχή, το 2018, ο δείκτης ατυχημάτων ανά 1.000.000 κατοίκους σε σύνολο χώρας ήταν 999,6. Η περιφέρεια Αττικής ήταν πρώτη στην κατάταξη με δείκτη 1.469,2, η περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου ήταν δεύτερη με 1.361,2 και στην τρίτη θέση ήταν η περιφέρεια Βορείου Αιγαίου με 1.070,4. Ως προς τους νεκρούς, ανά 1.000.000 κατοίκους ο δείκτης σε σύνολο χώρας ανήλθε σε 65,2. Η περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου ήταν πρώτη στην κατάταξη με δείκτη 161,4, δεύτερη η περιφέρεια Πελοποννήσου με 107,5 και τρίτη η περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας με 97,0 (Πίνακας 2.2, Διάγραμμα 2.13).

Πίνακας 2.2: Περιφερειακή κατανομή οδικών τροχαίων ατυχημάτων και νεκρών και δείκτης ατυχημάτων και νεκρών ανά 1.000.000 κατοίκους, το έτος 2018 (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ)

| Περιφέρειες | Ατυχήματα | % | Νεκροί | % | Ατυχήματα ανά 1.000.000 κατοίκους | Νεκροί ανά 1.000.000 κατοίκους |
|-------------------------|---------------|--------------|------------|--------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| Γενικό σύνολο | 10.737 | 100,0 | 700 | 100,0 | 999,6 | 65,2 |
| Αν. Μακεδονία και Θράκη | 404 | 3,8 | 40 | 5,7 | 672,0 | 66,5 |
| Κεντρική Μακεδονία | 1.844 | 17,2 | 91 | 13,0 | 982,9 | 48,5 |
| Δυτική Μακεδονία | 61 | 0,6 | 20 | 2,9 | 226,6 | 74,3 |
| Ήπειρος | 146 | 1,4 | 27 | 3,9 | 436,7 | 80,8 |
| Θεσσαλία | 200 | 1,9 | 28 | 4,0 | 277,0 | 38,8 |
| Ιόνια Νησιά | 146 | 1,4 | 13 | 1,9 | 713,7 | 63,6 |
| Δυτική Ελλάδα | 545 | 5,1 | 64 | 9,1 | 826,4 | 97,0 |
| Στερεά Ελλάδα | 471 | 4,4 | 52 | 7,4 | 847,7 | 93,6 |
| Αττική | 5.519 | 51,4 | 181 | 25,9 | 1.469,2 | 48,2 |
| Πελοπόννησος | 543 | 5,1 | 62 | 8,9 | 941,5 | 107,5 |
| Βόρειο Αιγαίο | 226 | 2,1 | 14 | 2,0 | 1.070,4 | 66,3 |
| Νότιο Αιγαίο | 464 | 4,3 | 55 | 7,9 | 1.361,2 | 161,4 |
| Κρήτη | 168 | 1,6 | 53 | 7,6 | 265,2 | 83,7 |



Διάγραμμα 2.13: Αριθμός νεκρών, κατά περιφέρεια, ανά 1.000.000 κατοίκους, 2018 (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ)

Ωστόσο, πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη και το κόστος αυτού του προβλήματος, ιδιαίτερα αυτήν την περίοδο της οικονομικής ύφεσης. Το οικονομικό και κοινωνικό κόστος για την Ελλάδα λαμβάνοντας υπόψη τους νεκρούς, τους τραυματίες και τις υλικές ζημιές των καταγεγραμμένων οδικών ατυχημάτων ξεπερνά τα 3 δισεκατομμύρια €, ενώ αν υπολογιζόταν ο πραγματικός αριθμός των παθόντων αλλά και των περιστατικών με μόνο υλικές ζημιές το κόστος θα τριπλασιαζόταν (Yannis and Laiou, 2014).

Επιπρόσθετα, είναι κρίσιμο να αναφερθεί ο ρόλος των GIS στο ζήτημα των τροχαίων ατυχημάτων και ο τρόπος συνεισφοράς τους στην άρτια έρευνα. Με τη ραγδαία εξέλιξη των υπολογιστικών συστημάτων, η εφαρμογή των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (Geographic Information System) με ψηφιακή απεικόνιση της περιοχής μελέτης και με δημιουργία σχετικής βάσης δεδομένων η οποία περιέχει όλα τα απαραίτητα στοιχεία (πλήθος ατυχημάτων, χαρακτηριστικά οδικού δικτύου κ.α.), η ανάλυση και ο εντοπισμός των επικίνδυνων θέσεων διευκολύνονται αρκετά (Φραντζεσκάκης και Γκόλιας, 1994). Επίσης, η χρήση του GIS προσφέρει σημαντικά καθώς δίνει τη δυνατότητα να αναγνωριστούν παράγοντες οι οποίοι δεν είναι αξιοσημείωτοι όταν χρησιμοποιούνται οι συμβατικοί μέθοδοι της στατιστικής ανάλυσης (Baraklanios et al., 2012). Στην επόμενη ενότητα, γίνεται αναφορά στην υπάρχουσα βιβλιογραφία μέσω της οποίας θα καθοριστεί η προσέγγιση που θα ακολουθηθεί στην παρούσα μεταπτυχιακή εργασία.

2.6 Έρευνες σχετικές με την ανάλυση δεδομένων τροχαίων ατυχημάτων

Όπως διαπιστώθηκε από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση που πραγματοποιήθηκε, υπάρχει συνεχές ενδιαφέρον από τους ακαδημαϊκούς και τους ερευνητές που ασχολούνται με το αντικείμενο της οδικής ασφάλειας, να διερευνήσουν τις πιο κατάλληλες μεθόδους για την αναγνώριση των σημείων εστίασης των τροχαίων ατυχημάτων ιδιαίτερα στις αστικές περιοχές. Όλο και περισσότερο, η έρευνα αυτή περιλαμβάνει τη χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) και τη χωρική ανάλυση προκειμένου να προσδιοριστούν τόσο οπτικά όσο και στατιστικά

όσα μπορούν να οριστούν ως hotspots τροχαίων ατυχημάτων. Πολλοί ερευνητές έχουν ασχοληθεί με τη χωροχρονική ανάλυση του φαινομένου των τροχαίων ατυχημάτων και έχουν πραγματοποιήσει έρευνες για να το συσχετίσουν με άλλες παραμέτρους. Παρακάτω θα αναφερθούν ενδεικτικά κάποιες αντίστοιχες έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί στο παρελθόν και σχετίζονται με το αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Οι Anderson (2007) και Ivan and Haidu (2012) έχουν χρησιμοποιήσει διάφορους τρόπους για να εντοπίσουν τις περιοχές που έχουν έντονο πρόβλημα στην περιοχή μελέτης τους όπως το kernel density estimator, το χωρικό μέσο αλλά και τις ελλείψεις του τυπικού σφάλματος, ώστε να αναδείξουν τον τρόπο κατανομής των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων στο χώρο. Ειδικότερα, όσον αφορά στην παρουσίαση του προβλήματος, οι Ivan and Haidu (2012) χρησιμοποίησαν το χωρικό μέσο των τροχαίων ατυχημάτων για το χρονικό διάστημα 2010 έως και Μάιο του 2012 για την πόλη Cluj-Napoca της βορειοδυτικής Ρουμανίας προκειμένου να εντοπιστεί το σημείο το οποίο αντιπροσωπεύει την κατανομή. Υπολόγισαν και την τυπική απόσταση αυτών όπως και την έλλειψη τυπικού σφάλματος η οποία έδειξε ότι η κατανομή των περιστατικών είναι κατά μήκος του κυρίου οδικού δικτύου.

Επίσης, οι Erdogan (2009) και Prasannakumar et al. (2011) σε αντίστοιχες έρευνες χρησιμοποίησαν το δείκτη χωρικής αυτοσυσχέτισης Moran's I προκειμένου να αναδειχθούν οι συγκεντρώσεις υψηλών τιμών του φαινομένου των τροχαίων ατυχημάτων αλλά και να καθορισθεί το χωρικό πρότυπο της κατανομής.

Όσον αφορά στη συσχέτιση των τροχαίων ατυχημάτων με άλλες μεταβλητές, οι περισσότεροι ερευνητές όπως Erdogan (2009), Hong et al. (2016) και Noland and Quddus (2004) έχουν χρησιμοποιήσει την παλινδρόμηση και όσοι πραγματοποίησαν την ανάλυση τους με χρήση GIS χρησιμοποίησαν τη Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση (GWR). Οι μεταβλητές που χρησιμοποίησαν σχετίζονται με τα χαρακτηριστικά του οδικού δικτύου, το πλήθος των οχημάτων κατηγοριοποιημένο με το είδος τους αλλά και κοινωνικο-οικονομικά χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης.

Πιο συγκεκριμένα, στην έρευνά του Erdogan (2009) υπολογίστηκε το ποσοστό των συνολικών ατυχημάτων αλλά και μόνο των θανατηφόρων για κάθε επαρχιακό διαμέρισμα της Τουρκίας σε σχέση με τον αριθμό των κατοίκων του όπως επίσης και με τον αριθμό των αδειών οδήγησης μοτοσυκλετών και αυτοκινήτων που έχουν εκδοθεί σε αυτό. Με αυτό τον τρόπο έγινε κανονικοποίηση των δεδομένων η οποία ήταν απαραίτητη ώστε να παραχθούν ορθά αποτελέσματα καθώς τα επαρχιακά διαμερίσματα της Τουρκίας είναι ανομοιογενή. Επίσης, υπολόγισε τους γενικούς δείκτες Moran's I και Geary's c αλλά και τους αντίστοιχους τοπικούς οι οποίοι έδειξαν τη συσχέτιση των τροχαίων ατυχημάτων. Επιπλέον, παρατήρησε ότι το μήκος των αυτοκινητόδρομων έχει σημαντική επίδραση στον αριθμό των ατόμων που τραυματίζονται αλλά των αποθανόντων μέσα από την εφαρμογή της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης (G.W.R). Επιπλέον, για την ανάλυση των τροχαίων ατυχημάτων για την πόλη Αφιόν Καραχισάρ της Τουρκίας, χρησιμοποιήθηκε η

μέθοδος Kernel Density Analysis η οποία υπολόγισε την πυκνότητα των ατυχημάτων κατά μήκος του αυτοκινητοδρόμου (Erdogan et al., 2007). Στην ίδια έρευνα, διαπιστώθηκε ότι τα ποσοστά των τροχαίων ατυχημάτων είναι υψηλότερα τις ημέρες του Σαββατοκύριακου και όσον αφορά στην ώρα του συμβάντος, αν και πολλά τροχαία ατυχήματα συμβαίνουν το απόγευμα, τα περισσότερα θανατηφόρα συμβαίνουν τα μεσάνυχτα.

Ο Μελιδονιώτης (2013), πραγματοποίησε έρευνα με σκοπό την αποτύπωση της κατανομής των τροχαίων ατυχημάτων στη Περιφέρεια Κρήτης από το 2001 έως το 2012. Παράλληλα, στόχευε στον εντοπισμό των hot spots και στην ανάδειξη των παραγόντων αλλά και περιοχών κινδύνου που αυξάνουν το ρίσκο για ατύχημα και σχετίζονται με τα βασικά χαρακτηριστικά του ατόμου, το χρόνο και το χώρο. Η έρευνα βασίστηκε σε μεθόδους χωρικής στατιστικής (Moran' I, Geographical Spatial Regression, co-Kriging Interpolation) και περιγραφικών χωρικών στοιχείων τα οποία υλοποιήθηκαν στο λογισμικό Arcmap (GIS). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι κατά τη διάρκεια των ετών 2001-2012 στην περιφέρεια Κρήτης σημειώθηκαν 1.039 θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα με το μεγαλύτερο ποσοστό των θυμάτων να είναι άνδρες (81%), με το αντίστοιχο ποσοστό των γυναικών να ανέρχεται σε 19%, ενώ μέσος όρος ηλικίας των θυμάτων προέκυψαν τα 39 έτη. Η χωροχρονική κατανομή των τροχαίων εμφάνισε ετερογένεια στη Κρήτη και εκτιμήθηκε ότι στο άμεσο μέλλον θα υπάρξει αύξηση περιστατικών. Επίσης, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο μήνας Ιούνιος και οι περίοδοι της ημέρας 12:01-18:00 και 18:01-00:00 παρουσιάζουν αυξημένο κίνδυνο να υπάρξει θανατηφόρο τροχαίο.

Μια άλλη προσέγγιση πραγματοποιήθηκε από τους Molla et all (2014) για τον εντοπισμό των hot spots τροχαίων ατυχημάτων στις κομητείες της βόρειας Ντακότα για τα διάστημα 2001-2010, οι οποίοι χρησιμοποίησαν τη μέθοδο Kriging και παράγαγαν μια επιφάνεια πρόβλεψης για τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα αφού πρώτα λογαρίθμισαν το μοντέλο για να εξαλείψουν τη λοξότητα που παρουσίαζαν τα δεδομένα.

Το 2017, ο Μαχαίρας πραγματοποίησε έρευνα σχετική με τη χωροχρονική ανάλυση των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων στον Ελλαδικό χώρο για το διάστημα 2011-2015, μελετώντας (α) ολόκληρη τη χώρα με βάση το νομό και (β) την Αττική με βάση το δήμο. Αρχικά, έγινε η ανάλυση της υπάρχουσας κατάστασης και για τα δύο επίπεδα ανάλυσης σύμφωνα με διάφορες κατηγοριοποιήσεις που σχετίζονται με το συμβάν και τον αποθανόντα. Για την Αττική, ήταν γνωστές και οι θέσεις των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων και συνεπώς έγινε περαιτέρω ανάλυση με χωρικά εργαλεία αξιοποιώντας τη γεωγραφική πληροφορία. Στη συνέχεια, προσδιορίστηκαν οι μεταβλητές με τις οποίες τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα έχουν συσχέτιση μέσα από την εφαρμογή της ελαχιστοτετραγωνικής παλινδρόμησης (OLS) και της γεωγραφικά σταθμισμένης παλινδρόμησης (GWR). Αυτές οι μεταβλητές σχετίζονταν με χαρακτηριστικά του οδικού δικτύου, την κοινωνία, την οικονομία και τις χρήσεις γης. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι οι μεταβλητές που παρουσίασαν υψηλή συσχέτιση για την Ελλάδα δεν ήταν ακριβώς ίδιες με τις

αντίστοιχες για την Αττική και επίσης παρουσιάστηκαν μικρές αλλαγές στην προσαρμογή των μοντέλων σε κάθε έτος του χρονικού διαστήματος μέσα στο οποίο διερευνήθηκε το φαινόμενο.

Τέλος, μία ακόμα έρευνα με αντικείμενο τα τροχαία ατυχήματα εκπονήθηκε από τους Yiannis et al. (2017), οι οποίοι επεξεργάστηκαν στοιχεία από 59.316 καταγεγραμμένα ατυχήματα στην Ελλάδα, με τη βοήθεια λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης (lognormal regression). Εξετάστηκαν τρεις εκφράσεις της σοβαρότητας των ατυχημάτων, ο αριθμός των νεκρών διαιρεμένος με τον συνολικό αριθμό των εμπλεκόμενων οχημάτων, ο αριθμός των σοβαρά τραυματισμένων διαιρεμένος με το συνολικό αριθμό των εμπλεκόμενων οχημάτων και ο αριθμός των ελαφριά τραυματισμών διαιρεμένος με το συνολικό αριθμό των εμπλεκόμενων οχημάτων, ενώ αναπτύχθηκαν διαφορετικά μοντέλα σοβαρότητας του ατυχήματος για κάθε τύπο οχήματος. Παράμετροι όπως το είδος της σύγκρουσης και οι καιρικές συνθήκες, επηρέαζαν τη σοβαρότητα του ατυχήματος για κάθε τύπο οχήματος (αυτοκίνητο, μοτοσυκλέτα, μοτοποδήλατο, λεωφορείο και φορτηγό). Τα γενικά συμπεράσματα της έρευνας ήταν πως οι καλές καιρικές συνθήκες και ατυχήματα που προκαλούνται κατά τη διάρκεια νυχτερινών ωρών αυξάνουν τη σοβαρότητα των ατυχημάτων και το είδος της σύγκρουσης έχει σταθερή επιρροή στη σοβαρότητα των ατυχημάτων.

2.7 Έρευνες σχετικές με τη συσχέτιση συντακτικής ανάλυσης του χώρου και τροχαίων ατυχημάτων

Η Συντακτική Ανάλυση (Space Syntax) είναι μια προσέγγιση που έχει ενσωματωθεί στις μελέτες μεταφορών για να ερευνήσει την επίδραση της αστικής διαμόρφωσης στα πρότυπα ροής πεζών και οχημάτων σε όλη την πόλη. Παρόλα αυτά, οι μελέτες και τα άρθρα που υπάρχουν μέχρι σήμερα και συσχετίζουν το Space Syntax με τα τροχαία ατυχήματα είναι περιορισμένα και η κάθε έρευνα προσεγγίζει το πρόβλημα διαφορετικά.

Οι Obeidat B. et al., παρουσίασαν το 2017 στο 11^ο διεθνές συνέδριο με θέμα το Space Syntax την έρευνα τους που είχε ως αντικείμενο την ανάλυση της συντακτικής διαμόρφωσης 28 δρόμων υψηλού κινδύνου σε τρεις ιορδανικές πόλεις, προκειμένου να διερευνηθεί η συμβολή των συντακτικών χαρακτηριστικών σε περιστατικά ατυχημάτων σε αυτούς τους δρόμους. Στη μελέτη τους έγινε χρήση της συντακτικής ανάλυσης τόσο αξονικά όσο και διανυσματικά με σκοπό να υπολογιστούν τα συντακτικά μέτρα και συγκεκριμένα η συνδεσιμότητα (connectivity), η ενσωμάτωση (integration), η σχετική ασυμμετρία (relative asymmetry) και η επιλογή (choice) και τελικά να συγκριθούν με δεδομένα τροχαίων ατυχημάτων που συλλέχθηκαν μέσω του Κεντρικού Τμήματος Κυκλοφορίας στην Ιορδανία.

Οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας τρεις τύπους ανάλυσης: συσχέτιση μέσω του δείκτη συσχέτισης Spearman's rho, ανάλυση της διακύμανσης (One-Way ANOVA) και παλινδρόμηση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι

τα συντακτικά μέτρα εξήγησαν μέρος των ατυχημάτων που συμβαίνουν σε δρόμους υψηλού κινδύνου και επιπλέον τα αξονικά τοπικά μέτρα (Connectivity, Integration R3, relative asymmetry R3) ήταν μείζονες συντακτικές ιδιότητες που εξηγούν τα τροχαία ατυχήματα που λαμβάνουν χώρα σε δρόμους υψηλού κινδύνου. Επιπλέον, επιβεβαίωσαν το συμπέρασμα και άλλων μελετητών ότι όταν ο κυκλοφοριακός φόρτος είναι χαμηλός τότε αυξάνεται η συχνότητα των τροχαίων ατυχημάτων, καθώς όπως χαρακτηριστικά αναφέρουν βρέθηκε δρόμος με χαμηλή συνδεσιμότητα με γειτονικές οδούς που είναι πιο ευάλωτος σε τροχαία ατυχήματα λόγω της μειωμένης κυκλοφορίας σε αυτόν. Το άρθρο καταλήγει στο συμπέρασμα ότι παρά τις διαφορές στην πυκνότητα του δικτύου δρόμων μεταξύ των τριών πόλεων, δεν υπάρχει σημαντική διαφορά στα συντακτικά χαρακτηριστικά των δρόμων υψηλού κινδύνου.

Το 2016, οι Sinhoi Goo et. al. πραγματοποίησαν μια έρευνα αναλύοντας τη συσχέτιση μεταξύ της χωρικής δομής και των τροχαίων ατυχημάτων με τη χρήση του Space Syntax στην Κορέα. Στη μελέτη διερεύνησαν τη συσχέτιση αυτή εξετάζοντας αντικειμενικά και μακροσκοπικά τη χωρική διαμόρφωση και το χωρικό πρότυπο και τελικά ανέλυσαν τη σημασία της σχέσης αυτής μέσω της ανάλυσης πολλαπλής παλινδρόμησης. Η μελέτη αφού έδειξε ότι η χωρική διαμόρφωση αλλά και η μεταβλητή του Space Syntax αντανακλάται σε τροχαία ατυχήματα, τελικά προτείνει ένα δίκτυο κυκλοφορίας για τη μείωση των τροχαίων ατυχημάτων.

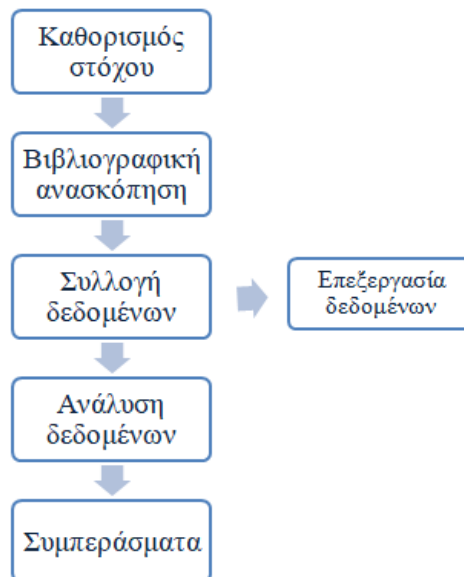
Οι Dasanayaka U. και Jayasinghe A. το 2013 στη μελέτη που πραγματοποίησαν για έναν από τους πιο υψηλούς σε πρόκληση τροχαίων ατυχημάτων δρόμο στη Σρι Λάνκα, εξέτασαν τη σχέση μεταξύ των οδικών ατυχημάτων και της διαμόρφωσης του οδικού δικτύου με τη χρήση συντακτικών μέτρων. Τα αποτελέσματα που εξήχθησαν έδειξαν αξιοσημείωτη σχέση μεταξύ των τροχαίων ατυχημάτων και της ενσωμάτωσης σε τοπικό επίπεδο ($r = 0.874$, $p < .01$), της συνδεσιμότητας ($r = 0.768$, $p < .01$) και της επιλογής σε υπερτοπικό επίπεδο ($r = 0.759$, $p < .01$). Η περαιτέρω ανάλυση πολλαπλής παλινδρόμησης που πραγματοποιήθηκε έδειξε ότι ο συνδυασμός αυτών των τριών μεταβλητών έχει περισσότερο από 90% αντίκτυπο στα τροχαία ατυχήματα. Με αυτή την αξιοσημείωτη σχέση μεταξύ των οδικών ατυχημάτων και της οδικής διαμόρφωσης, η μελέτη αυτή υπογραμμίζει την ανάγκη για προληπτικές προσπάθειες που ενσωματώνουν συγκεκριμένες στρατηγικές στον Σχεδιασμό Οδικών Δικτύων για τη δημιουργία βιώσιμου οικοδομημένου περιβάλλοντος αντί να εστιάζουν μόνο στον ανθρώπινο παράγοντα ενοχοποιώντας τον ως κύρια αιτία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

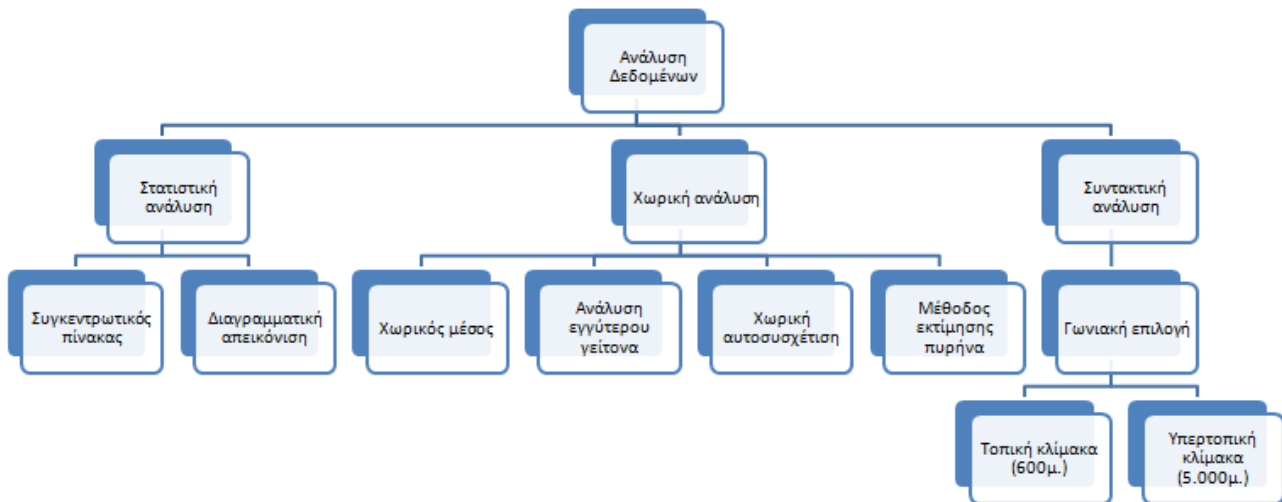
Το κεφάλαιο αυτό αποσκοπεί στην ανάλυση της γενικής μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε στην παρούσα εργασία και συνοψίζονται όλα τα βήματα και οι διαδικασίες της εφαρμογής που θα ακολουθήσει στη συνέχεια. Η μεθοδολογία αποτελεί ένα πολύτιμο επιστημονικό εργαλείο για την εξέταση φαινομένων και έχει πολύ σημαντικό ρόλο στην εκπόνηση μιας εργασίας καθώς προσδιορίζει την κατεύθυνση της νοητικής διαδικασίας και ορίζει τον τρόπο με τον οποίο θα προσεγγιστεί το θέμα.

3.1 Γενικά

Το μεθοδολογικό πλαίσιο που ακολουθήθηκε στην παρούσα μελέτη παρουσιάζεται συνοπτικά στα παρακάτω διαγράμματα και ακολουθεί η ανάλυσή του.



Διάγραμμα 3.1: Στάδια εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας



Διάγραμμα 3.2: Στάδια διαδικασίας ανάλυσης των δεδομένων

Πρωταρχικό στάδιο της μεθοδολογίας αποτελεί ο ακριβής προσδιορισμός του προβλήματος και ο καθορισμός του στόχου της μελέτης που αποτελεί βασικό άξονα για τον ερευνητή προκειμένου να προσεγγίσει το πρόβλημα και να το εξετάσει. Ο παρών στόχος είναι η χωροχρονική ανάλυση των τροχαίων ατυχημάτων και η συσχέτιση τους με τη χωρική διαμόρφωση του αστικού δικτύου με τη χρήση της συντακτικής ανάλυσης σε περιβάλλον GIS. Απαραίτητο είναι στο αρχικό αυτό στάδιο να οριστεί και η περιοχή μελέτης η οποία θα αποτελέσει το πεδίο εφαρμογής όλης της μεθοδολογίας. Στη συνέχεια, γίνεται αναφορά στα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν, στην επιλογή των απαιτούμενων μεταβλητών για την επίλυση του προβλήματος και περιγράφονται η διαδικασία και τα στάδια που απαιτεί η συγκεκριμένη μεθοδολογία. Τέλος, περιγράφονται συνοπτικά τα εργαλεία και οι τεχνικές μέθοδοι που θα χρησιμοποιηθούν.

3.2 Δεδομένα

Στο στάδιο αυτό γίνεται η συλλογή, επεξεργασία και ανάλυση των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν και ήταν αναγκαία για την εκπόνηση της μελέτης. Η συλλογή δεδομένων στηρίχθηκε κατά βάση σε στοιχεία που συλλέχθηκαν από αρμόδιους φορείς και επεξεργάστηκαν κατάλληλα, ώστε να εξεταστούν και να εξαχθούν τα απαιτούμενα ποσοτικά και εποπτικά, σε μορφή χάρτη, αποτελέσματα της ανάλυσης.

Βασικό μέλημα κάθε ερευνητή είναι να αντλήσει δεδομένα από αξιόπιστες πηγές με σκοπό να εξαχθεί ένα έγκυρο και επιστημονικά ορθό αποτέλεσμα της έρευνας. Αρμόδιος φορέας για την παροχή των απαιτούμενων για τη συγκεκριμένη μελέτη δεδομένων είναι η Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ) η οποία συγκεντρώνει και καταγράφει ψηφιακά όλα τα τροχαία ατυχήματα που λαμβάνουν χώρα στον Ελλαδικό χώρο. Τα πρωτογενή δεδομένα χρήζουν επεξεργασίας ακριβώς για το λόγο ότι η κάθε υπηρεσία τα συλλέγει και τα κωδικοποιεί ανάλογα με την εξυπηρέτηση των δικών

της σκοπών. Έτσι, για τη χωρική ανάλυση του φαινομένου απαιτείται κατάλληλη προεπεξεργασία των δεδομένων, ώστε να καταχωρηθούν σε βάσεις δεδομένων και να χρησιμοποιηθούν σε εργαλεία ανάλυσης.

Στην περίπτωση των τροχαίων ατυχημάτων αναγκαία ήταν η αξιοποίηση της περιγραφικής πληροφορίας σχετικά με τη διεύθυνση της θέσης κάθε συμβάντος ώστε να γίνει η μετατροπή τους σε χωρικές συντεταγμένες μέσω μιας διαδικασίας που ονομάζεται Γεωκωδικοποίηση (Geocoding). Πρέπει να τονιστεί ότι η συγκεκριμένη διαδικασία δε λειτουργεί τέλεια σε όλες τις περιπτώσεις και ως εκ τούτου ένα πλήθος σημείων που δεν καταφέρνουν να τοποθετηθούν σωστά με τον αυτόματο τρόπο της διαδικασίας, τοποθετούνται χειροκίνητα.

Επιπλέον, για τη χωρική ανάλυση και οπτικοποίηση του φαινομένου απαραίτητα χωρικά δεδομένα είναι επιπλέον το υπόβαθρο της περιοχής μελέτης και το οδικό της δίκτυο σε ψηφιακή μορφή.

3.3 Τεχνικές Ανάλυσης

Για να είναι καταστεί πλήρης και συνεπώς άρτια η προσέγγιση του φαινομένου που εξετάζεται, κρίνεται σκόπιμος ο διαχωρισμός των τροχαίων ατυχημάτων σε διάφορες κατηγορίες σχετικά με το είδος του παθόντα και της σοβαρότητας του τροχαίου ατυχήματος. Έτσι, στη συνέχεια ακολουθεί η ανάλυση των δεδομένων η οποία χωρίζεται σε δύο βασικά μέρη:

- Στατιστική ανάλυση
- Χωρική ανάλυση
- Συντακτική ανάλυση

3.3.1 Στατιστική Ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση στην παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του συγκεντρωτικού πίνακα (Pivot Table) στο Excel. Πρόκειται για έναν πίνακα που συνοψίζει τα δεδομένα εισόδου σε έναν νέο πίνακα μέσα από συγκεκριμένες διαδικασίες και υπολογισμούς όπως για παράδειγμα ταξινόμηση, καταμέτρηση, άθροιση, μέτρηση μέσου όρου και άλλα. Οι συγκεντρωτικοί πίνακες χρησιμοποιούνται για επεξεργασία δεδομένων και κυρίως μεγάλων ποσοτήτων δεδομένων που είναι δύσκολα στη διαχείριση τους. Δίνεται έτσι η δυνατότητα στο χρήστη της γρήγορης ανάλυσης των δεδομένων και στη σύνοψη τους.

Με τον τρόπο αυτό μελετήθηκαν τα δεδομένα της έρευνας στατιστικά και ποσοτικά ανά κατηγορία και παρουσιάστηκαν σε μορφή πινάκων και διαγραμμάτων.

3.3.2 Χωρική Ανάλυση

Η χωρική ανάλυση πραγματοποιείται με τη χρήση Λογισμικού ΓΣΠ και συγκεκριμένα του ArcGIS, όπου χρησιμοποιούνται οι μέθοδοι και τεχνικές για την κάλυψη των στόχων που τέθηκαν. Στη συνέχεια παρουσιάζεται το μεθοδολογικό πλαίσιο που ακολουθήθηκε για τη χωρική ανάλυση των τροχαίων ατυχημάτων.

- Χωρικός Μέσος

Στην παρούσα εργασία, αρχικά, υπολογίστηκε ο χωρικός μέσος για κάθε ομάδα που εξετάζεται, ο οποίος είναι ο κυριότερος από τους δείκτες χωρικής κεντρικότητας. Κάθε σημείο της κατανομής στο χώρο i έχει συντεταγμένες x_i και y_i και οι συντεταγμένες του χωρικού μέσου δίνονται από τις ακόλουθες σχέσεις.

$$\bar{X} = \frac{\sum_i^n x_i}{n} \qquad \bar{Y} = \frac{\sum_i^n y_i}{n}$$

Οι παραπάνω τύποι υπολογίζουν τις συντεταγμένες του κεντροειδούς δηλαδή του χωρικού μέσου του οποίου όλα τα σημεία της κατανομής έχουν το ίδιο βάρος. Στην περίπτωση που τα σημεία έχουν διαφορετικό βάρος οι συντεταγμένες του χωρικού μέσου δίνονται από τις επόμενες σχέσεις.

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^n x_i f_i \qquad \bar{Y} = \sum_{i=1}^n y_i f_i \qquad f_i = \frac{P_i}{\sum_{i=1}^n P_i}$$

όπου f_i : είναι το σχετικό βάρος και P_i το βάρος των σημείων i .

Ο χωρικός μέσος, είναι μία θέση που αντιπροσωπεύει μια ολόκληρη συγκεντρωμένη κατανομή πάνω στο χάρτη παρέχοντας στον ερευνητή ένα χρήσιμο δείκτη (Κουτσόπουλος, 2009). Με αυτό τον τρόπο είναι δυνατή η διερεύνηση της διαχρονικής μεταβολής μιας χωρικής κατανομής. Επίσης, μία άλλη πολύ σημαντική χρησιμότητα αυτού του δείκτη είναι η σύγκριση κατανομών διαφορετικών φαινομένων αλλά για την ίδια χωρική ενότητα. Από τις διαφορετικές θέσεις των χωρικών μέσων σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή ο μελετητής μπορεί να αντλήσει χρήσιμες πληροφορίες για το τι συμβαίνει στο χώρο. Από την άλλη πλευρά, όμως, ο χωρικός μέσος δεν έχει καμία έννοια, όταν παρουσιάζεται, ως αριθμητική τιμή, με τις δυο συντεταγμένες του. Έχει νόημα μόνον όταν παρουσιάζεται γραφικά στον χάρτη σε σχέση με τα υπόλοιπα σημεία της γεωγραφικής του κατανομής. Επίσης, μια άλλη σημαντική παρατήρηση είναι ότι ο ίδιος χωρικός μέσος είναι δυνατό να προκύψει από δύο διαφορετικές γεωγραφικές κατανομές (Φώτης, 2009). Τέλος, ο χωρικός μέσος παραμένει αμετάβλητος σε περίπτωση στροφής ή μετάθεσης του συστήματος συντεταγμένων.

- Ανάλυση χωρικών προτύπων των τροχαίων ατυχημάτων

Σε συνέχεια της έρευνας υπολογίζεται το χωρικό πρότυπο των τροχαίων ατυχημάτων για κάθε κατηγορία και για κάθε έτος της εξεταζόμενης περιόδου. Το πρότυπο με το οποίο είναι καταναμημένο στο χώρο ένα σημειακό φαινόμενο όπως τα τροχαία

ατυχήματα που μελετώνται στην παρούσα εργασία συγκεντρώνει μεγάλο ενδιαφέρον στην επιστημονική κοινότητα και όχι μόνο στους γεωγράφους ερευνητές. Σύμφωνα με τον Φώτη Γ. (2009) ως χωρικό πρότυπο ορίζεται το χαρακτηριστικό εκείνο που περιγράφει την χωρική τακτοποίηση ενός συνόλου αντικειμένων. Ωστόσο, πρέπει να επισημανθεί ότι το χωρικό πρότυπο προκύπτει από ένα χάρτη που είναι μια στατική απεικόνιση σε χώρο και χρόνο και συνεπώς ο ερευνητής πρέπει να το λάβει υπόψη του (Κουτσόπουλος, 2009). Επιπλέον, η έκταση και τα όρια της περιοχής μελέτης, καθώς και το προβολικό σύστημα που χρησιμοποιείται έχουν βαρύνουσα σημασία στην ανάλυση του χωρικού προτύπου. Παρακάτω παρουσιάζονται συνοπτικά τα τρία είδη χωρικών προτύπων.

➤ Τυχαίο πρότυπο

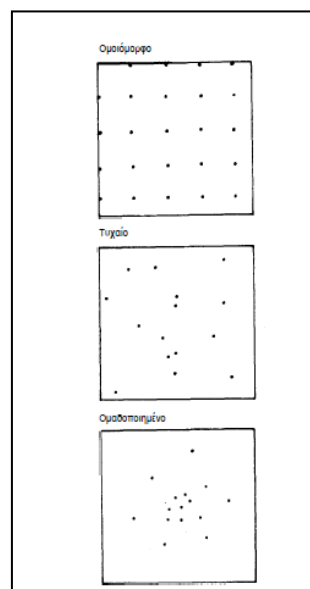
Στο τυχαίο πρότυπο η πιθανότητα εμφάνισης του κάθε σημείου σε οποιαδήποτε θέση στο χώρο είναι ίδια και η θέση ενός σημείου στο χώρο δεν εξαρτάται από τη θέση ενός άλλου της κατανομής. Για το λόγο αυτό εάν προκύψει τυχαίο το πρότυπο ενός φαινομένου δε χρήζει περαιτέρω διερεύνησης.

➤ Ομοιόμορφο πρότυπο

Στο ομοιόμορφο πρότυπο η πυκνότητα κατανομής των σημείων είναι ίση. Εμφανίζεται συνήθως σε ανταγωνιστικές διαδικασίες με σκοπό το ένα σημείο από το άλλο να απέχει μια σημαντική απόσταση.

➤ Ομαδοποιημένο πρότυπο

Το ομαδοποιημένο χωρικό πρότυπο (clustered) εμφανίζεται σε ελκυστικές διαδικασίες όπου η μικρή απόσταση που έχουν μεταξύ τους τα σημεία διευκολύνει τη μετάδοση κάποια ιδιότητας.



Εικόνα 3.1: Βασικοί τύποι χωρικών προτύπων

Για να καθοριστεί το χωρικό πρότυπο το οποίο παρουσιάζει μια χωρική κατανομή μία κύρια μέθοδος που χρησιμοποιείται είναι η ανάλυση απόστασης από γειτονικό σημείο

(Nearest Neighbor Analysis) η οποία εστιάζει στις αποστάσεις των σημείων μεταξύ τους και εφαρμόζεται στη συγκεκριμένη περίπτωση. Αρχικά, είναι δυνατόν να βρεθούν ο μέσος όρος από τις αναμενόμενες πλησιέστερες γειτονικές αποστάσεις για ένα τυχαίο χωρικό πρότυπο μέσω της κατανομής Poisson. Στη συνέχεια πρέπει να συγκριθεί με το μέσο όρο από την πραγματική/παρατηρούμενη απόσταση που έχει η κατανομή.

Η αναμενόμενη μέση τιμή των αποστάσεων κάθε σημείου από το πλησιέστερο του, για τυχαίο πρότυπο δίνεται από τον ακόλουθο τύπο:

$$d_a = 1/2 \sqrt{N/A}$$

όπου N: το πλήθος των σημείων και A: η έκταση της περιοχής μελέτης.

Αντίθετα, η παρατηρούμενη μέση τιμή των αποστάσεων κάθε σημείου από το πλησιέστερο του δίνεται από τον τύπο:

$$d_\pi = \sum_{i=1}^N d_i / N$$

Όπου d_i η απόσταση του κάθε σημείου i από το εγγύτερο του.

Το πηλίκο d_π/d_a θα καθορίσει το χωρικό πρότυπο.

Σύμφωνα με τους Clark and Evans (1954) το πηλίκο αυτό παίρνει τιμές από 0 για την περίπτωση της ακραίας ομαδοποίησης των σημείων έως και 2.149 για το ομοιόμορφο χωρικό πρότυπο. Όταν η τιμή του ισούται με 1 τότε η αναμενόμενη μέση απόσταση είναι ίση με την παρατηρούμενη και συνεπώς το πρότυπο είναι τυχαίο. Ωστόσο, το αποτέλεσμα του εγγύτερου γείτονα ή και οποιαδήποτε άλλης μεθόδου όπως η ανάλυση καννάβου δείχνει μία τάση του φαινομένου και όχι ένα οριστικό καθορισμό του χωρικού προτύπου. Κανένα εργαλείο όπως τα προαναφερθέντα δεν τεκμηριώνει με απόλυτο βαθμό την ύπαρξη συγκεκριμένων χωρικών διαδικασιών.

Πιο συγκεκριμένα, ένα σύνολο σημείων που είναι κατανομημένο με τυχαίο τρόπο στο χώρο για μια συγκεκριμένη περιοχή μελέτης δεν έχει το ίδιο πρότυπο για μία μεγαλύτερη περιοχή στην οποία περιλαμβάνεται η προηγούμενη, όπου το χωρικό πρότυπο της τελευταίας σίγουρα δεν είναι τυχαίο (Clark and Evans, 1954). Συνεπώς, ο καθορισμός της περιοχής μελέτης παίζει σημαντικό ρόλο στον καθορισμό του χωρικού προτύπου. Τέλος, η ανάλυση απόστασης από γειτονικό σημείο αν και έχει αδυναμίες αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο που προσφέρει στη γεωγραφική έρευνα.

- Χωρική αυτοσυσχέτιση (Global Moran's I & Local Moran's I)

Η χωρική αυτοσυσχέτιση μπορεί να οριστεί ως η σχέση μεταξύ των τιμών μιας ενιαίας μεταβλητής που προέρχεται από τη γεωγραφική ρύθμιση των περιοχών στις

οποίες εμφανίζονται αυτές οι τιμές. Μετρά την ομοιότητα των δεδομένων μέσα σε μία περιοχή, το βαθμό στον οποίο ένα χωρικό φαινόμενο αυτοσυσχετίζεται στην περιοχή αυτή (Cliff, A. and Ord J.K., 1981), το επίπεδο αλληλοεξάρτησης μεταξύ των μεταβλητών, τη φύση και τη δύναμη της αλληλεξάρτησης. Έτσι, η χωρική αυτοσυσχέτιση είναι μια αξιολόγηση του συσχετισμού μιας μεταβλητής αναφορικά με τη χωρική της θέση (Φώτης, 2009), ενώ, επίσης, αξιολογεί εάν οι τιμές είναι αλληλένδετες, και εάν έτσι υπάρχει ένα χωρικό σχέδιο σε αυτή τη σχέση.

Συνέπεια της ύπαρξης αυτοσυσχέτισης είναι οι τιμές μιας χωρικής μεταβλητής να εμφανίζονται περισσότερο συγκεντρωμένες παρά διάσπαρτες. Όταν υφίσταται θετική αυτοσυσχέτιση, τότε οι όμοιες τιμές τείνουν να συγκεντρώνονται, ενώ όταν παρουσιάζεται αρνητική τότε οι ανόμοιες τιμές εμφανίζονται συγκεντρωμένες (Φώτης, 2009). Ο εντοπισμός της θετικής αυτοσυσχέτισης βοηθάει στην ερμηνεία της ευρύτερης περιοχής ότι η οντότητες λειτουργούν με την ίδια ένταση, ενώ με τον εντοπισμό αρνητικής αυτοσυσχέτισης εντοπίζονται περιοχές που διακόπτουν τη συνέχεια ενός φαινομένου και επομένως, ανάλογα με την ένταση των τιμών, οι περιοχές αυτές υστερούν ή υπερτερούν σε σχέση με την ευρύτερη περιοχή. Και στις δύο περιπτώσεις, τα συμπεράσματα σχετίζονται με το χαρακτηρισμό αναγκαιότητας επέμβασης στην περιοχή. Υπάρχουν πολλοί δείκτες χωρικής αυτοσυσχέτισης (Cliff and Ord, 1981; Goodchild, 1986; Haining, 1990; Chou, 1997):

- Οι σφαιρικοί δείκτες Moran I και Geary c, η μηδενική και εναλλακτική υπόθεση, η κανονική και τυχαία κατανομή
- Τοπικοί δείκτες της χωρικής σύνδεσης (local indicators spatial autocorrelation, LISA Gi)

Στην παρούσα εργασία, αρχικά, εφαρμόζεται ο δείκτης Global Moran's I για τις κατηγορίες των τροχαίων ατυχημάτων θέτοντας ως βάρος το έτος. Σκοπός είναι να καθοριστεί σε γενικές γραμμές το χωρικό πρότυπο των ετών που συνέβησαν ατυχήματα και στις θέσεις που αυτά έλαβαν χώρα και να διερευνηθεί εάν αυτό είναι τυχαίο, ομαδοποιημένο ή ομοιόμορφο.

Ο δείκτης Moran I ορίζεται ως το μέτρο του συσχετισμού μεταξύ γειτονικών παρατηρήσεων σε μια χωρική διάταξη (Boots and Getis, 1988). Ο υπολογισμός του δείκτη Moran I (Moran, 1950) επιτυγχάνεται με το πηλίκο της χωρικής συνδιακύμανσης με την συνολική διακύμανση της μεταβλητής. Οι τιμές που προκύπτουν είναι σε μία κλίμακα από το -1 έως το 1. Οι θετικές τιμές αντιπροσωπεύουν τη θετική χωρική αυτοσυσχέτιση, ενώ το αντίστροφο ισχύει για τις αρνητικές τιμές. Η μηδενική τιμή του δείκτη δεν αντιπροσωπεύει καμία χωρική αυτοσυσχέτιση καθώς φανερώνει ένα τυχαίο πρότυπο.

Ο δείκτης Moran I, αφορά όλη την υπό μελέτη περιοχή. Από τις αρχές της δεκαετίας του 1990 εμφανίστηκε η ιδέα ότι ένας καθολικός δείκτης αυτοσυσχέτισης συνίσταται από τοπικές αυτοσυσχετίσεις (local autocorrelation) (Getis and Ord, 1992; Anselin, 1993; Ord and Getis, 1995; Anselin, 1995).

Έτσι, δεδομένου ότι ο καθολικός αυτός δείκτης δεν προσδιορίζει τις περιοχές ή το μέγεθος των συγκεντρώσεων, πραγματοποιείται στη συνέχεια και ο προσδιορισμός του τοπικού δείκτη χωρικής αυτοσυσχέτισης (Local Moran's I) (Anselin, 1995) ο οποίος δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$I_i = \frac{x_i - \bar{X}}{S_i^2} \sum_{j=1, j \neq i}^n w_{i,j} (x_j - \bar{X})$$

όπου,

x_i είναι περιγραφικό χαρακτηριστικό της οντότητας i

\bar{X} είναι η μέση τιμή του,

$w_{i,j}$ είναι το χωρικό βάρος μεταξύ των οντοτήτων i και j

n ο αριθμός των οντοτήτων και

$$S_i^2 = \frac{\sum_{j=1, j \neq i}^n w_{ij} x_j}{n-1} - \bar{X}^2$$

Ο δείκτης Local Moran's I είναι τοπικός δείκτης χωρικής συσχέτισης (LISA) και έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως σε γεωγραφικές αναλύσεις για την αποκάλυψη περιοχών συγκέντρωσης ή μη καθώς και για την κατηγοριοποίησή τους σε ομαδοποιημένα ή διασκορπισμένα (Anselin, 1995; Knight et al., 2018). Θετική τιμή του δείκτη I δείχνει ότι η οντότητα είναι περιτριγυρισμένη από οντότητες με παρόμοιες τιμές. Μια τέτοια οντότητα είναι μέρος συστάδας. Αρνητική τιμή για I σημαίνει ότι η οντότητα είναι περιτριγυρισμένη από οντότητες με ανόμοιες τιμές. Μια τέτοια οντότητα συνιστά ένα χωρικό ακραίο (spatial outlier). Ο τοπικός δείκτης Moran μπορεί να ερμηνευθεί μόνο στο πλαίσιο της υπολογιζόμενης Z-score ή p-value μέσω των οποίων αναδεικνύονται συμπλέγματα υψηλών τιμών (HH), χαμηλών τιμών (LL) και χωρικών ακραίων όπου υψηλές τιμές περιβάλλονται από χαμηλές (HL) και το αντίστροφο (LH).

Στην περίπτωση των τροχαίων ατυχημάτων ο τοπικός δείκτης Local Moran's I υπολογίστηκε με σκοπό να εντοπιστούν σημεία στο χώρο με υψηλές τιμές στο χρόνο που υποδεικνύουν ότι στις θέσεις αυτές παρατηρούνται πρόσφατα τροχαία ατυχήματα, με χαμηλές τιμές στο χρόνο όπου εντοπίζονται οι θέσεις τροχαίων ατυχημάτων των παλαιότερων ετών και χωρικά ακραίες τιμές που αντιπροσωπεύουν θέσεις όπου παρουσιάζουν μια διαχρονικότητα ως προς τα τροχαία ατυχήματα.

3.3.3 Συντακτική Ανάλυση και Συσχέτιση με Τροχαία Ατυχήματα

Μέρος της παρούσας έρευνας αποτελεί η συντακτική ανάλυση του χώρου και ο συσχετισμός της με τα τροχαία ατυχήματα. Η Συντακτική Ανάλυση του χώρου (Space Syntax) μελετά και αναλύει τη γεωμετρία και την τοπολογία του αστικού δικτύου και της σχέσης του με την ανθρώπινη κίνηση και δραστηριότητα σε μια πόλη, μέσα από ένα σύνολο μεθόδων και τεχνικών που παρέχονται. Ειδικότερα, το Space Syntax έχει αναπτύξει αλγόριθμους που μελετώντας τη γεωμετρία και την

τοπολογία του αστικού δικτύου είναι σε θέση να προβλέψει αξιόπιστα την κίνηση σε μία πόλη για αυτό και είναι ένα πολύτιμο εργαλείο για την ανάλυση αλλά και τον σχεδιασμό της.

Στην Συντακτική Ανάλυση υπάρχουν μια σειρά από μέτρα και ενδεικτικά αναφέρονται:

Η **Συνδεσιμότητα (Connectivity)** υπολογίζει τους «χώρους» που συνδέονται άμεσα (Hillier, B. & Hanson, J., 1984)

Το **Μέσο Βάθος (Mean Depth)** είναι η μέση απόσταση από όλες τις τοποθεσίες (Hillier, B. & Hanson, J., 1984)

Η **Ενσωμάτωση (Integration)** είναι ένα κανονικοποιημένο μέτρο της απόστασης από έναν χώρο προς όλους τους υπόλοιπους εντός ενός συστήματος ή μιας καθορισμένης ακτίνας. Γενικά, υπολογίζει το πόσο κοντά είναι ένα μέρος προς όλα τα υπόλοιπα και μπορεί να θεωρηθεί ως μέτρο του σχετικού βάθους ενός χώρου. (Hillier, B. & Hanson, J., 1984)

Η **Επιλογή (Choice)** υπολογίζει την πιθανότητα που έχει μια τοποθεσία να χρησιμοποιηθεί στην συντομότερη διαδρομή ανάμεσα σε όλα τα ζεύγη των διανυσμάτων εντός ενός συστήματος ή μιας επιλεγμένης απόστασης (ακτίνα) (Hillier, B., Burdett, R., Peponis, J., Penn, A., 1987). Με άλλα λόγια, αφορά την πιθανότητα που έχει ένας χώρος ή ένας άξονας να επιλεγεί για μια μετακίνηση και να χρησιμοποιηθεί ως διέλευση και ποσοτικοποιείται έτσι η προσπελασιμότητα του χώρου αυτού.

Τα πιο σημαντικά μέτρα του Space Syntax και ευρέως χρησιμοποιούμενα είναι η Ενσωμάτωση και η Επιλογή. Στην εν λόγω μελέτη εφαρμόζεται το συντακτικό μέτρο της επιλογής (choice) σε διάφορες ακτίνες που αντιπροσωπεύουν και τις διαφορετικές κλίμακες στις οποίες λειτουργεί η πόλη. Έτσι, μπορεί κανείς να μελετήσει τόσο τοπικές σχέσεις επιλέγοντας μια τοπική κλίμακα (local) όσο και υπερτοπικές σχέσεις με χρήση υπερτοπικής κλίμακας (global) στα πλαίσια του αστικού ιστού μιας πόλης.

- Μέθοδος Εκτίμησης Πυκνότητας Πυρήνα (Kernel Density Estimator)

Ακολούθως, εφαρμόζεται η Μέθοδος Εκτίμησης Πυκνότητας Πυρήνα που διαθέτει σημαντικά πλεονεκτήματα για την συγκεκριμένη έρευνα καθώς χρησιμοποιώντας την πυκνότητα των κοντινών αντικειμένων για να υπολογιστούν τα χαρακτηριστικά συλλαμβάνεται η πραγματική ουσία του χώρου αφού δεν εστιάζει μεμονωμένα στο κάθε μέρος αλλά σε όλη γειτονιά του που είναι και αυτή που το χαρακτηρίζει πραγματικά και εξηγεί την τελική μορφή του (Porta et al., 2009).

Για κάθε μια κατηγορία τροχαίων ατυχημάτων αλλά και για τα συντακτικά μέτρα της τοπικής και υπερτοπικής ακτίνας εφαρμόζεται η Μέθοδος Εκτίμησης Πυκνότητας Πυρήνα με αποτέλεσμα τη δημιουργία ψηφιδωτού (raster) πυκνότητας στην περιοχή μελέτης. Το μέγεθος κελιού και η ακτίνα εφαρμογής του αλγόριθμου επιλέγεται να

είναι ίδια για όλες τις περιπτώσεις, και είναι χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης και της κλίμακας ανάλυσης.

Σκοπός της χρήσης της μεθόδου είναι εφόσον παραχθούν οι χάρτες σε μορφή raster, να μετατραπούν σε πολύγωνα τα οποία θα έχουν τιμή πυκνότητας ανάλογα με την τιμή του pixel στο raster αρχείο. Οι τιμές αυτές χρησιμοποιούνται για τη συσχέτιση των τροχαίων ατυχημάτων με τα συντακτικά μέτρα που εφαρμόστηκαν.

- Ανάλυση συσχέτισης

Οι κυριότεροι δείκτες που χρησιμοποιούνται ευρέως για τη συσχέτιση δύο μεταβλητών που μετρούνται για κάθε επιφανειακή οντότητα είναι ο δείκτης Pearson και ο δείκτης Spearman. Αν και ο συντελεστής Pearson αποτελεί τον πλέον ενδεδειγμένο δείκτη συσχέτισης, ωστόσο ο συντελεστής Spearman είναι “μη παραμετρικός” και είναι αυτός που χρησιμοποιείται στη μελέτη για τη συσχέτιση των τροχαίων ατυχημάτων και της συντακτικής επιλογής (choice) και για τις δύο ακτίνες που αυτή εφαρμόστηκε. Αυτό μπορεί να έχει δύο έννοιες. Πρώτον, το γεγονός ότι μια τέλεια συσχέτιση Spearman προκύπτει όταν X και Y σχετίζονται με οποιαδήποτε μονότονη συνάρτηση, που μπορεί να αντιπαραβληθεί με τη συσχέτιση Pearson, η οποία δίνει μόνο μια τέλεια τιμή όταν X και Y σχετίζονται με μια γραμμική συνάρτηση. Η άλλη έννοια με την οποία ο συσχετισμός Spearman είναι μη παραμετρικός είναι ότι η ακριβής κατανομή της δειγματοληψίας του μπορεί να ληφθεί χωρίς να απαιτείται γνώση της κοινής κατανομής πιθανότητας της X και Y .

Για τον υπολογισμό του δείκτη οι σειρές ταξινομούνται σε φθίνουσα σειρά βάσει της μεταβλητής X και απαριθμούνται όπου το 1 λαμβάνει η μεγαλύτερη τιμή της. Το ίδιο επαναλαμβάνεται και για τη μεταβλητή Y . Στη συνέχεια υπολογίζεται το άθροισμα των διαφορών των δύο μεταβλητών υψωμένων στο τετράγωνο. Ο τελικός τύπος είναι ο ακόλουθος:

$$r_s = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N d_i^2}{N(N^2 - 1)}$$

όπου:

d_i : η διαφορά των μεταβλητών X και Y

N : το μέγεθος του δείγματος

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Στο εν λόγω κεφάλαιο περιγράφεται η εφαρμογή του προτεινόμενου μεθοδολογικού πλαισίου που αναπτύχθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο για την περίπτωση του Δήμου Αθηναίων. Αρχικά, αναφέρεται η διαδικασία συλλογής και διαμόρφωσης των απαιτούμενων δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν, στη συνέχεια ακολουθεί η επεξεργασία και η χωρική ανάλυση αυτών και τέλος παρουσιάζονται και σχολιάζονται τα αποτελέσματα όπως προέκυψαν είτε αυτά είναι οπτικά στην περίπτωση της χωρικής και γεωγραφικής ανάλυσης είτε αριθμητικά σε μορφή πινάκων, όπως στην περίπτωση της στατιστικής ανάλυσης.

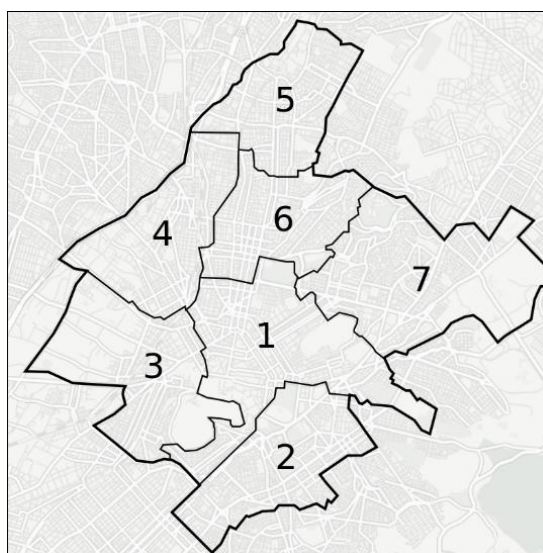
4.1 Περιοχή Μελέτης

Ο Δήμος Αθηναίων βρίσκεται στον κεντρικό τμήμα του λεκανοπεδίου της Αττικής και αποτελεί το δυναμικό κέντρο της (Χάρτης 4.1).



Χάρτης 4.1: Γεωγραφική θέση Δήμου Αθηναίων

Η έκταση που καταλαμβάνει ο δήμος είναι 38,96 τ.χλμ. και αποτελεί τον πολυπληθέστερο δήμο της Ελλάδας, καθώς βάσει της τελευταίας Απογραφής του 2011 έχει πληθυσμό 664.046 κατοίκους. Περιλαμβάνει το ιστορικό κέντρο της Αθήνας και περίξ αυτού συνοικίες και διοικητικά χωρίζεται σε επτά δημοτικές κοινότητες, πρώην δημοτικά διαμερίσματα όπως αυτές απεικονίζονται (Χάρτης 4.2) και περιγράφονται παρακάτω (www.wikipedia.org).



Χάρτης 4.2: Δημοτικές Κοινότητες Δήμου Αθηναίων ((Πηγή:<https://el.wikipedia.org/>)

- Η πρώτη δημοτική ενότητα περιλαμβάνει την κεντρική περιοχή του Δήμου των Αθηνών με το εμπορικό τρίγωνο (Σύνταγμα - Ομόνοια – Μοναστηράκι), την Πλάκα, το Κολωνάκι - Λυκαβηττός, τα Εξάρχεια, το Κουκάκι, τα Ιλίσια, τη συνοικία Μακρυγιάννη. Ο πληθυσμός της σύμφωνα με την απογραφή του 2011 είναι 75.810 κάτοικοι.
- Η δεύτερη δημοτική ενότητα περιλαμβάνει τις Ν.Α. συνοικίες και συγκεκριμένα τις περιοχές του Παγκρατίου, Ζαπτείου - Μετς, Κυνοσάργους, Γούβας, Νέου Κόσμου και Δουργουτίου. Ο πληθυσμός της σύμφωνα με την απογραφή του 2011 είναι 103.004 κάτοικοι.
- Η τρίτη δημοτική ενότητα περιλαμβάνει τις Ν.Δ. συνοικίες, δηλαδή το Αστεροσκοπείο, τα Πετράλωνα, το Θησείο, το Ρουφ και το Βοτανικό. Ο πληθυσμός της σύμφωνα με την απογραφή του 2011 είναι 46.508 κάτοικοι.
- Η τέταρτη δημοτική ενότητα περιλαμβάνει το δυτικό τμήμα του Δήμου Αθηναίων και αποτελείται από τις περιοχές Κολωνός, Ακαδημία Πλάτωνος, Κολοκυνθού, Προφ. Δανιήλ, Σεπόλια και Νιρβάνα. Ο πληθυσμός της σύμφωνα με την απογραφή του 2011 είναι 85.629 κάτοικοι.

- Η πέμπτη δημοτική ενότητα περιλαμβάνει τις Β.Δ. συνοικίες από τα Κάτω Πατήσια μέχρι τον Προμπονά (Άγιος Ελευθέριος, Πατήσια, Ριζούπολη, Προμπονά). Ο πληθυσμός της σύμφωνα με την απογραφή του 2011 είναι 98.665 κάτοικοι.
- Η έκτη δημοτική ενότητα περιλαμβάνει τις βόρειες κεντρικές συνοικίες και συγκεκριμένα την Πλατεία Αμερικής, την Πλατεία Αττικής, την Κυψέλη, τη Νέα και την Άνω Κυψέλη. Ο πληθυσμός της σύμφωνα με την απογραφή του 2011 είναι 130.582 κάτοικοι.
- Η έβδομη δημοτική ενότητα περιλαμβάνει τις Β.Α. συνοικίες, όπως τη Νέα Φιλοθέη, τους Αμπελοκήπους, το Γουδή, τα Κουντουριώτικα, τον Ερυθρό Σταυρό, το Γηροκομείο, το Πολύγωνο και το Γκύζη. Ο πληθυσμός της σύμφωνα με την απογραφή του 2011 είναι 123.848 κάτοικοι.

Η επιλογή του δήμου αυτού στηρίχθηκε στο γεγονός ότι αποτελεί έναν από τους μεγαλύτερους και πιο σημαντικούς δήμους της χώρας και συγκεντρώνει ένα μεγάλο μέρος του πληθυσμού συγκριτικά με το σύνολο του πληθυσμού της χώρας αλλά και της έκτασής του. Επιπλέον, ο δήμος διαθέτει εκτεταμένο δίκτυο αυτοκινητοδρόμων, καθώς διέρχονται από αυτόν οι μεγαλύτερες κεντρικές οδικές αρτηρίες της ευρύτερης περιοχής της Αττικής που τον συνδέουν με τις γειτονικές περιοχές, ενώ όπως διαπιστώθηκε και από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση που πραγματοποιήθηκε και περιγράφεται σε προηγούμενο κεφάλαιο, ο δείκτης ατυχημάτων ανά 1.000.000 κατοίκους για το σύνολο της χώρας βρέθηκε 999,6 με την περιφέρεια Αττικής να είναι πρώτη στην κατάταξη αφού ο αντίστοιχος δείκτης ανήλθε σε 1.469,2.

4.2 Δεδομένα

Η συλλογή δεδομένων στηρίχθηκε κατά βάση σε στοιχεία που ήταν αναγκαία για την εκπόνηση της παρούσας μελέτης, συλλέχθηκαν από αρμόδιους φορείς και επεξεργάστηκαν κατάλληλα, ώστε να εξαχθούν τα απαιτούμενα ποσοτικά και εποπτικά, σε μορφή χάρτη, αποτελέσματα της ανάλυσης.

Συγκεκριμένα, τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν αφορούσαν τροχαία ατυχήματα που έλαβαν χώρα στο Δήμο Αθηναίων τη χρονική περίοδο 2008-2017. Πιο συγκεκριμένα, τα δεδομένα αυτά χορηγήθηκαν από την ΕΛΣΤΑΤ (Ελληνική Στατιστική Αρχή) η οποία συλλέγει τα Δελτία Οδικού Τροχαίου Ατυχήματος (Δ.Ο.Τ.Α) από την Τροχαία Ελλάδα, τα ψηφιοποιεί λεπτομερώς και τα κωδικοποιεί δημιουργώντας μια δυναμική και λεπτομερή βάση δεδομένων. Τα δελτία αυτά αποτελούν για την Ελλάδα την κύρια και πρωτογενή πηγή καταγραφής στοιχείων των οδικών ατυχημάτων και συμπληρώνονται από την Τροχαία για κάθε οδικό ατύχημα που λαμβάνει χώρα και έχει ως αποτέλεσμα θάνατο ή τραυματισμό ενός ή περισσότερων προσώπων.

Η Έρευνα Οδικών Τροχαίων Ατυχημάτων διενεργείται σε μηνιαία βάση και παρακολουθεί, κατά Περιφερειακή Ενότητα, για κάθε μήνα χωριστά, τον αριθμό των οδικών τροχαίων ατυχημάτων κατά βαρύτητα (θανατηφόρα και/ή με τραυματισμούς) και τον αριθμό των παθόντων ατόμων κατά κατηγορία αυτών (οδηγοί, μεταφερόμενοι, πεζοί). Σε ετήσια βάση γίνεται ευρύτερη ανάλυση των ατυχημάτων. Αρμόδιες για τη συμπλήρωση των Δελτίων Οδικών Τροχαίων Ατυχημάτων (Δ.Ο.Τ.Α.) είναι οι Αστυνομικές και Λιμενικές Αρχές της Χώρας. Το κατώτερο επίπεδο ανάλυσης του τόπου που συνέβη ένα οδικό τροχαίο ατύχημα είναι η Δημοτική - Τοπική Κοινότητα που περιγράφεται με 8ψήφιο γεωγραφικό κωδικό. Η περιοδικότητα συλλογής των στοιχείων είναι μηνιαία. Κυριότερες μεταβλητές είναι: τύπος ατυχήματος, είδος οδού, παθόντες, συνθήκες οδοστρώματος και τύπος οδού. Επιπλέον, τα προσωρινά στοιχεία ανακοινώνονται 2 μήνες μετά τον μήνα του ατυχήματος, ενώ τα οριστικά στοιχεία ανακοινώνονται 10 μήνες μετά το έτος αναφοράς (ΕΛΣΤΑΤ, 2019).

Για το σκοπό της παρούσας μελέτης, τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν ήταν σε αρχείο μορφής υπολογιστικού φύλλου Excel (Εικόνα 4.1) και περιελάμβαναν την ακριβή διεύθυνση (οδός και αριθμός) της θέσης των τροχαίων ατυχημάτων ανά έτος για το χωρικό προσδιορισμό τους και μια περιγραφή όσον αφορά τη σοβαρότητα του κάθε τροχαίου ατυχήματος σχετικά με τους παθόντες, την κατηγορία των παθόντων και το πλήθος αυτών για κάθε τροχαίο ατύχημα. Ειδικότερα, η σοβαρότητα ενός τροχαίου ατυχήματος και οι κατηγορίες των παθόντων που ενεπλάκησαν σε αυτό, που αποτελούν τις μεταβλητές του φαινομένου που εξετάζεται στη μελέτη, περιγράφονται στα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν με τις παρακάτω τιμές:

Σοβαρότητα

- Ελαφρά Τραυματίας
- Βαριά Τραυματίας
- Νεκρός

Κατηγορία Παθόντα

- Οδηγός
- Επιβάτης
- Πεζός

Υποστηρικτικά δεδομένα που απαιτήθηκαν για την εκπόνηση της παρούσας μελέτης ήταν το υπόβαθρο του Δήμου Αθηναίων και το οδικό του δίκτυο σε ψηφιακή μορφή, τα οποία αντλήθηκαν το μεν πρώτο από την ΕΛΣΤΑΤ, το δε άλλο από την ιστοσελίδα ανοιχτών δεδομένων geodata.gov.gr.

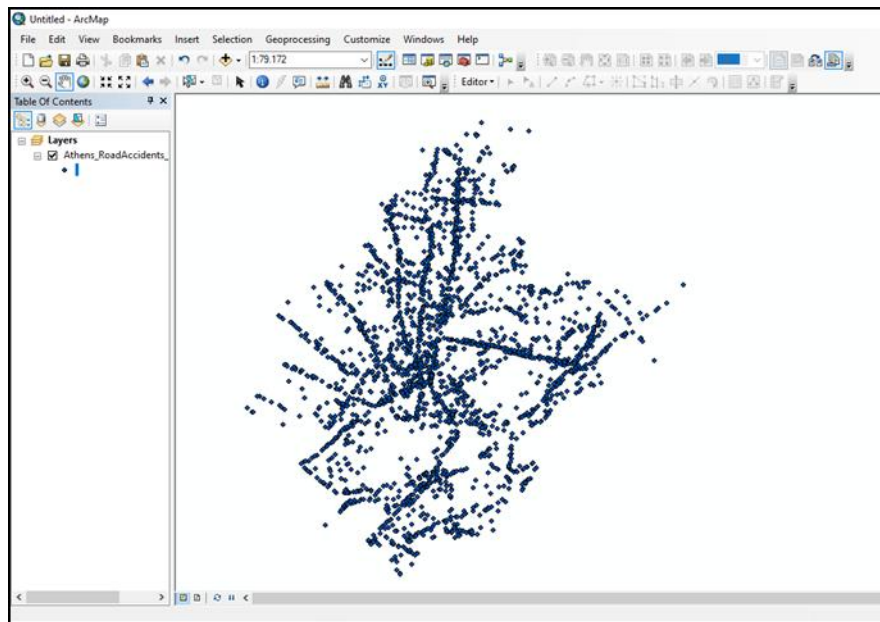
Τα δεδομένα των τροχαίων ατυχημάτων όπως ακριβώς χορηγήθηκαν έχρηζαν επεξεργασίας καθώς η χωρική ανάλυση προϋποθέτει σημεία στο χώρο σε ψηφιακή μορφή. Για το λόγο αυτό, αναγκαία ήταν η διαδικασία της γεωκωδικοποίησης (geocoding) των δεδομένων, δηλαδή η μετατροπή της περιγραφικής πληροφορίας της

κάθε οδού (ακριβής διεύθυνση) σε γεωγραφικές συντεταγμένες. Η διεργασία αυτή πραγματοποιήθηκε στο προγραμματιστικό λογισμικό R με χρήση του HERE Geocoder API.

Τελικά, οι γεωγραφικές συντεταγμένες του συνόλου των τροχαίων ατυχημάτων εισήχθησαν στο λογισμικό ArcGIS, απεικονίστηκαν σε σημεία (Εικόνα 4.2) και τελικά επεξεργάστηκαν και αναλύθηκαν.

| A | B | C | D | E | F | |
|----|------|------------------------------|--------------|-------------------|------------------------|--------|
| 1 | Έτος | Οδός | Αριθμός Οδού | Σοβαρότητα | Κατηγορία Συμμετέχοντα | Πλήθος |
| 2 | 2008 | 001α Ν.Ε.Ο. Αθηνών - Ευζώνων | 2 | Ελαφρά τραυματίας | Οδηγός | 1 |
| 3 | 2008 | 3ΗΣ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ | 44 | Ελαφρά τραυματίας | Πεζός | 1 |
| 4 | 2008 | 3ΗΣ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ | 124 | Ελαφρά τραυματίας | Οδηγός | 1 |
| 5 | 2008 | 3ΗΣ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ | 166 | Ελαφρά τραυματίας | Οδηγός | 2 |
| 6 | 2008 | ΑΔΜΗΤΤΟΥ | 46 | Βαριά τραυματίας | Οδηγός | 1 |
| 7 | 2008 | ΑΔΜΗΤΤΟΥ | 52 | Ελαφρά τραυματίας | Πεζός | 2 |
| 8 | 2008 | ΑΔΜΗΤΤΟΥ | 58 | Ελαφρά τραυματίας | Πεζός | 1 |
| 9 | 2008 | ΑΓ. ΓΛΥΚΕΡΙΑΣ | 11 | Ελαφρά τραυματίας | Επιβάτης | 1 |
| 10 | 2008 | ΑΓ. ΓΛΥΚΕΡΙΑΣ | 22 | Ελαφρά τραυματίας | Οδηγός | 1 |
| 11 | 2008 | ΑΓ. ΓΛΥΚΕΡΙΑΣ | 22 | Ελαφρά τραυματίας | Πεζός | 1 |
| 12 | 2008 | ΑΓ. ΛΑΥΡΑΣ | 26 | Ελαφρά τραυματίας | Πεζός | 1 |
| 13 | 2008 | ΑΓ. ΜΕΛΕΤΙΟΥ | 36 | Ελαφρά τραυματίας | Οδηγός | 1 |
| 14 | 2008 | ΑΓ. ΜΕΛΕΤΙΟΥ | 36 | Ελαφρά τραυματίας | Πεζός | 1 |
| 15 | 2008 | ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ | 21 | Ελαφρά τραυματίας | Οδηγός | 1 |
| 16 | 2008 | ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ | 21 | Ελαφρά τραυματίας | Πεζός | 1 |
| 17 | 2008 | ΑΓ. ΦΑΝΟΥΡΙΟΥ | 32 | Ελαφρά τραυματίας | Πεζός | 1 |
| 18 | 2008 | ΑΓ. ΘΕΚΛΑΣ | 11 | Ελαφρά τραυματίας | Πεζός | 1 |
| 19 | 2008 | ΑΓ. ΖΩΝΗΣ | 61 | Ελαφρά τραυματίας | Οδηγός | 1 |
| 20 | 2008 | ΑΓΗΣΙΛΑΟΥ | 46 | Ελαφρά τραυματίας | Οδηγός | 1 |
| 21 | 2008 | ΑΓΟΝΑΡΙΔΟΥ | 145 | Βαριά τραυματίας | Οδηγός | 1 |
| 22 | 2008 | ΑΙΛΙΑΝΟΥ | 10 | Ελαφρά τραυματίας | Οδηγός | 1 |
| 23 | 2008 | ΑΙΛΙΑΝΟΥ | 10 | Ελαφρά τραυματίας | Πεζός | 1 |
| 24 | 2008 | ΑΙΝΟΥ | 4 | Ελαφρά τραυματίας | Οδηγός | 1 |
| 25 | 2008 | ΑΙΝΟΥ | 16 | Μεγάλος | Οδηγός | 1 |

Εικόνα 4.1: Αρχική μορφή δεδομένων

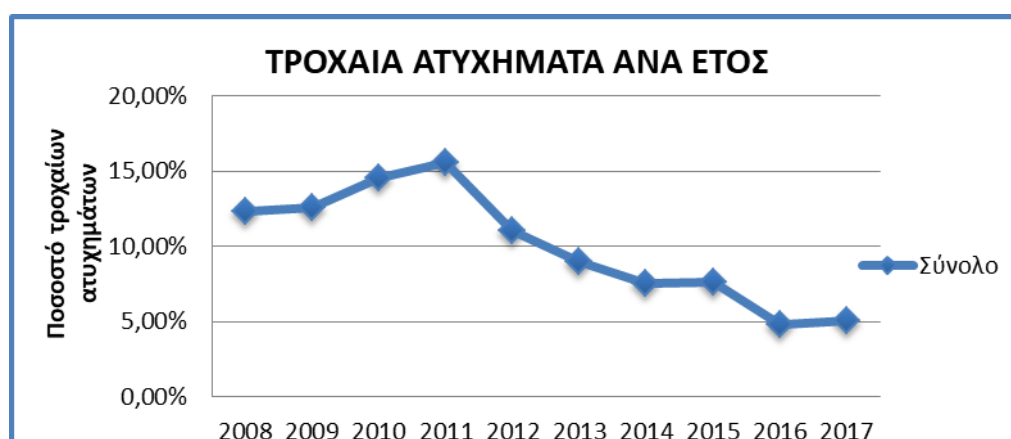


Εικόνα 4.2: Εισαγωγή δεδομένων στο ArcGIS

4.3 Στατιστική Ανάλυση

Η ανάλυση του φαινομένου από στατιστικής πλευράς αποτελεί την αρχή για την εξέτασή του και δίνει μια σαφέστερη εικόνα για την κατανόηση του προβλήματος.

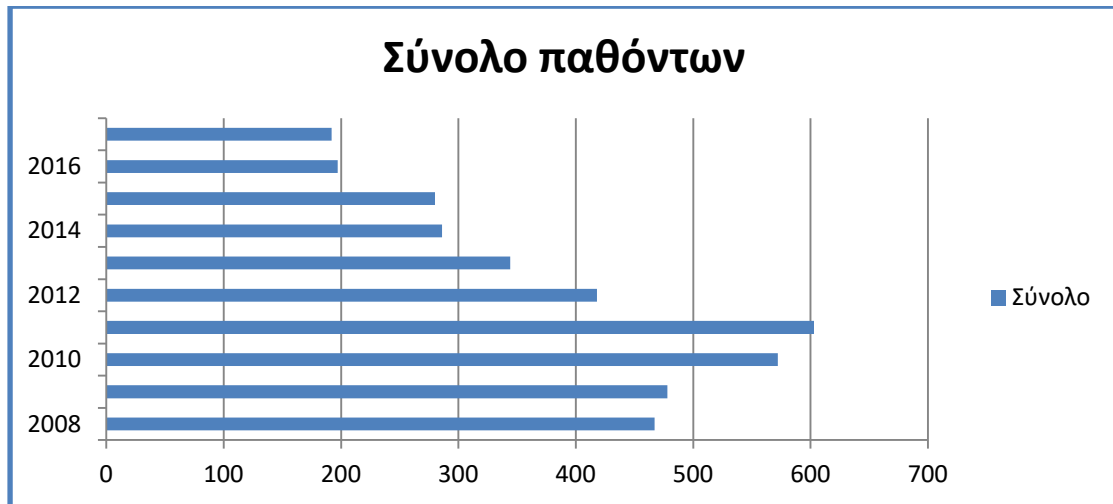
Βάσει των συλλεχθέντων στοιχείων για τα τροχαία ατυχήματα του Δήμου Αθηναίων σημαντικό ήταν να εξεταστεί η τάση του φαινομένου τη δεκαετία μεταξύ 2008 -2017. Όπως παρουσιάζεται και στο Διάγραμμα 4.1 τα τροχαία ατυχήματα στον υπό εξέταση δήμο εμφανίζουν ανοδική τάση μέχρι το έτος 2011 όπου το ποσοστό τους αγγίζει το 16% περίπου εκ του συνόλου των τροχαίων ατυχημάτων για τη δεκαετία αυτή και στη συνέχεια φαίνεται να μειώνονται σημαντικά με σταθερό ρυθμό μέχρι και το έτος 2017. Το χαμηλότερο ποσοστό τροχαίων ατυχημάτων καταγράφεται το έτος 2016 με μόλις 4,82%.



Διάγραμμα 4.1: Τροχαία ατυχήματα ανά έτος (περίοδος 2008-2017)

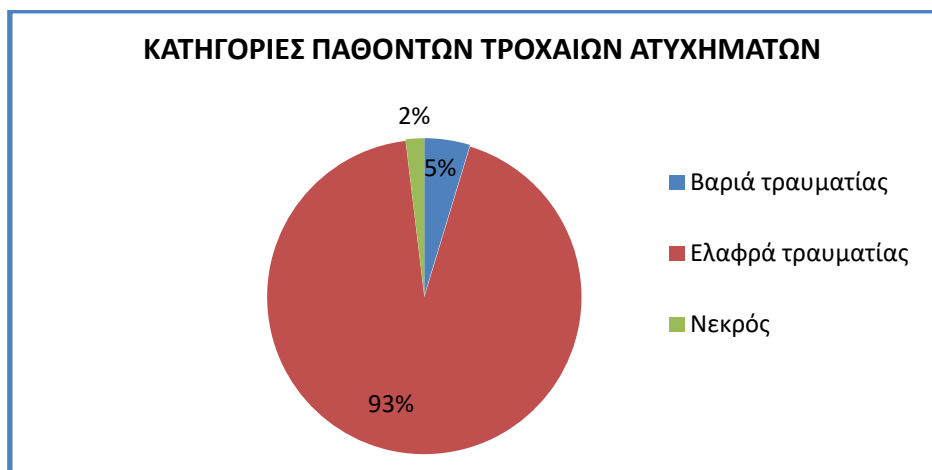
Η τάση αυτή μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι με την οικονομική κρίση, όπως είναι γνωστό και αναμενόμενο, μειώθηκε αισθητά η χρήση του αυτοκίνητου για τις μετακινήσεις. Πιο συγκεκριμένα, όπως προκύπτει και από το αρχείο της ΕΛΣΤΑΤ τον Ιανουάριο του 2011 σημειώθηκε μείωση 58,6% των νέων αδειών κυκλοφορίας αυτοκινήτων σε σχέση με το προηγούμενο έτος 2010, ενώ είχε σημειωθεί αύξηση 24,9% τον Ιανουάριο του 2010 σε σχέση με το αντίστοιχο του 2009.

Σχετικά με τους παθόντες των παραπάνω ατυχημάτων ανεξαρτήτως σοβαρότητας φαίνεται ότι ακολουθούν την ίδια περίπου τάση με τα τροχαία ατυχήματα. Σύμφωνα με το διάγραμμα που ακολουθεί (Διάγραμμα 4.2.), ο Δήμος Αθηναίων το έτος 2011 είχε τα περισσότερα θύματα από τροχαία ατυχήματα όμως έκτοτε και μέχρι το 2017 είναι ολοφάνερη η πτωτική τάση των παθόντων από οδικά ατυχήματα.



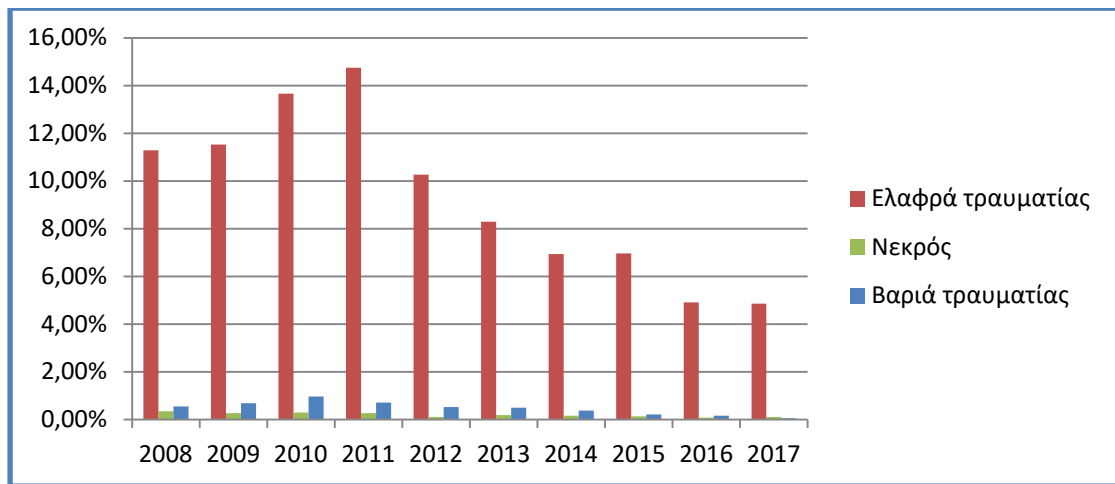
Διάγραμμα 4.2: Παθόντες τροχαίων ατυχημάτων

Στη συνέχεια, άξιο ανάλυσης και διερεύνησης είναι το αποτέλεσμα που επιφέρει ένα οδικό ατύχημα και ειδικότερα η σοβαρότητα αυτού. Βάσει του συνόλου των τροχαίων ατυχημάτων που σημειώθηκαν στην περιοχή μελέτης και κατεγράφησαν κατά το χρονικό διάστημα όλων των ετών (2008-2017), οι παθόντες κατατάσσονται στις εξής τρεις κατηγορίες: α) ελαφριά τραυματίας, β) βαριά τραυματίας και γ) νεκρός. Στατιστικά και σε ποσοστό που αγγίζει το 93,4% τα θύματα των τροχαίων ατυχημάτων είναι ελαφρά τραυματίες, σε ποσοστό 4,69% εμφανίζονται οι βαριά τραυματίες και μόλις το 2% περίπου αφορά ατυχήματα με νεκρούς.



Διάγραμμα 4.3: Ποσοστό ανά σοβαρότητα τροχαίων ατυχημάτων

Αναλύοντας το σύνολο όλων εκείνων που υπέστησαν ήπια έως σοβαρή βλάβη από τροχαίο ατύχημα παρατηρείται μια αύξηση των ελαφρά τραυματιών μέχρι το 2011 και στη συνέχεια μια πτωτική και σταθερή τάση αυτών χωρίς ιδιαίτερα σημαντικές μεταβολές, σε αντίθεση με τους βαριά τραυματίες οι οποίοι μέχρι και το 2013 βρίσκονται περίπου στα ίδια επίπεδα (περίπου 0,6%) και έπειτα μειώνονται σημαντικά αγγίζοντας το 0,05% το 2017. Όσον αφορά τους νεκρούς, το έτος αναφοράς 2008 εμφανίζουν την υψηλότερο ποσοστό εκ του συνόλου της ίδιας κατηγορίας και έκτοτε ελαττώνονται σημαντικά.

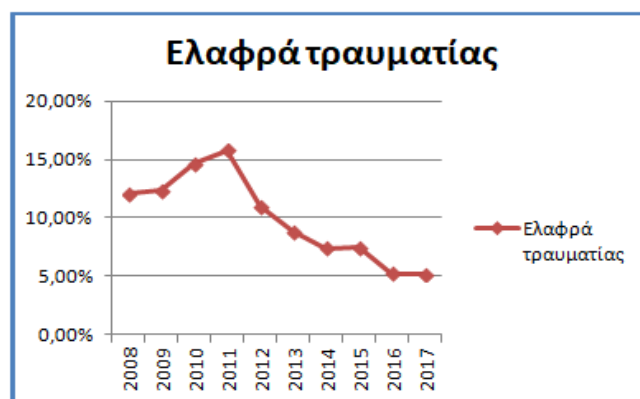


Διάγραμμα 4.4: Ποσοστό ανά κατηγορία παθόντων τροχαίων ατυχημάτων για κάθε έτος

Τα διαγράμματα που ακολουθούν απεικονίζουν το ποσοστό των θυμάτων από τροχαία ατυχήματα για κάθε έτος και πώς αυτό μεταβάλλεται στην εξεταζόμενη περίοδο. Πιο συγκεκριμένα, το μεγαλύτερο ποσοστό των βαριά τραυματιών το οποίο είναι λίγο πάνω από 20%, παρατηρείται εν έτη 2010, ενώ αντίστοιχα οι ελαφρά τραυματίες εμφανίζουν το μεγαλύτερο ποσοστό τους, περίπου 16%, το 2012. Και για τις δύο κατηγορίες παθόντων από τροχαία ατυχήματα, με το πέρασ των ετών μειώνεται σημαντικά ο αριθμός τους.

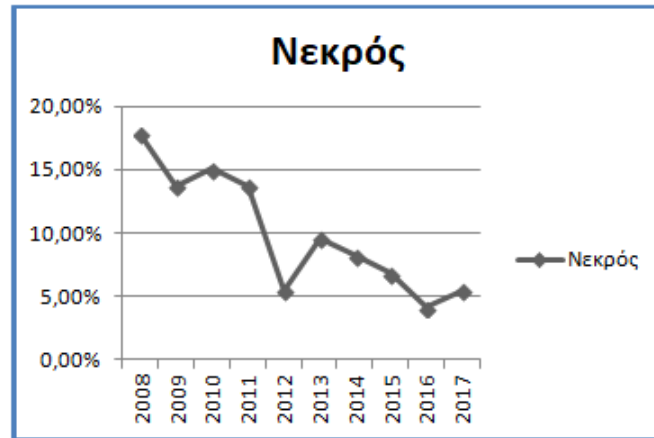


Διάγραμμα 4.5: Ποσοστό βαριά τραυματιών ανά έτος



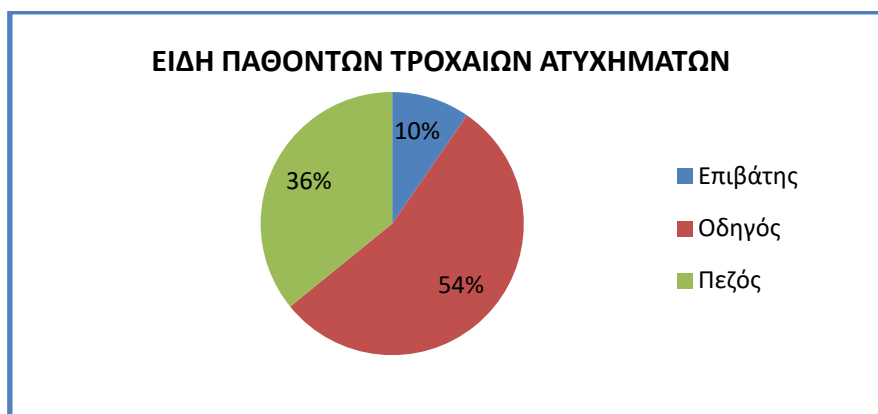
Διάγραμμα 4.6: Ποσοστό ελαφρά τραυματιών ανά έτος

Όσον αφορά στους νεκρούς από τροχαία ατυχήματα, το 2008 το ποσοστό τους κυμαίνεται στο 18% περίπου και ενώ μειώνεται στο 6% το 2012, ωστόσο το αμέσως επόμενο έτος αυξάνεται ξανά στο 9,5%. Η αυξομειώση αυτή δείχνει ότι δεν υπάρχει διαχρονική σταθερότητα ως προς το ποσοστό εμφάνισης νεκρών σε τροχαία ατυχήματα στην περιοχή που εξετάζεται.



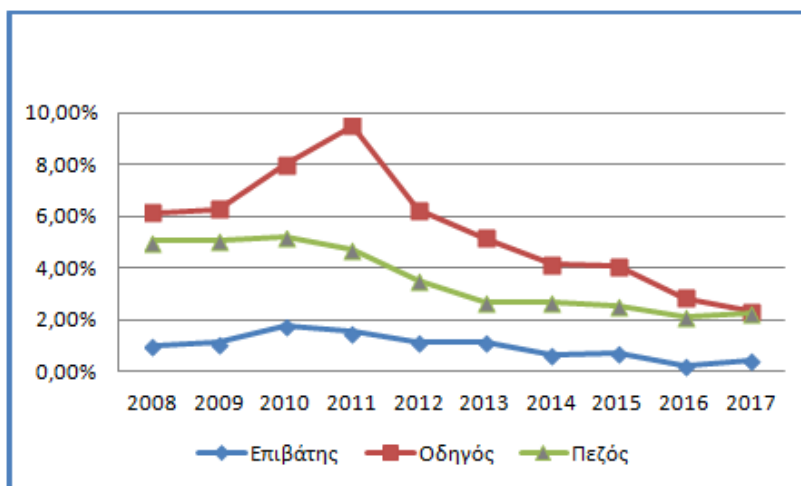
Διάγραμμα 4.7: Ποσοστό νεκρών ανά έτος

Αξιοσημείωτο είναι να διερευνηθεί το είδος των εμπλεκόμενων σε τροχαία ατυχήματα, εάν δηλαδή πρόκειται για οδηγό ή επιβάτη οχήματος ή πεζό στο χώρο. Από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων προέκυψε ότι περισσότεροι από τους μισά θύματα σε τροχαίο ατύχημα είναι οδηγοί (περίπου 55%). Ωστόσο, παρατηρείται μεγάλο ποσοστό εμπλοκής πεζών σε τροχαία ατυχήματα με το ποσοστό αυτών να αγγίζει το 36% (Διάγραμμα 4.8). Το αποτέλεσμα αυτό επιβεβαιώνει την επιτακτική ανάγκη για άμεση αντιμετώπιση και βελτίωση των συνθηκών ασφαλούς μετακίνησης των πεζών στην πόλη. Όμως αξίζει να σημειωθεί πως τροχαία ατυχήματα με πεζούς μπορεί να οφείλονται στο γεγονός ότι οι πεζοί σε κάποιες περιπτώσεις δεν τηρούν τους κανόνες κυκλοφορίας και δε χρησιμοποιούν τα ειδικά για αυτούς ερείσματα, τις διαγραμμισμένες ή σηματοδοτούμενες διαβάσεις πεζών αλλά και αντιστρόφως ότι οι οδηγοί δεν παραχωρούν προτεραιότητα προς τους πεζούς και συχνά γίνονται σχεδόν αποκλειστικοί χρήστες του δρόμου.



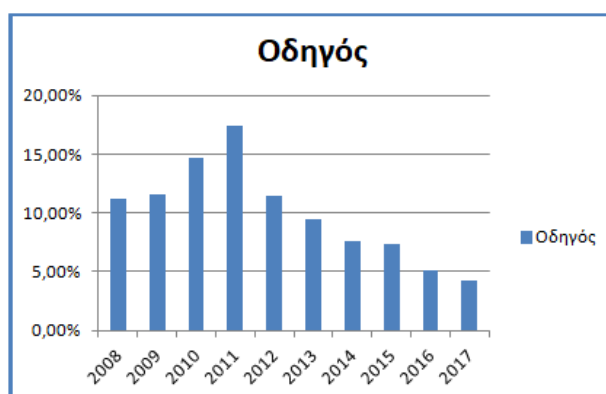
Διάγραμμα 4.8: Είδη παθόντων τροχαίων ατυχημάτων

Παρατηρώντας και αναλύοντας το σύνολο των ατυχημάτων προκύπτει ότι οι επιβάτες ως θύματα σε οδικά ατυχήματα εμφανίζονται διαχρονικά και σταθερά σε ποσοστό περίπου 1%, όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 4.9. Οι πεζοί, ενώ μεταξύ των ετών 2008-2011 εμφανίζουν ποσοστό 5% περίπου, παρατηρείται ότι μέχρι το 2017 υπάρχει πτωτική τάση. Όσον αφορά τους οδηγούς, το μεγαλύτερο ποσοστό εμφάνισης ως παθόντες σε τροχαία ατυχήματα σημειώνουν το 2011 (περίπου 9,5%) και έκτοτε συνεχώς μειώνονται. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι το έτος 2017 οι οδηγοί φτάνουν το ποσοστό των πεζών, δηλαδή 2% περίπου.

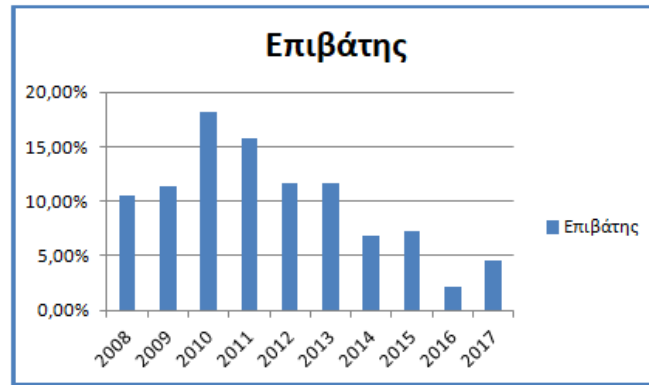


Διάγραμμα 4.9: Είδη παθόντων τροχαίων ατυχημάτων ανά έτος

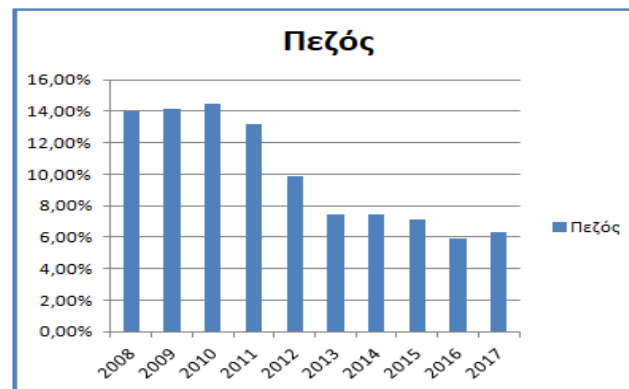
Το έτος 2010 εμφανίζεται το μεγαλύτερο ποσοστό επιβατών ως θύματα τροχαίων ατυχημάτων (18%) εκ του συνόλου των επιβατών, ενώ το 2011 οι οδηγοί ως θύματα εμφανίζουν το μεγαλύτερο ποσοστό τους 17,50% . Όσον αφορά τους πεζούς από το 2008-2011 εμφανίζουν ποσοστά 13% - 14% και έκτοτε το ποσοστό τους μειώνεται με κατώτερη τιμή 5,9% το 2016. Ακολουθούν τα αντίστοιχα διαγράμματα ανά κατηγορία.



Διάγραμμα 4.10: Ποσοστό οδηγών ανά έτος



Διάγραμμα 4.11: Ποσοστό επιβατών ανά έτος



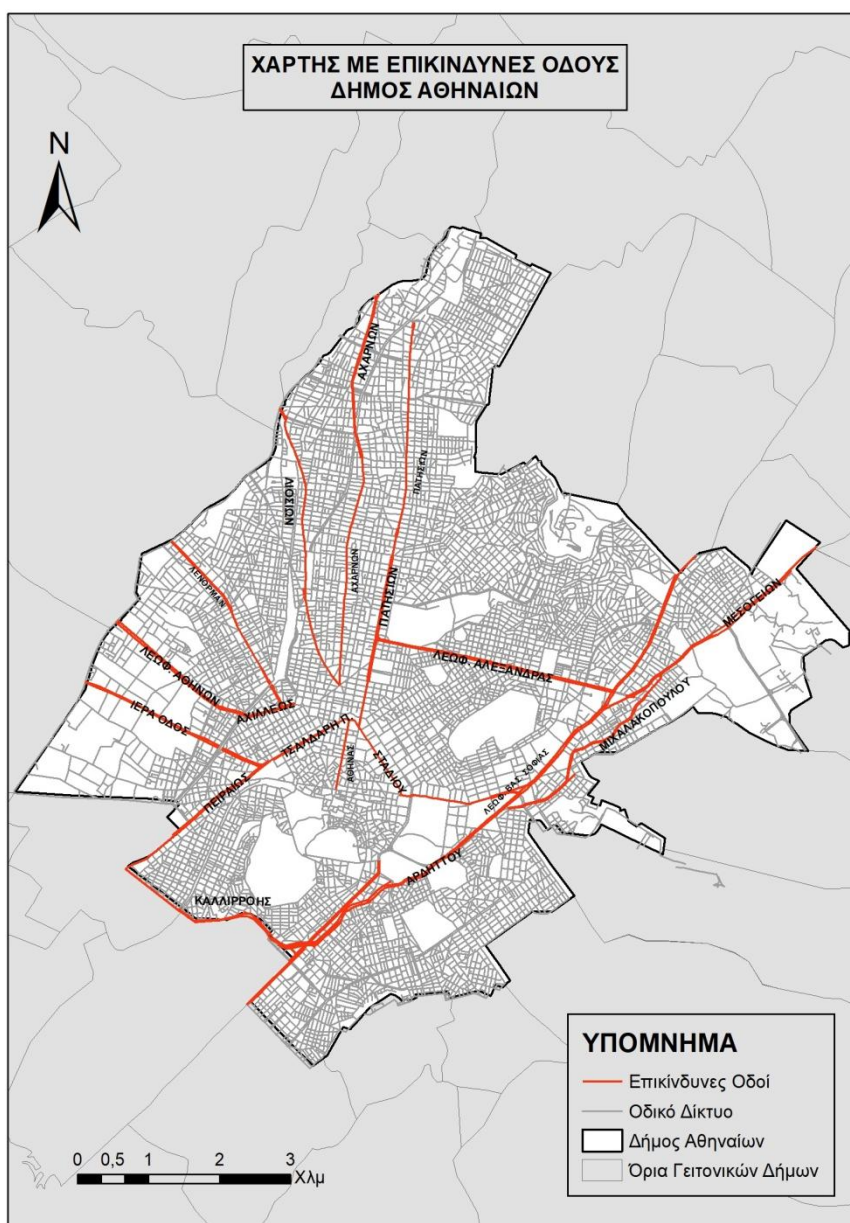
Διάγραμμα 4.12: Ποσοστό πεζών ανά έτος

Αξίζει να σημειωθεί ότι η εφαρμογή απλών στατιστικών μεθόδων δεν είναι πάντα επιτυχημένη καθώς αγνοούνται οι σύνθετες χωρικές σχέσεις ανάμεσα στα δεδομένα, το οποίο επιλύει η χρήση GIS (Φώτης, 2010). Ως εκ τούτου, κρίνεται σκόπιμη η χωρική ανάλυση που ακολουθεί και αποδίδει στο φαινόμενο που εξετάζεται μια χωρική διάσταση που το αντιπροσωπεύει, το ερμηνεύει και το αναλύει καλύτερα και λεπτομερέστερα.

Ωστόσο, πριν εξεταστεί το φαινόμενο των τροχαίων ατυχημάτων χωρικά, σημαντικό είναι να διερευνηθούν οι οδοί όπου συμβαίνουν περισσότερα ατυχήματα στατιστικά κάθε έτος από το 2008 έως το 2017. Για το λόγο αυτό υπολογίστηκε για κάθε οδό των δεδομένων όπου συνέβησαν τροχαία ατυχήματα ο αριθμός των ατυχημάτων που έχουν καταγραφεί ανά έτος και υπολογίστηκε η μέση τιμή συνολικά για όλες τις χρονολογίες. Βάσει των αποτελεσμάτων, οπτικοποιήθηκαν τα αποτελέσματα σε περιβάλλον GIS αφού πρώτα περάστηκε η πληροφορία σε όλο το οδικό δίκτυο του δήμου της Αθήνας.

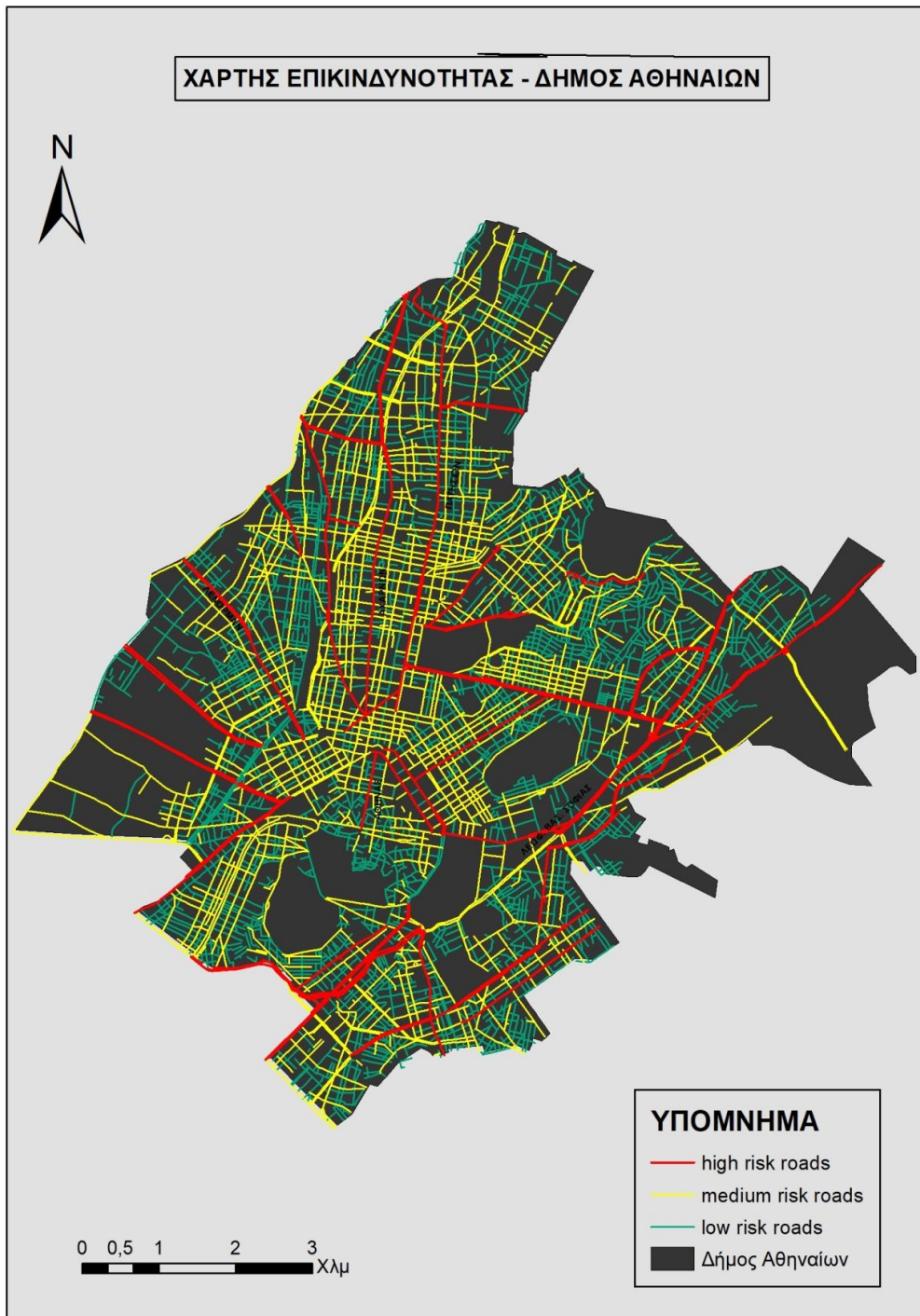
Ο Χάρτης 4.3 που ακολουθεί απεικονίζει τις πιο επικίνδυνες οδούς και λεωφόρους, εκεί δηλαδή όπου έχουν καταγραφεί κατά μέσο όρο τα περισσότερα ατυχήματα στο Δήμο Αθηναίων τη δεκαετία 2008-2017. Ειδικότερα αυτές είναι η Λεωφ. Αλεξάνδρας, η οδός Πατησίων, η οδός Αχαρνών, η οδός Λιοσίων, η Λεωφ. Μεσογείων, η οδός Μιχαλακοπούλου, στα δυτικά του δήμου η οδός Λένορμαν, η

Λεωφ. Αθηνών και η Ιερά Οδός, η οδός Πειραιώς, η οδός Καλλιρρόης και η Λεωφ Συγγρού, η Λεωφ. Βασιλίσσης Σοφίας και η οδός Σταδίου.



Χάρτης 4.3 : Επικίνδυνες οδοί Δήμου Αθηναίων

Για καλύτερο εποπτικό αποτέλεσμα και συμπέρασμα εκ του συνόλου του οδικού δικτύου, έγινε ταξινόμηση του οδικού δικτύου σε οδούς υψηλού κινδύνου, σε οδούς μέτριας επικινδυνότητας και σε οδούς με χαμηλά έως μηδαμινά επίπεδα επικινδυνότητας. Ειδικότερα, στο χάρτη που δημιουργήθηκε, απεικονίστηκαν με κόκκινο χρώμα οι επικίνδυνες οδοί και συγκεκριμένα όσες οδοί είχαν μέσο όρο τροχαίων ατυχημάτων πάνω από 1%, με κίτρινο χρώμα όσες εμφάνιζαν μέση τιμή μεταξύ 0-1% και με πράσινο χρώμα οι υπόλοιπες οδοί του γενικότερου οδικού δικτύου της Αθήνας όπου δεν κατεγράφησαν καθόλου τροχαία ατυχήματα τη δεκαετία που αναλύεται το φαινόμενο.



Χάρτης 4.4 : Κατάταξη οδών Δήμου Αθηναίων ανάλογα με την επικινδυνότητα

Παρατηρώντας τον ανωτέρω χάρτη (Χάρτης 4.4), εντοπίζονται περιοχές χαμηλής επικινδυνότητας σε δρόμους τοπικούς και δρόμους γειτονιάς με μικρό πλάτος και μήκος οικοδομικού τετραγώνου με αποτέλεσμα τα διερχόμενα σε αυτές τις οδούς αυτοκίνητα να κινούνται πιο προσεκτικά και με χαμηλές ταχύτητες. Μερικές τέτοιες οδοί ενδεικτικά εντοπίζονται στην ευρύτερη περιοχή των Αμπελοκήπων και του Πολυγώνου, σε ένα σύμπλεγμα οδών στο ιστορικό κέντρο της πόλης, στην περιοχή των Σεπολίων και του Κολωνού και στις περιοχές Νέος Κόσμος και Παγκράτι.

4.4 Χωρική Ανάλυση

Η χωρική ανάλυση στα πλαίσια της παρούσας μελέτης βασίζεται σε εφαρμογή γεωστατιστικών δεικτών, ανάλυση και διερεύνηση χωρικών προτύπων και σε εφαρμογή δεικτών χωρικής αυτοσυσχέτισης, χρήση των οποίων έγινε στην παρούσα μελέτη, όπως θα αναλυθούν στη συνέχεια.

Για την καλύτερη ανάλυση των τροχαίων ατυχημάτων, στο πλαίσιο της μελέτης αυτών έγινε η θεώρηση ότι οι οδηγοί και επιβάτες που εμφανίζονται ως παθόντες τροχαίων ατυχημάτων αποτελούν μια ενιαία κατηγορία δεδομένου ότι πρόκειται για χρήστες ή επιβαίνοντες σε όχημα. Επιπλέον, ενιαία κατηγορία θεωρούνται οι βαριά τραυματίες και οι νεκροί λόγω της σοβαρότητας τους και της ιδιαίτερης αντιμετώπισης τους σε περίπτωση που συμβεί ατύχημα στο οδικό δίκτυο. Έτσι, η μελέτη επικεντρώθηκε σε επτά κατηγορίες τροχαίων ατυχημάτων -γενικές και ειδικές-, όπως αναφέρονται παρακάτω:

- Σύνολο τροχαίων ατυχημάτων
- Τροχαία ατυχήματα με πεζούς
- Τροχαία ατυχήματα με οδηγούς/επιβάτες
- Τροχαία ατυχήματα με ελαφρά τραυματίες πεζούς
- Τροχαία ατυχήματα με ελαφρά τραυματίες οδηγούς/επιβάτες
- Τροχαία ατυχήματα με βαριά τραυματίες-νεκρούς πεζούς
- Τροχαία ατυχήματα με βαριά τραυματίες-νεκρούς οδηγούς/επιβάτες

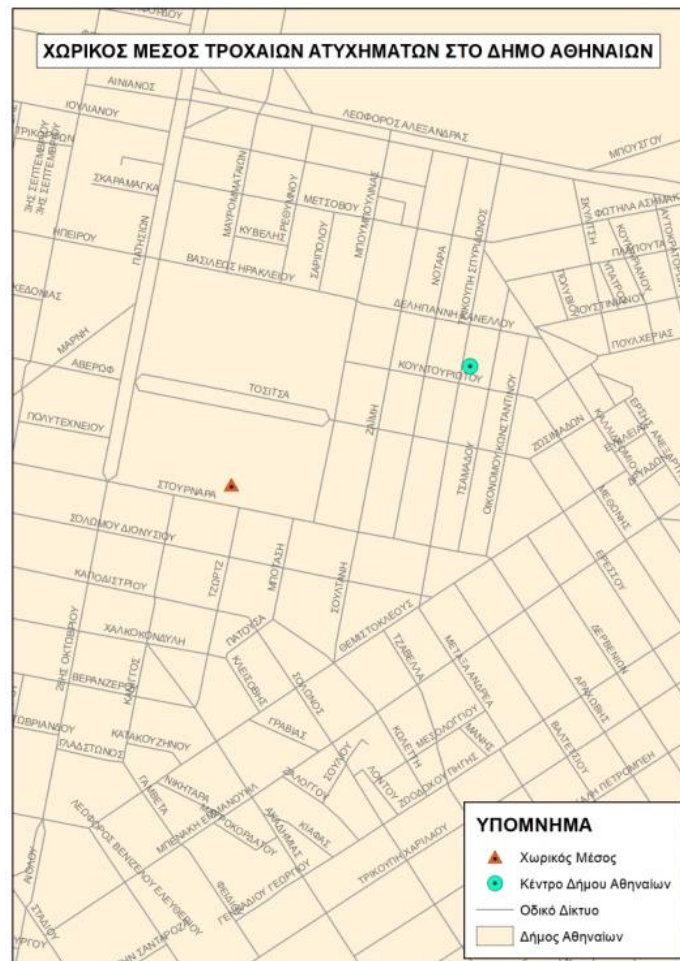
4.4.1 Χωρικός Μέσος

Σύμφωνα με το Φώτη Ν.Γ. (2011) οι γεωστατιστικοί δείκτες είναι μέρος της χωρικής ανάλυσης και αποτελούνται από έναν αριθμό μετρήσεων και δεικτών για την περιγραφή και ανάλυση γεωγραφικών δεδομένων που ορίζονται σαν σημεία, γραμμές και επιφάνειες σε ένα χωρικό σύστημα. Ο δείκτης που εφαρμόζεται στην παρούσα μελέτη είναι ο χωρικός μέσος, δηλαδή εντοπίζεται εκείνη η θέση πάνω στο χάρτη που μπορεί να απεικονίσει την κατανομή συγκεντρωμένη, αντιπροσωπεύει δηλαδή μια μέση θέση. Χαρακτηριστικό του δείκτη αυτού είναι ότι δίνει τη δυνατότητα να παρατηρηθεί μια χωρική κατανομή που μεταβάλλεται διαχρονικά.

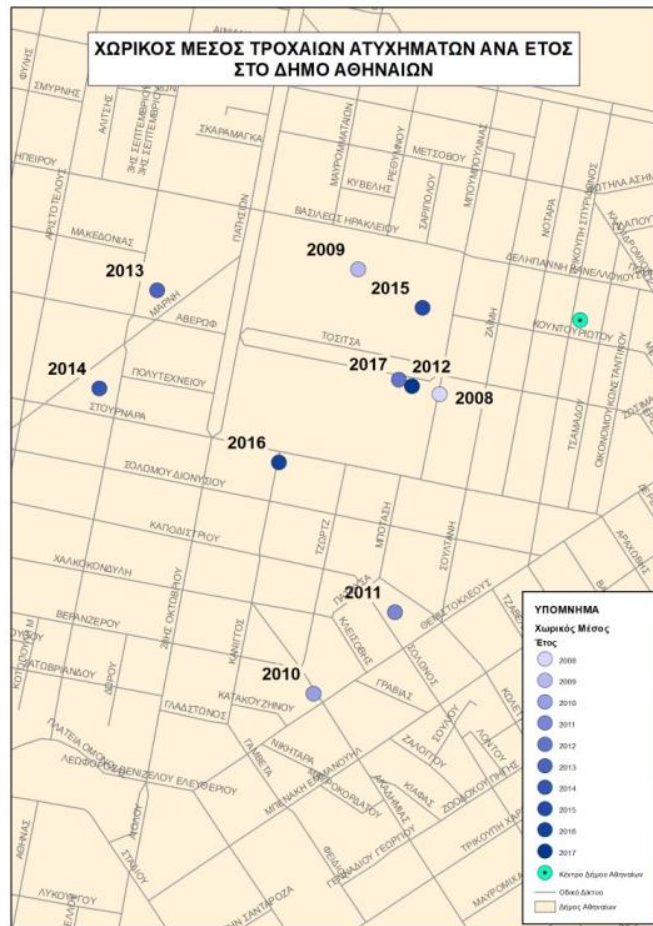
Στην εν λόγω μελέτη εφαρμόζεται ο χωρικός μέσος τόσο του συνόλου των τροχαίων ατυχημάτων όσο και συνδυαστικά των διαφόρων κατηγοριών που προέκυψαν από τα δεδομένα, διερευνώντας έτσι τη μεταβολή τους στο χρόνο.

Οι χάρτες που ακολουθούν (Χάρτης 4.5 και 4.6) απεικονίζουν το χωρικό μέσο των ατυχημάτων στο σύνολό τους αλλά και ανά έτος. Διαπιστώνεται ότι ο χωρικός μέσος του συνόλου των ατυχημάτων εντοπίζεται πολύ κοντά στο κέντρο του Δήμου Αθηναίων και μελετώντας τον κάθε έτος φαίνεται να υπάρχει μικρή κινητικότητα αυτού, καθώς κινείται σε ακτίνα γειτονικών τετραγώνων. Αξιοσημείωτο είναι το

γεγονός ότι για όλα τα έτη ο χωρικός μέσος εντοπίζεται δυτικά και μόνο του κέντρου του Δήμου Αθηναίων.

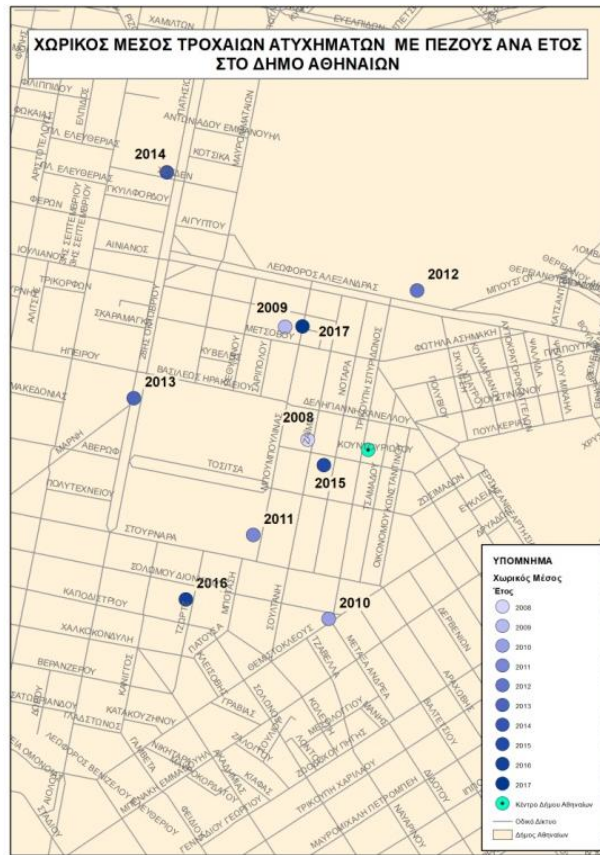


Χάρτης 4.5 : Χωρικός μέσος τροχαίων ατυχημάτων

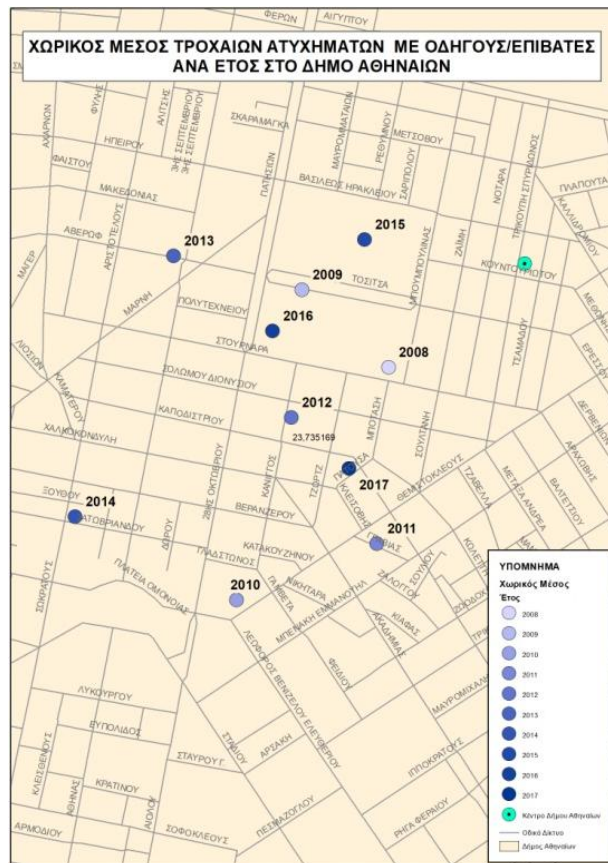


Χάρτης 4.6 : Χωρικός μέσος τροχαίων ατυχημάτων ανά έτος

Ακολουθούν οι χωρικοί μέσοι για τις γενικές κατηγορίες των ατυχημάτων με θύματα πεζούς και με θύματα οδηγούς/επιβάτες.



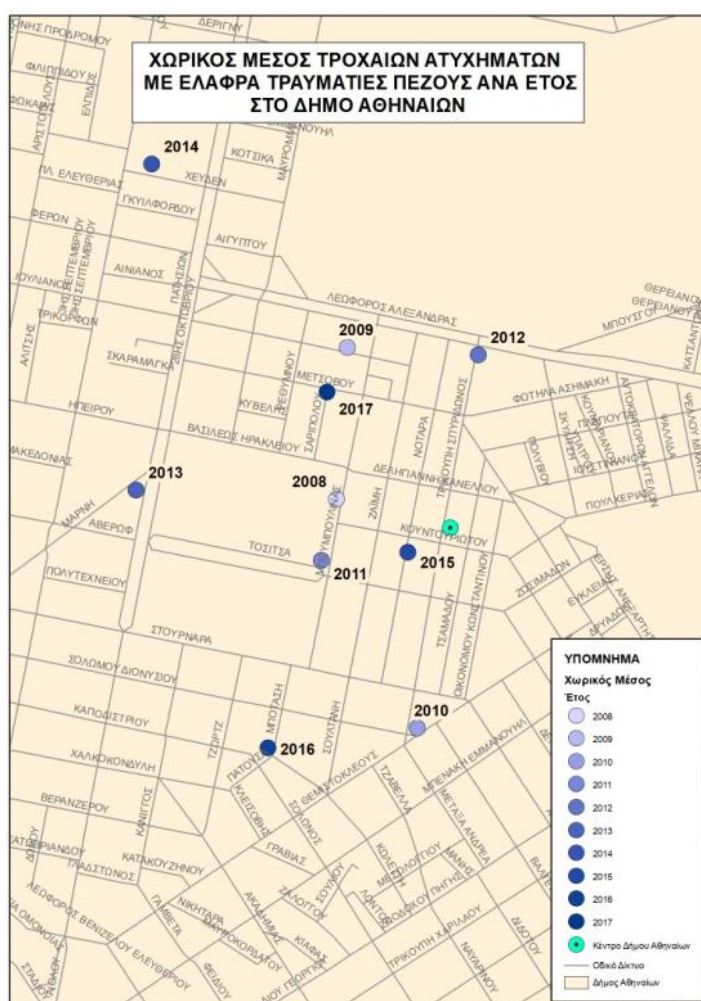
Χάρτης 4.7 : Χωρικός μέσος τροχαίων ατυχημάτων με πεζούς ανά έτος



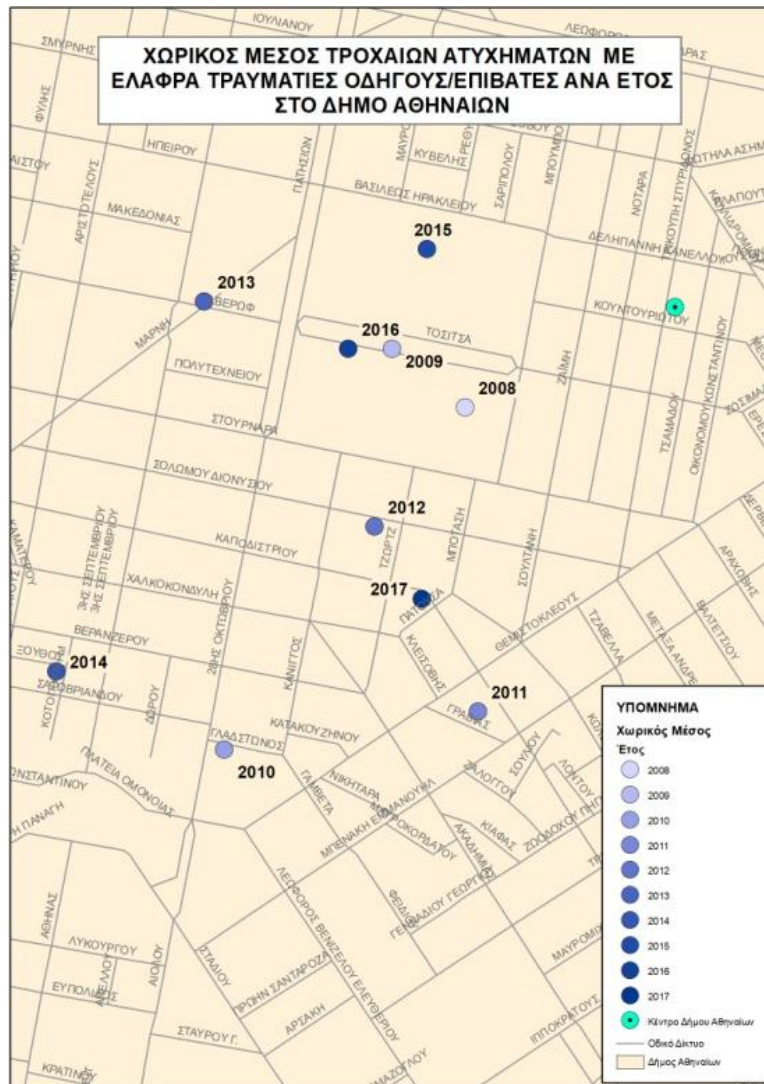
Χάρτης 4.8 : Χωρικός μέσος τροχαίων ατυχημάτων με οδηγούς/επιβάτες ανά έτος

Όπως παρατηρείται και στις δύο περιπτώσεις ο χωρικός μέσος κινείται προς τα δυτικά του κέντρου της Αθήνας χωρίς όμως να απέχει μεγάλη απόσταση από αυτό. Εξαιρέση αποτελεί ο χωρικός μέσος το έτος 2012 για τα τροχαία ατυχήματα που είχαν ως θύμα πεζό ο οποίος σημειώνεται ελαφρώς βορειοανατολικά του κέντρου της Αθήνας. Για την πρώτη περίπτωση μεγαλύτερη μεταβολή παρατηρείται μεταξύ των ετών 2009-2010, 2011-2012 και 2014-2015, ενώ αντίστοιχα στην κατηγορία ατυχημάτων με τραυματίες οδηγούς/επιβάτες μεγαλύτερη κινητικότητα παρουσιάζεται μεταξύ των ετών 2009-2010, 2013-2014 και 2014-2015.

Στη συνέχεια, υπολογίστηκαν οι χωρικοί μέσοι για τις συνδυαστικές κατηγορίες τροχαίων ατυχημάτων και ειδικότερα ο Χάρτης 4.9 και ο Χάρτης 4.10. απεικονίζουν το χωρικό μέσο ανά έτος των τροχαίων ατυχημάτων με ελαφρά τραυματίες πεζούς και ελαφρά τραυματίες οδηγούς/επιβάτες αντίστοιχα.



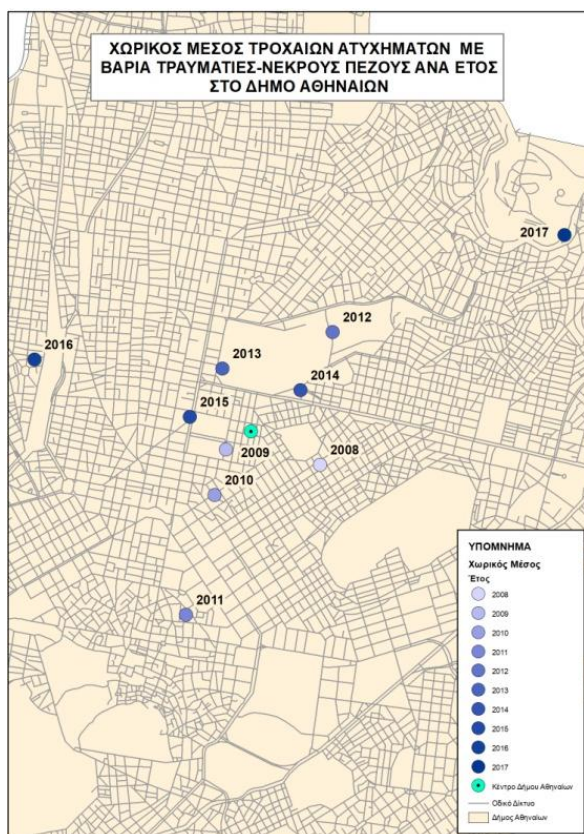
Χάρτης 4.9 : Χωρικός μέσος τροχαίων ατυχημάτων με ελαφρά τραυματίες πεζούς ανά έτος



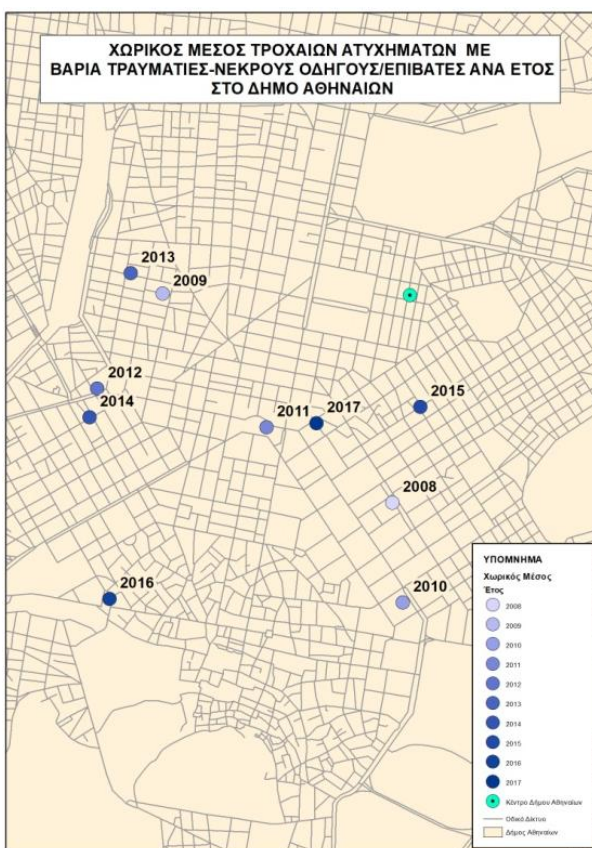
Χάρτης 4.10 : Χωρικός μέσος τροχαίων ατυχημάτων με ελαφρά τραυματίες οδηγούς/επιβάτες ανά έτος

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι οι χωρικοί μέσοι των παραπάνω ειδικών κατηγοριών παρουσιάζουν την ίδια περίπου εικόνα με αυτούς της γενικής κατηγορίας που απεικονίζονται στο Χάρτη 4.7 και στο Χάρτη 4.8. Αυτό ερμηνεύεται αν λάβουμε υπόψη ότι η πλειοψηφία των ατυχημάτων που λαμβάνουν χώρα στο οδικό δίκτυο και μάλιστα σε ποσοστό 93%, όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενη ενότητα, έχουν ως θύματα ελαφρά τραυματίες.

Σε αντίθεση με τους παραπάνω χωρικούς μέσους, αυτοί των ατυχημάτων με βαριά τραυματίες-νεκρούς πεζούς και βαριά τραυματίες-νεκρούς οδηγούς/επιβάτες παρουσιάζουν μια εντελώς διαφορετική κινητικότητα στο πέρασμα των ετών.



Χάρτης 4.11: Χωρικός μέσος τροχαίων ατυχημάτων με βαριά τραυματίες-νεκρούς πεζούς ανά έτος



Χάρτης 4.12: Χωρικός μέσος τροχαίων ατυχημάτων με βαριά τραυματίες-νεκρούς οδηγούς/επιβάτες ανά έτος

Αναλυτικότερα, όπως φαίνεται στο Χάρτη 4.12 ο χωρικός μέσος για όλα τα έτη βρίσκεται νοτιοδυτικά του κέντρου της Αθήνας με τη μεγαλύτερη μετακίνηση να παρατηρείται μεταξύ των ετών 2014-2015, 2015-2016 και 2016-2017. Αντίθετα ο χωρικός μέσος των ατυχημάτων με βαριά τραυματίες-νεκρούς πεζούς (Χάρτης 4.11) κινείται γύρω από το κέντρο της Αθήνας με εξαίρεση τα έτη 2011, 2016 και 2017 όπου εμφανίζουν μεγαλύτερη κινητικότητα και απομακρύνονται από αυτό.

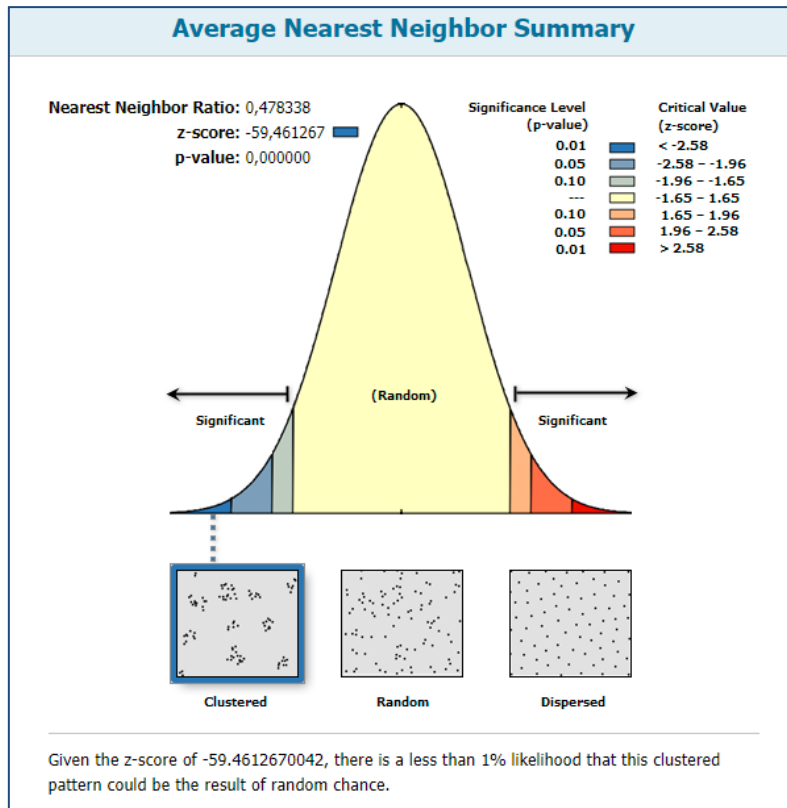
4.4.2 Χωρικό Πρότυπο

Σημαντικό εργαλείο της χωρικής ανάλυσης αποτελεί η διερεύνηση του χωρικού προτύπου των σημείων που αντιπροσωπεύουν το εξεταζόμενο φαινόμενο. Κάθε χωρικό πρότυπο, σε συγκεκριμένο χώρο και χρόνο, είναι το αποτέλεσμα μιας διαδικασίας μέσα σε ένα ευρύτερο χώρο και χρόνο (Φώτης Γ., 2011).

Στην γεωγραφία έχουν χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση διασποράς σημείων μεταξύ τους δυο διακεκριμένες τεχνικές: η ανάλυση επιφάνειας καννάβου (quadrat analysis) και η ανάλυση εγγύτερου γείτονα (nearest neighbor analysis) (Φώτης Γ., 2011).

Στη συγκεκριμένη περίπτωση επιλέχθηκε η τεχνική της ανάλυσης εγγύτερου γείτονα, ώστε να ερευνηθεί η σχέση που διέπει τις διάφορες κατηγορίες τροχαίων ατυχημάτων και να εξεταστεί εάν η κατανομή τους ανά περίπτωση ακολουθεί το ομαδοποιημένο, το τυχαίο ή το ομοιόμορφο πρότυπο. Εφαρμόστηκε στα διάφορα χρονικά διαστήματα της μελέτης από το 2008 έως το 2017 και ανά κατηγορία και το αποτέλεσμα ήταν μία κατανομή σε μορφή καμπάνας συνοδευόμενη από τις τιμές των Z-score, P-value και του δείκτη Nearest Neighbor-Ratio (NN-Ratio).

Κατά την εφαρμογή της τεχνικής εγγύτερου γείτονα επιλέχθηκε ως μέθοδος απόστασης η Ευκλείδεια απόσταση και ως περιοχή μελέτης το πολύγωνο του Δήμου Αθηναίων. Ακολουθεί το αποτέλεσμα που προέκυψε για το σύνολο των σημείων των τροχαίων ατυχημάτων με εφαρμογή της μεθόδου σε περιβάλλον GIS.



Εικόνα 4.3 : Χωρικό πρότυπο τροχαίων ατυχημάτων: Μέθοδος Εγγύτερου Γείτονα

Όπως παρατηρείται, το σύνολο των οδικών ατυχημάτων ακολουθεί το ομαδοποιημένο χωρικό πρότυπο με τιμή Z-score -59,46 και P-value 0. Αυτό σημαίνει ότι το αποτέλεσμα είναι στατιστικά σημαντικό και υπάρχει μηδενική πιθανότητα να μην ισχύει το αποτέλεσμα, δηλαδή να έχει προκύψει με τυχαίο τρόπο. Επιπλέον, το γεγονός ότι πρόκειται για ομαδοποιημένο πρότυπο των τροχαίων ατυχημάτων στο χώρο αποδεικνύει και τη μεγάλη σημασία της περαιτέρω διερεύνησης του φαινομένου.

Ο πίνακας που ακολουθεί παρουσιάζει τα αποτελέσματα που προέκυψαν μετά την εφαρμογή της τεχνικής ανάλυσης εγγύτερου γείτονα για όλες τις κατηγορίες που εξετάζονται στην παρούσα εργασία και για κάθε έτος ξεχωριστά τη δεκαετία που μελετάται.

Πίνακας 4.1 : Αποτελέσματα μεθόδου Ανάλυσης Εγγύτερου Γείτονα

| | ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ | ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΔΕΙΓΜΑ ΤΡΟΧΑΙΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ | ΤΡΟΧΑΙΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΜΕ ΠΕΖΟΥΣ | ΤΡΟΧΑΙΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΜΕ ΟΔΗΓΟΥΣ/ΕΠΙΒΑΤΕΣ | ΤΡΟΧΑΙΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΜΕ ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ ΠΕΖΟΥΣ | ΤΡΟΧΑΙΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΜΕ ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ ΟΔΗΓΟΥΣ/ΕΠΙΒΑΤΕΣ | ΤΡΟΧΑΙΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΜΕ ΒΑΡΙΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ- ΝΕΚΡΟΥΣ ΠΕΖΟΥΣ | ΤΡΟΧΑΙΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΜΕ ΒΑΡΙΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ- ΝΕΚΡΟΥΣ ΟΔΗΓΟΥΣ/ΕΠΙΒΑΤΗΣ |
|-----------------|--------------|-------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|---|---|---|---|
| 2008 | ΠΡΟΤΥΠΟ | CLUSTERED | CLUSTERED | CLUSTERED | CLUSTERED | CLUSTERED | DISPERSED | RANDOM |
| | RATIO | 0,710768 | 0,86425 | 0,756275 | 0,875328 | 0,76314 | 1,237058 | 0,963141 |
| | Z-SCORE | -11,553685 | -3,503547 | -7,431001 | -3,082169 | -6,946338 | 1,75643 | -0,307364 |
| | PVALUE | 0 | 0,000459 | 0 | 0,002055 | 0 | 0,079015 | 0,758566 |
| 2009 | ΠΡΟΤΥΠΟ | CLUSTERED | CLUSTERED | CLUSTERED | CLUSTERED | CLUSTERED | RANDOM | DISPERSED |
| | RATIO | 0,621626 | 0,875951 | 0,677822 | 0,913966 | 0,706593 | 0,935792 | 1,25161 |
| | Z-SCORE | -15,286911 | -3,201557 | -10,014499 | -2,114182 | -8,821641 | -0,506458 | 1,98465 |
| | PVALUE | 0 | 0,001367 | 0 | 0,0345 | 0 | 0,612535 | 0,047183 |
| 2010 | ΠΡΟΤΥΠΟ | CLUSTERED | CLUSTERED | CLUSTERED | CLUSTERED | CLUSTERED | RANDOM | CLUSTERED |
| | RATIO | 0,572914 | 0,78355 | 0,617819 | 0,789732 | 0,62335 | 1,053729 | 0,703567 |
| | Z-SCORE | -18,559723 | -5,555517 | -13,401995 | -5,072275 | -12,747965 | 0,471032 | -2,719703 |
| | PVALUE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,637618 | 0,006534 |
| 2011 | ΠΡΟΤΥΠΟ | CLUSTERED | CLUSTERED | CLUSTERED | CLUSTERED | CLUSTERED | RANDOM | RANDOM |
| | RATIO | 0,581657 | 0,793281 | 0,580983 | 0,850688 | 0,594213 | 1,108143 | 1,006898 |
| | Z-SCORE | -18,803251 | -5,201576 | -15,605657 | -3,590485 | -14,688256 | 0,801264 | 0,060471 |
| | PVALUE | 0 | 0 | 0 | 0,00033 | 0 | 0,422979 | 0,95178 |
| 2012 | ΠΡΟΤΥΠΟ | CLUSTERED | CLUSTERED | CLUSTERED | CLUSTERED | CLUSTERED | RANDOM | RANDOM |
| | RATIO | 0,634376 | 0,831624 | 0,658476 | 0,832669 | 0,667347 | 1,224352 | 0,751943 |
| | Z-SCORE | -13,848706 | -3,686773 | -10,555338 | -3,492063 | -10,042034 | 1,486799 | -1,643894 |
| | PVALUE | 0 | 0,000227 | 0 | 0,000479 | 0 | 0,137068 | 0,100198 |
| 2013 | ΠΡΟΤΥΠΟ | CLUSTERED | CLUSTERED | CLUSTERED | CLUSTERED | CLUSTERED | RANDOM | RANDOM |
| | RATIO | 0,621358 | 0,82701 | 0,67561 | 0,802316 | 0,713015 | 0,931861 | 1,083222 |
| | Z-SCORE | -12,93764 | -3,276151 | -9,225602 | -3,547671 | -7,860812 | -0,412218 | 0,636839 |
| | PVALUE | 0 | 0,001052 | 0 | 0,000389 | 0 | 0,68018 | 0,52423 |
| 2014 | ΠΡΟΤΥΠΟ | CLUSTERED | CLUSTERED | CLUSTERED | CLUSTERED | CLUSTERED | DISPERSED | RANDOM |
| | RATIO | 0,629954 | 0,792879 | 0,709329 | 0,856029 | 0,742361 | 1,461936 | 0,965728 |
| | Z-SCORE | -11,610809 | -3,922547 | -7,271604 | -2,612935 | -6,234523 | 2,499527 | -0,217455 |
| | PVALUE | 0 | 0,000088 | 0 | 0,008977 | 0 | 0,012436 | 0,827854 |
| 2015 | ΠΡΟΤΥΠΟ | CLUSTERED | CLUSTERED | CLUSTERED | CLUSTERED | CLUSTERED | DISPERSED | RANDOM |
| | RATIO | 0,669745 | 0,784744 | 0,719165 | 0,813448 | 0,715365 | 1,461936 | 0,921974 |
| | Z-SCORE | -10,38155 | -4,055755 | -7,066524 | -3,423138 | -6,994561 | 2,499527 | -0,422197 |
| | PVALUE | 0 | 0,00005 | 0 | 0,000619 | 0 | 0,012436 | 0,672881 |
| 2016 | ΠΡΟΤΥΠΟ | CLUSTERED | RANDOM | CLUSTERED | CLUSTERED | CLUSTERED | RANDOM | RANDOM |
| | RATIO | 0,845815 | 0,924389 | 0,877828 | 0,894067 | 0,885238 | 0,83757 | 0,977648 |
| | Z-SCORE | -3,857182 | -1,235884 | -2,313738 | -1,683399 | -2,117235 | -0,62148 | -0,095617 |
| | PVALUE | 0,000115 | 0,216502 | 0,020682 | 0,092298 | 0,03424 | 0,534284 | 0,923825 |
| 2017 | ΠΡΟΤΥΠΟ | CLUSTERED | CLUSTERED | CLUSTERED | CLUSTERED | CLUSTERED | RANDOM | DISPERSED |
| | RATIO | 0,696541 | 0,877766 | 0,788125 | 0,873697 | 0,76654 | 0,947314 | 1,879025 |
| | Z-SCORE | -7,767076 | -2,117539 | -3,992054 | -2,161179 | -4,307098 | -0,14254 | 3,363273 |
| | PVALUE | 0 | 0,034214 | 0,000066 | 0,030682 | 0,000017 | 0,886653 | 0,00077 |
| ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΔΕΙΓΜΑ | ΠΡΟΤΥΠΟ | CLUSTERED | CLUSTERED | CLUSTERED | CLUSTERED | CLUSTERED | CLUSTERED | CLUSTERED |
| | RATIO | 0,478338 | 0,657549 | 0,482736 | 0,689096 | 0,499118 | 0,811389 | 0,727048 |
| | Z-SCORE | -59,461267 | -23,58475 | -46,980721 | -20,491903 | -44,099018 | -3,767131 | -6,089574 |
| | PVALUE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,000165 | 0 |

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που παρατίθενται στον ανωτέρω πίνακα (Πίνακας 4.1), παρατηρείται ότι κατά πλειοψηφία οι διάφορες κατηγοριοποιήσεις των τροχαίων ατυχημάτων, βάσει του είδους των παθόντων και της σοβαρότητας αυτών, ανά έτος ακολουθούν το ομαδοποιημένο πρότυπο. Ομοίως, το δείγμα των τροχαίων ατυχημάτων ανά κατηγορία αλλά συνολικά για όλα τα έτη παρουσιάζουν συγκεντρωτικό πρότυπο.

Εξαίρεση αποτελούν οι περιπτώσεις όπου τα θύματα των τροχαίων ατυχημάτων είναι βαριά τραυματίες-νεκροί πεζοί και βαριά τραυματίες-νεκροί οδηγοί/επιβάτες. Για τις κατηγορίες αυτές το χωρικό πρότυπο που προέκυψε είναι τυχαίο στην πλειοψηφία των ετών που εξετάστηκαν. Όμως παρατηρήθηκε ότι για τα έτη 2008, 2014 και 2015 οι βαριά τραυματίες-νεκροί πεζοί εμφανίζουν ομοιόμορφο πρότυπο ενώ το ίδιο πρότυπο για τους βαριά τραυματίες-νεκροί οδηγοί/επιβάτες εμφανίζεται τα έτη 2009 και 2017. Τυχαίο χωρικό πρότυπο παρουσιάζουν και τα τροχαία ατυχήματα με πεζούς το έτος 2016, όμως πρόκειται για μεμονωμένη περίπτωση αφού τα υπόλοιπα έτη όπως και για το σύνολό τους η κατανομή αυτών είναι ομαδοποιημένη.

4.4.2 Χωρική Αυτοσυσχέτιση

Η χωρική αυτοσυσχέτιση είναι μια αξιολόγηση ή μέτρηση της εξάρτησης των τιμών μιας μεταβλητής αναφορικά με τη χωρική θέση στην οποία αυτή παρατηρείται. Στην ενότητα αυτή ερευνάται εάν υπάρχει χωρική αυτοσυσχέτιση μεταξύ των τιμών των τροχαίων ατυχημάτων αλλά και το βαθμό στον οποίο αυτά συσχετίζονται μεταξύ τους. Υπάρχουν πολλοί δείκτες χωρικής αυτοσυσχέτισης, άλλοι γενικοί και άλλοι τοπικοί και η χρήση αυτών δίνει χρήσιμα συμπεράσματα για τη μεταβολή ενός φαινομένου στο χώρο.

Γενικός Δείκτης Global Moran's I

Ο σημαντικότερος και πιο παλιός γενικός δείκτης χωρικής αυτοσυσχέτισης είναι ο Global Moran's I. Το αποτέλεσμα του δείκτη αυτού είναι μια κατανομή σε μορφή καμπάνας από την οποία φαίνεται το χωρικό πρότυπο της εξεταζόμενης μεταβλητής (ομαδοποιημένο, τυχαίο ή διασκορπισμένο), αλλά και οι τιμές των Z-score, P-value και αυτής του δείκτη Moran (Moran's Index), που δείχνει το βαθμό αυτοσυσχέτισης των μεταβλητών.

Στην παρούσα μελέτη η χρήση του δείκτη Moran's I έγινε με σκοπό να εντοπιστούν σημεία στο χώρο όπου παρουσιάζουν διαχρονικότητα. Για το σκοπό αυτό, υπολογίστηκε ο δείκτης για όλες τις εξεταζόμενες κατηγορίες τροχαίων ατυχημάτων χρησιμοποιώντας ως βάρος το έτος εμφάνισης του κάθε συμβάντος και ως περιοχή μελέτης το πολύγωνο του Δήμου της Αθήνας. Τα αποτελέσματα της εφαρμογής του δείκτη Moran's I παρατίθενται στον Πίνακα 4.2.

Πίνακας 4.2 : Αποτελέσματα δείκτη Global Moran's I

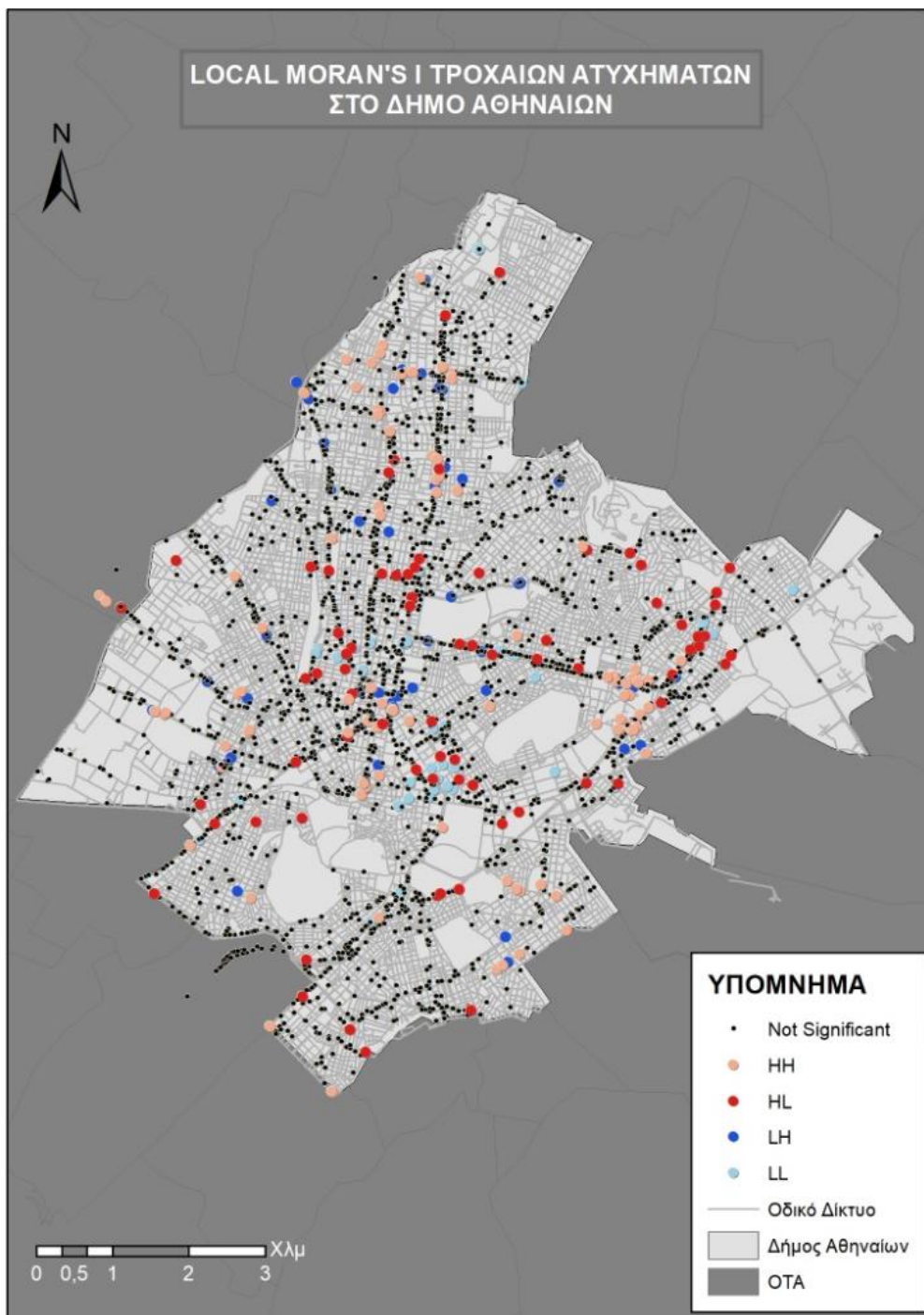
| | Pattern | Moran's Index | Z-score | P-value |
|---|-----------|---------------|-----------|----------|
| ΣΥΝΟΛΟ ΤΡΟΧΑΙΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ | CLUSTERED | 0,215315 | 13,103331 | 0 |
| ΤΡΟΧΑΙΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΜΕ ΠΕΖΟΥΣ | CLUSTERED | 0,088902 | 2,502019 | 0,012349 |
| ΤΡΟΧΑΙΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΜΕ ΟΔΗΓΟΥΣ/ΕΠΙΒΑΤΕΣ | CLUSTERED | 0,206652 | 9,130408 | 0 |
| ΤΡΟΧΑΙΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΜΕ ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ ΠΕΖΟΥΣ | CLUSTERED | 0,096446 | 2,608066 | 0,009106 |
| ΤΡΟΧΑΙΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΜΕ ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ ΟΔΗΓΟΥΣ/ΕΠΙΒΑΤΕΣ | CLUSTERED | 0,213395 | 8,73383 | 0 |
| ΤΡΟΧΑΙΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΜΕ ΒΑΡΙΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ-ΝΕΚΡΟΥΣ ΠΕΖΟΥΣ | RANDOM | -0,074519 | -0,17583 | 0,860427 |
| ΤΡΟΧΑΙΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΜΕ ΒΑΡΙΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ-ΝΕΚΡΟΥΣ ΟΔΗΓΟΥΣ/ΕΠΙΒΑΤΗΣ | RANDOM | 0,203391 | 0,999221 | 0,317688 |

Όπως προκύπτει από τον παραπάνω πίνακα (Πίνακας 4.2) το χωρικό πρότυπο είναι ομαδοποιημένο με εξαίρεση τις περιπτώσεις τροχαίων ατυχημάτων με βαριά τραυματίες-νεκρούς πεζούς και βαριά τραυματίες-νεκρούς οδηγούς/επιβάτες όπου εμφανίζουν τυχαίο πρότυπο. Όσον αφορά τη χωρική συσχέτιση στις περιπτώσεις τροχαίων ατυχημάτων όπου εμπλέκονται πεζοί δεν υπάρχει χωρική αυτοσυσχέτιση καθώς η τιμή του δείκτη είναι σχεδόν μηδενική, ενώ στις υπόλοιπες περιπτώσεις η αυτοσυσχέτιση που υπάρχει είναι θετική αλλά δεν είναι ισχυρή με τιμή περίπου 0,2. Μεγαλύτερη τιμή του δείκτη σημείωσε η κατηγορία με το σύνολο όλων των τροχαίων ατυχημάτων ($I=0,215315$) και μικρότερη η κατηγορία των τροχαίων ατυχημάτων στα οποία εμπλέκονται πεζοί ($I=0,088902$).

Τοπικός Δείκτης Anselin Local Moran's I

Ακολούθως εφαρμόστηκε ο τοπικός δείκτης χωρικής αυτοσυσχέτισης Anselin Local Moran's I μέσω του οποίου δημιουργείται ένας χάρτης όπου αποτυπώνεται μία ένδειξη για κάθε σημείο στο χάρτη που αφορά το πόσο σημαντική είναι η χωρική συγκέντρωση παρόμοιων τιμών γύρω από αυτό.

Σκοπός της χρήσης του δείκτη αυτού στην εν λόγω εργασία είναι να εντοπιστούν θέσεις τροχαίων ατυχημάτων που παρουσιάζουν διαχρονικότητα, θέσεις στις οποίες εμφανίζονται πρόσφατα τροχαία ατυχήματα και θέσεις όπου συνέβαιναν ατυχήματα παλαιότερα. Για το σκοπό αυτό κατά τον υπολογισμό του δείκτη επιλέχθηκε ως βάρος το έτος και ως περιοχή μελέτης ο Δήμος Αθηναίων. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στη συνέχεια.



Χάρτης 4.13 : Αποτέλεσμα Local Moran's I του συνόλου τροχαίων ατυχημάτων

Πίνακας 4.3 : Κατηγορίες συστάδων τροχαίων ατυχημάτων

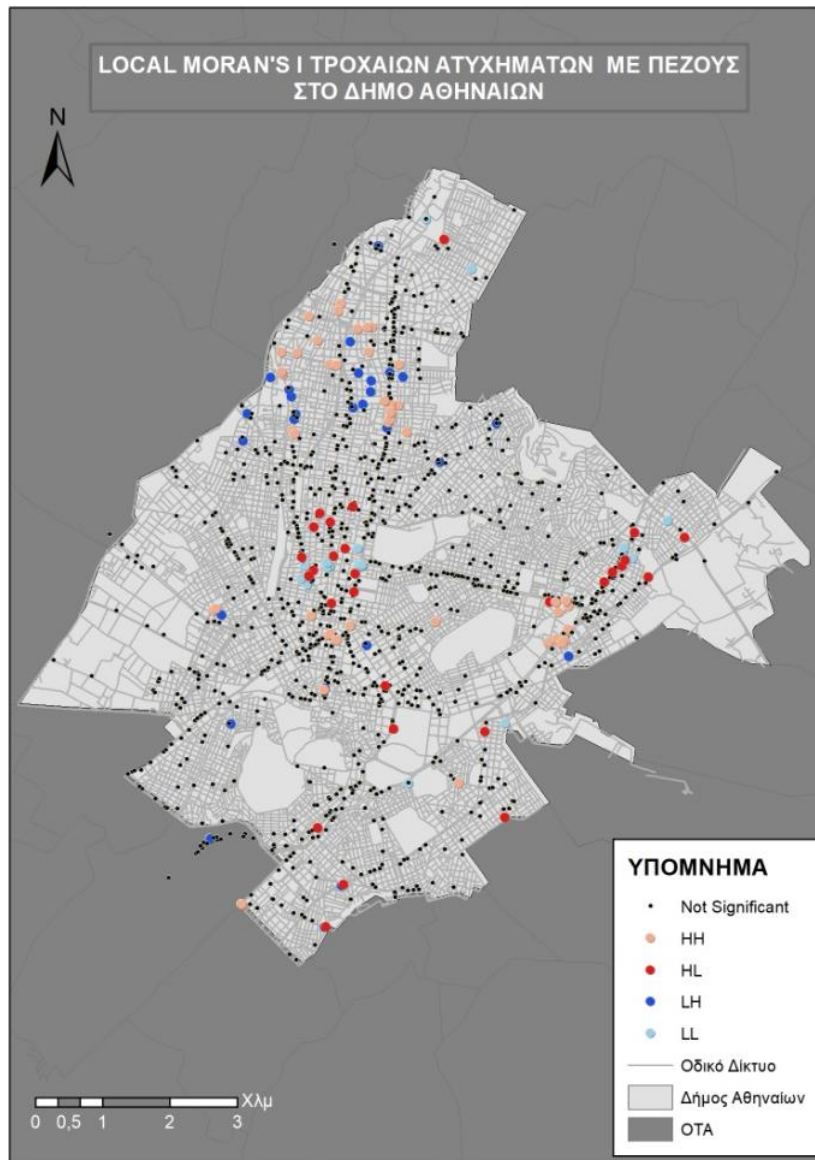
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΥΣΤΑΔΩΝ (CLUSTERS) | ΣΥΝΟΛΟ ΤΡΟΧΑΙΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΡΟΧΑΙΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ |
|-------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| Στατιστικά μη σημαντικό | 3200 | 90,14% |
| HH | 151 | 4,25% |
| HL | 73 | 2,06% |
| LH | 58 | 1,63% |
| LL | 68 | 1,92% |
| ΣΥΝΟΛΟ | 3550 | 100,00% |

Στο Χάρτη 4.13 απεικονίζεται το αποτέλεσμα της εφαρμογής του τοπικού δείκτη για το σύνολο των τροχαίων ατυχημάτων, όπου κάθε θέση τροχαίου ατυχήματος μπορεί να χαρακτηριστεί ως στατιστικά μη σημαντική, ως HH (υψηλή τιμή), ως LL (χαμηλή τιμή), ως HL (υψηλή τιμή με γειτονικές χαμηλές τιμές) ή ως LH (χαμηλή τιμή με γειτονικές υψηλές τιμές). Επιπλέον ο Πίνακας 4.3 αποτυπώνει τον αριθμό και το ποσοστό των σημείων σε κάθε κατηγορία συστάδας.

Αναλυτικότερα, στον παραπάνω χάρτη με μαύρη κουκίδα απεικονίζονται οι θέσεις εκείνων των τροχαίων ατυχημάτων που είναι στατιστικά μη σημαντικές, οι οποίες φαίνεται να είναι και η πλειοψηφία του δείγματος καθώς αποτελούν το 90% του συνόλου των τροχαίων ατυχημάτων. Με ροζ και γαλάζιο χρώμα αποτυπώνονται οι θέσεις τροχαίων ατυχημάτων όπου συγκεντρώνονται υψηλές τιμές του έτους και χαμηλές τιμές αυτού αντίστοιχα. Αυτό αποδεικνύει ότι όπου υπάρχουν υψηλές τιμές έτους (HH) πρόκειται για θέσεις τροχαίων ατυχημάτων που συμβαίνουν τα τελευταία χρόνια, ενώ αντίθετα οι LL τιμές δείχνουν τις θέσεις όπου συνέβαιναν παλαιότερα τροχαία ατυχήματα. Στο Δήμο Αθηναίων, όπως προκύπτει εμφανίζονται πρόσφατα τροχαία ατυχήματα στην περιοχή των Αμπελοκήπων και συγκεκριμένα επί των οδών Λεωφόρου Αλεξάνδρας και Λεωφόρου Βασιλίσσης Σοφίας, στην Περιοχή του Παγκρατίου στην οδό Ευτυχίδου, στο κέντρο της Αθήνας σε δρόμους γύρω από την Ομόνοια αλλά και στην οδό Αθηνάς και στις οδούς Αχαρνών, Γαλατσίου και Πατησίων. Αντίστοιχα, στο κέντρο του δήμου σε μερικά σημεία των οδών Πανεπιστημίου, Ακαδημίας και 28^{ης} Οκτωβρίου συνέβαιναν τροχαία ατυχήματα παλαιότερα.

Συνεχίζοντας την ανάλυση του χάρτη με κόκκινο και μπλε χρώμα απεικονίζονται οι ακραίες χωρικά τιμές, σημεία δηλαδή στο χώρο όπου παρατηρείται διαχρονικότητα του φαινομένου. Τέτοια σημεία βρίσκονται επί των κεντρικών οδών Αλεξάνδρας, Κηφισίας, 28^{ης} Οκτωβρίου και 3^{ης} Σεπτεμβρίου, Λιοσίων, Λεωφ. Κωνσταντινουπόλεως αλλά και οδών με μικρότερη κεντρικότητα γύρω από την πλατεία Ομονοίας.

Ακολουθούν τα αποτελέσματα της εφαρμογής του δείκτη Anselin Local Moran's I για τις εξεταζόμενες κατηγορίες τροχαίων ατυχημάτων.

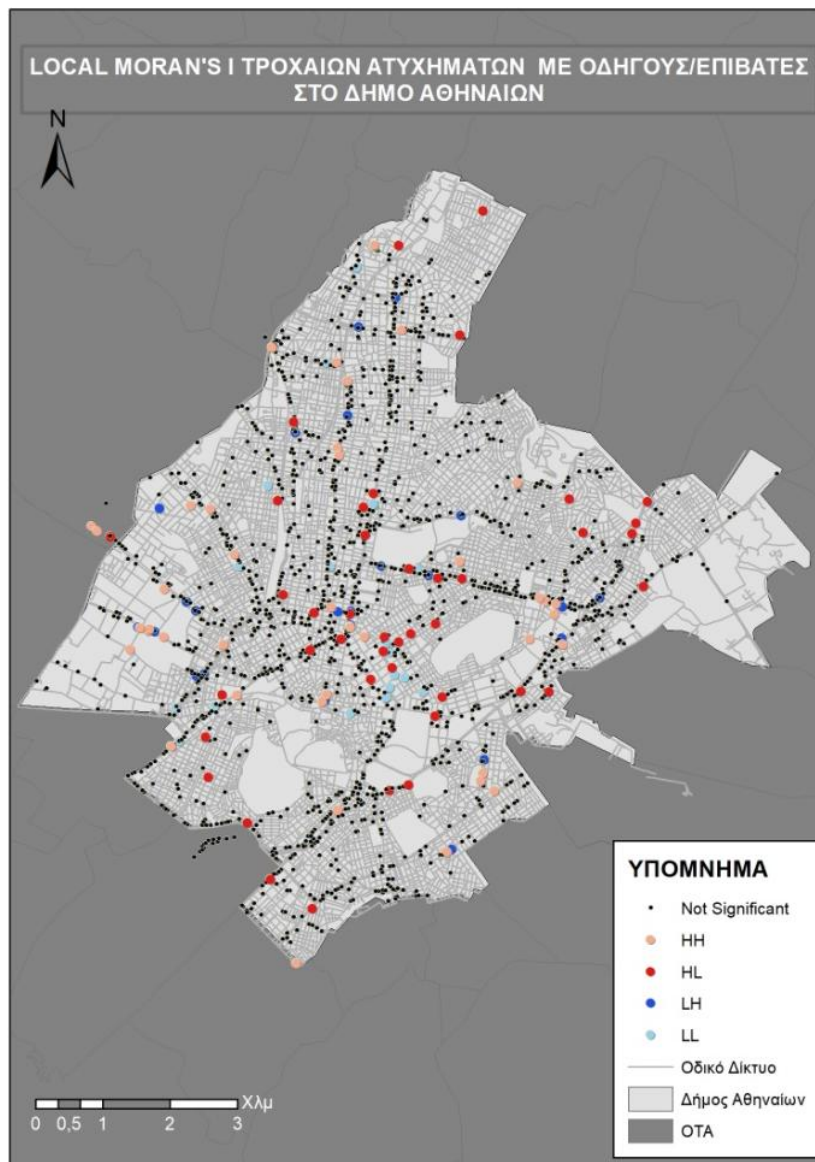


Χάρτης 4.14 : Αποτέλεσμα Local Moran's I τροχαίων ατυχημάτων με πεζούς

Πίνακας 4.4 : Κατηγορίες συστάδων τροχαίων ατυχημάτων με πεζούς

| ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΥΣΤΑΔΩΝ (CLUSTERS) | ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΜΕ ΠΕΖΟΥΣ | ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΜΕ ΠΕΖΟΥΣ |
|-------------------------------------|------------------------|------------------------|
| Στατιστικά μη σημαντικό | 1152 | 88,89% |
| HH | 64 | 4,94% |
| HL | 28 | 2,16% |
| LH | 29 | 2,24% |
| LL | 23 | 1,77% |
| ΣΥΝΟΛΟ | 1296 | 100,00% |

Σύμφωνα με τα ανωτέρω αποτελέσματα (Χάρτης 4.14 και Πίνακας 4.4), οι θέσεις όπου συμβαίνουν πρόσφατα τροχαία ατυχήματα με πεζούς ενώ δεν συνέβαιναν παλαιότερα εμφανίζουν συγκέντρωση κυρίως στην περιοχή των Αμπελοκήπων προς τη συμβολή των οδών Λεωφ. Αλεξάνδρας και Λεωφ. Βασιλίσσης Σοφίας, στο κέντρο της Αθήνας σε μεμονωμένα σημεία στο χώρο. Στην αντίθετη περίπτωση τροχαία ατυχήματα με θύματα πεζούς εμφανίζονταν παλαιότερα στις αρχές των κεντρικών οδών Αχαρνών, Λιοσίων και 28^{ης} Οκτωβρίου κοντά στην πλατεία Ομονοίας. Διαχρονικότητα παρουσιάζεται σε σημεία επί της Λεωφ. Κηφισίας και της Λιοσίων στο ύψος των Σεπολίων, σε μη κεντρικές οδούς γύρω από την πλατεία Βικτωρίας και προς τα βόρεια του Δήμου σε μη κεντρικές οδούς μεταξύ 28^{ης} Οκτωβρίου και Αχαρνών. Το γεγονός ότι συμβαίνουν διαχρονικά ατυχήματα με πεζούς ως θύματα σε μη κεντρικές οδούς δικαιολογείται καθώς αυτές ευνοούν περισσότερο το περπάτημα και είναι κυρίως δρόμοι γειτονιάς όπου κινούνται οι πεζοί.

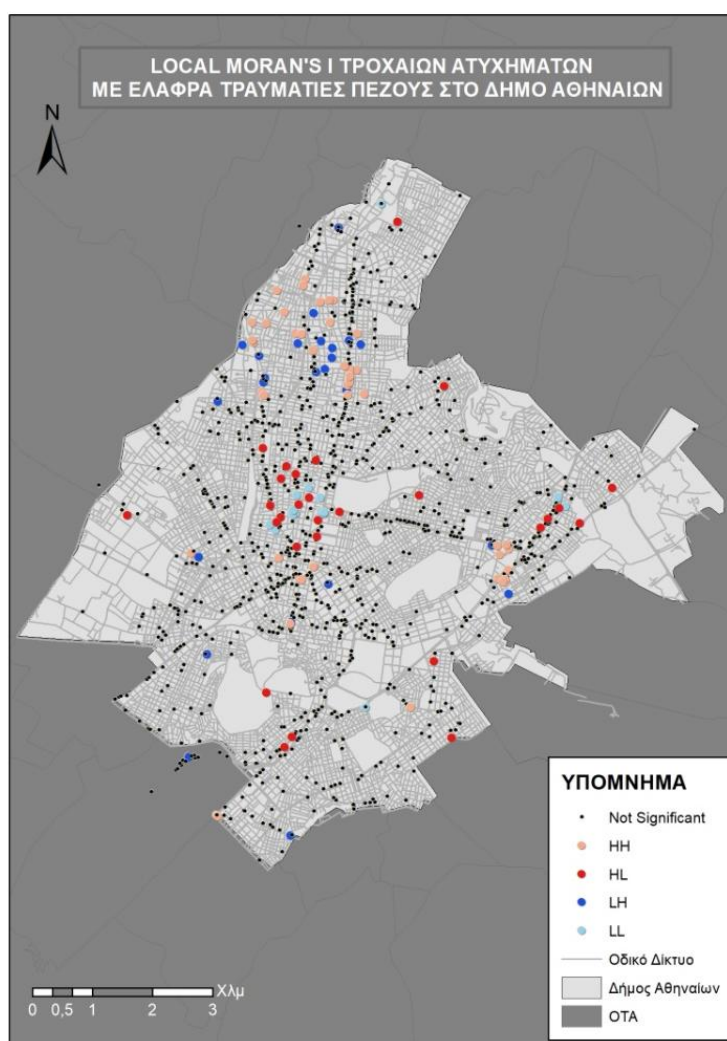


Χάρτης 4.15 : Αποτέλεσμα Local Moran's I τροχαίων ατυχημάτων με οδηγούς/επιβάτες

Πίνακας 4.5 : Κατηγορίες συστάδων τροχαίων ατυχημάτων με οδηγούς/επιβάτες

| ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΥΣΤΑΔΩΝ (CLUSTERS) | ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΜΕ ΟΔΗΓΟΥΣ-ΕΠΙΒΑΤΕΣ | ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΜΕ ΟΔΗΓΟΥΣ-ΕΠΙΒΑΤΕΣ |
|-------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Στατιστικά μη σημαντικό | 2072 | 91,93% |
| HH | 69 | 3,06% |
| HL | 42 | 1,86% |
| LH | 27 | 1,20% |
| LL | 44 | 1,95% |
| ΣΥΝΟΛΟ | 2254 | 100,00% |

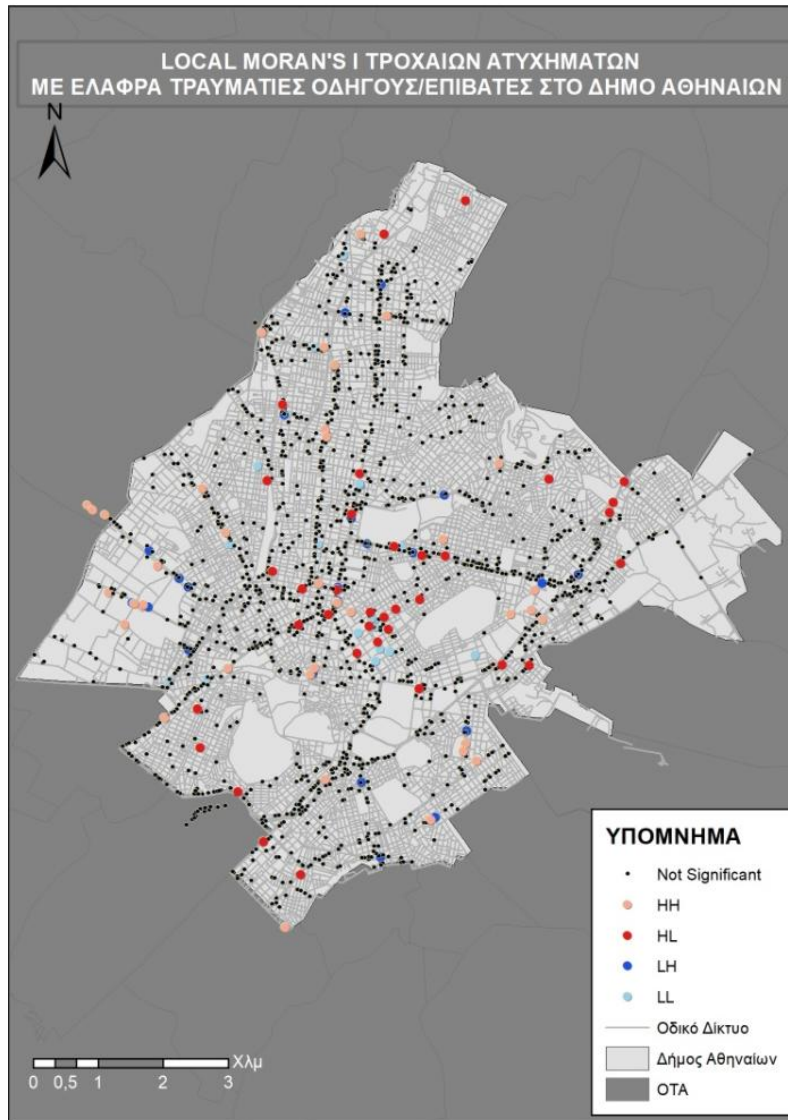
Σχετικά με τις θέσεις τροχαίων ατυχημάτων όπου ενεπλάκησαν οδηγοί/επιβάτες παρατηρείται διαχρονικότητα κυρίως σε οδούς του κέντρου της Αθήνας, όπως στην Ιπποκράτους και στη Σταδίου, στη Λεωφ. Αλεξάνδρας και στην 28^{ης} Οκτωβρίου. Σημεία όπου πρόσφατα προκαλούνται τροχαία ατυχήματα εντοπίζονται στη Λεωφ. Αλεξάνδρας, στην Ιερά Οδό, στη Λένορμαν και στην περιοχή του Παγκρατίου στην οδό Σπ. Μερκούρη και στην οδό Ευτυχίδου. Αντίστοιχα σημεία όπου τροχαία ατυχήματα με πεζούς συνέβαιναν στις αρχές τις δεκαετίας που εξετάζεται, εντοπίζονται στο κέντρο του Δήμου μεταξύ Συντάγματος και Ομόνοιας.



Χάρτης 4.16 : Αποτέλεσμα Local Moran's I τροχαίων ατυχημάτων με ελαφρά τραυματίες πεζούς

Πίνακας 4.6 : Κατηγορίες συστάδων τροχαίων ατυχημάτων με ελαφρά τραυματίες πεζούς

| ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΥΣΤΑΔΩΝ (CLUSTERS) | ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΜΕ ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ ΠΕΖΟΥΣ | ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΜΕ ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ ΠΕΖΟΥΣ |
|-------------------------------------|--|--|
| Στατιστικά μη σημαντικό | 1057 | 89,05% |
| HH | 57 | 4,80% |
| HL | 28 | 2,36% |
| LH | 25 | 2,11% |
| LL | 20 | 1,68% |
| ΣΥΝΟΛΟ | 1187 | 100,00% |

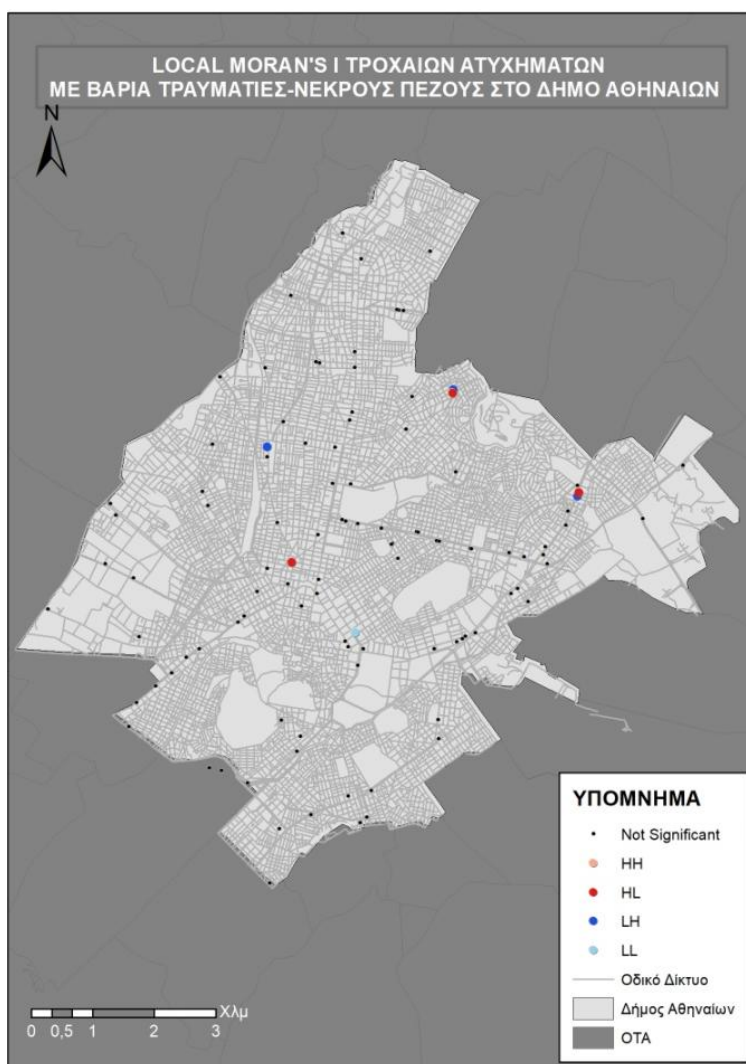


Χάρτης 4.17 : Αποτέλεσμα Local Moran's I τροχαίων ατυχημάτων με ελαφρά τραυματίες οδηγούς/επιβάτες

Πίνακας 4.7 : Κατηγορίες συστάδων τροχαίων ατυχημάτων με ελαφρά τραυματίες οδηγούς/επιβάτες

| ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΥΣΤΑΔΩΝ (CLUSTERS) | ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΜΕ ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ ΟΔΗΓΟΥΣ-ΕΠΙΒΑΤΕΣ | ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΜΕ ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ ΟΔΗΓΟΥΣ-ΕΠΙΒΑΤΕΣ |
|-------------------------------------|--|--|
| Στατιστικά μη σημαντικό | 1956 | 92,35% |
| HH | 62 | 2,93% |
| HL | 35 | 1,65% |
| LH | 26 | 1,23% |
| LL | 39 | 1,84% |
| ΣΥΝΟΛΟ | 2118 | 100,00% |

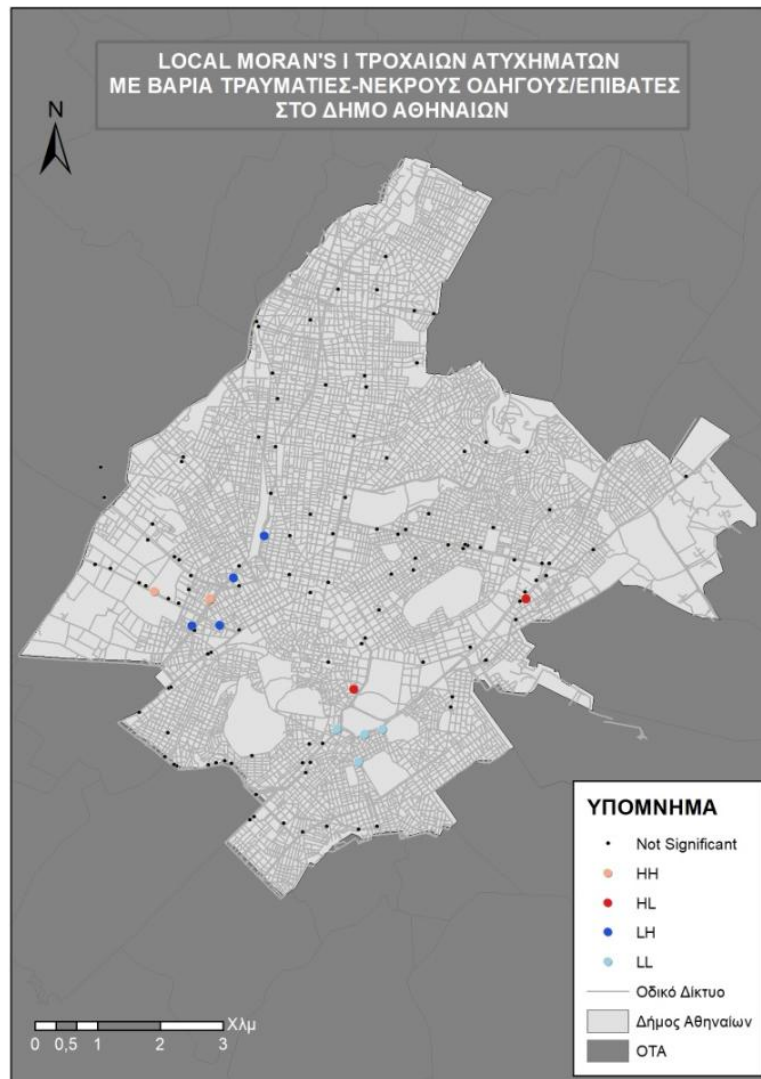
Στους παραπάνω χάρτες (Χάρτης 4.16, Χάρτης 4.17) απεικονίζονται τα αποτελέσματα του δείκτη για τα ατυχήματα όπου υπήρξε ελαφρύς τραυματισμός και αφορούν στην πρώτη περίπτωση πεζούς και στη δεύτερη οδηγούς/επιβάτες αντίστοιχα. Όσον αφορά την πρώτη περίπτωση, τα περισσότερα σημεία όπου εντοπίζονται τροχαία ατυχήματα τα τελευταία έτη είναι βόρεια του δήμου στις οδούς 28^{ης} Οκτωβρίου, Αχαρνών, Στρατηγού Καλλαρη και Λιοσίων αλλά και στις Λεοφόρους Αλεξάνδρας και Βασιλίσσης Σοφίας κοντά στη συμβολή τους. Χαμηλές τιμές του δείκτη που αντιπροσωπεύουν σημεία παλαιότερης χρονολογίας εντοπίζονται μεταξύ της πλατείας Βικτωρίας και της πλατείας Ομονοίας σε μη κεντρικές οδούς. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι στις περιοχές όπου εντοπίζονται χαμηλές και υψηλές τιμές του δείκτη, εντοπίζεται επίσης και μια διαχρονικότητα ως προς τις θέσεις που συμβαίνουν τροχαία ατυχήματα αυτής της κατηγορίας. Για τη δεύτερη περίπτωση αυτό που παρατηρείται είναι ότι φαίνεται να υπάρχουν θέσεις που συμβαίνουν τροχαία ατυχήματα με ελαφρά τραυματίες οδηγούς/επιβάτες όλα τα έτη κυρίως στο κέντρο του δήμου και λίγα μεμονωμένα σημεία στο υπόλοιπο του δήμου.



Χάρτης 4.18 : Αποτέλεσμα Local Moran's I τροχαίων ατυχημάτων με βαριά τραυματίες-νεκρούς πεζούς

Πίνακας 4.8 : Κατηγορίες συστάδων τροχαίων ατυχημάτων με βαριά τραυματίες-νεκρούς πεζούς

| ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΥΣΤΑΔΩΝ (CLUSTERS) | ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΜΕ ΒΑΡΙΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ- ΝΕΚΡΟΥΣ ΠΕΖΟΥΣ | ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΜΕ ΒΑΡΙΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ- ΝΕΚΡΟΥΣ ΠΕΖΟΥΣ |
|-------------------------------------|--|--|
| Στατιστικά μη σημαντικό | 102 | 93,58% |
| HH | - | - |
| HL | 3 | 2,75% |
| LH | 3 | 2,75% |
| LL | 1 | 0,92% |
| ΣΥΝΟΛΟ | 109 | 100,00% |



Χάρτης 4.19 : Αποτέλεσμα Local Moran's I τροχαίων ατυχημάτων με βαριά τραυματίες-νεκρούς οδηγούς/επιβάτες

Πίνακας 4.9 : Κατηγορίες συστάδων τροχαίων ατυχημάτων με βαριά τραυματίες-νεκρούς οδηγούς/επιβάτες

| ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΥΣΤΑΔΩΝ (CLUSTERS) | ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΜΕ ΒΑΡΙΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ- ΝΕΚΡΟΥΣ ΟΔΗΓΟΥΣ/ΕΠΙΒΑΤΕΣ | ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΜΕ ΒΑΡΙΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ- ΝΕΚΡΟΥΣ ΟΔΗΓΟΥΣ/ΕΠΙΒΑΤΕΣ |
|-------------------------------------|---|---|
| Στατιστικά μη σημαντικό | 123 | 90,44% |
| HH | 3 | 2,21% |
| HL | 2 | 1,47% |
| LH | 4 | 2,94% |
| LL | 4 | 2,94% |
| ΣΥΝΟΛΟ | 136 | 100,00% |

Τελευταίες κατηγορίες αποτελούν τα τροχαία ατυχήματα με βαριά τραυματίες ή και νεκρούς. Στις περιπτώσεις αυτές είτε ο παθών ήταν πεζός είτε οδηγός/επιβάτης οι παρατηρήσεις είναι λίγες και μεμονωμένες και επιπλέον το πρότυπο αυτών ήταν τυχαίο όπως προέκυψε προηγουμένως. Επιπλέον πάνω από το 90% των παρατηρήσεων φαίνεται να είναι στατιστικά μη σημαντικές και συνεπώς δεν απορρέει κάποιο συμπέρασμα για τις κατηγορίες αυτές σχετικά με τη διαχρονικότητα σημείων συμβάντων ή σημείων με υψηλές και χαμηλές τιμές.

Συμπερασματικά, όπως προέκυψε από τα ανωτέρω αποτελέσματα όλων των κατηγοριών, το μεγαλύτερο ποσοστό (περίπου 90%) των παρατηρήσεων του δείγματος ήταν στατιστικά μη σημαντικό, πράγμα που σημαίνει πως τα τροχαία ατυχήματα στις θέσεις αυτές εμφανίζονται ως τυχαία.

4.5 Συσχέτιση Τροχαίων Ατυχημάτων και Συντακτικής Ανάλυσης

4.5.1 Συντακτική Ανάλυση

Σε συνέχεια της ανάλυσης της παρούσας έρευνας, έγινε ανάλυση των συντακτικών μέτρων του οδικού δικτύου με σκοπό να εξεταστεί η συσχέτιση των τροχαίων ατυχημάτων με τη συντακτική δομή της πόλης.

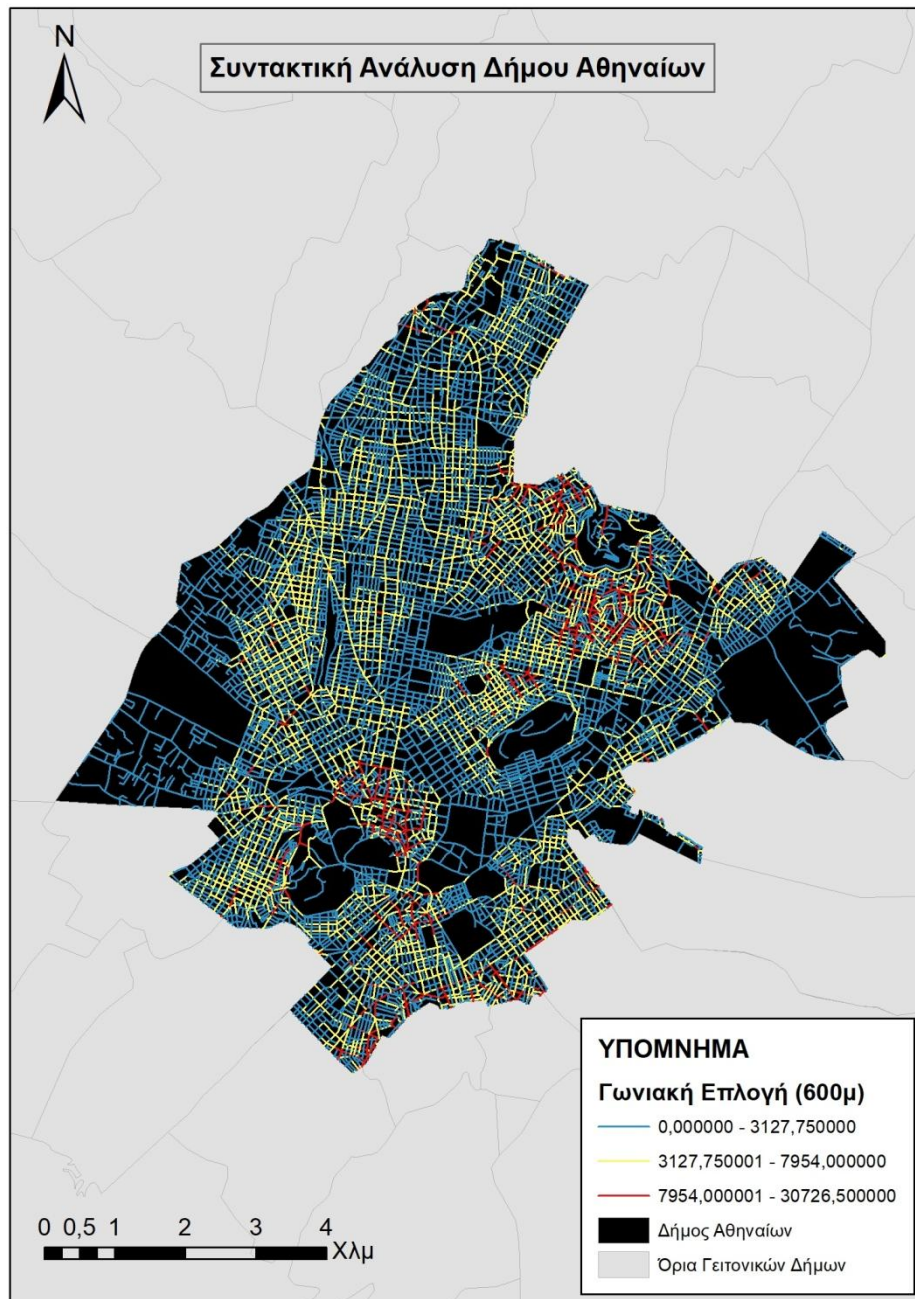
Στην παρούσα έρευνα επιλέγεται ως εξεταζόμενο μέτρο για τη συντακτική ανάλυση του χώρου η διανυσματική γωνιακή επιλογή (choice) η οποία χαρακτηρίζει το πόσο πιθανό είναι ένας χώρος ή ένα τμήμα οδικού δικτύου πιο συγκεκριμένα να χρησιμοποιηθεί ως διέλευση για την πόλη. Το οδικό δίκτυο που παρουσιάζει μεγάλο βαθμό επιλογής» ανήκει στις συντομότερες διαδρομές από όλες τις κατευθύνσεις και προς όλες τις κατευθύνσεις.

Δεδομένου ότι τα μέτρα συντακτικής ανάλυσης εφαρμόζονται σε διάφορες ακτίνες αντιπροσωπεύοντας διαφορετικές κλίμακες στις οποίες λειτουργεί η πόλη, έγινε η επιλογή δύο ακτινών εφαρμογής, μίας τοπικής και μίας υπερτοπικής.

Η *τοπική κλίμακα (local)* χαρακτηρίζει τις τοπικές δομές γειτονιάς σε μια πόλη και σχετίζεται με την πεζή κίνηση. Σύμφωνα με έρευνα που πραγματοποιήθηκε το 2007 στην περιοχή της Αθήνας σχετικά με τον υπολογισμό της μέσης ταχύτητας περπατήματος αποδείχθηκε πως η μέση ταχύτητα περπατήματος από 5,3 χλμ/ώρα (ελεύθερη ταχύτητα κίνησης) πέφτει στη μέση πραγματική ταχύτητα των 3,5 χλμ/ώρα, εξαιτίας των καθυστερήσεων της κυκλοφορίας και λόγω της μορφής του οδικού δικτύου στην περίπτωση της Αθήνας (Βλαστός, Χρονόπουλος, 2007). Έτσι, δεδομένης της έρευνας ως τοπική κλίμακα επιλέχθηκαν τα 600 μέτρα που αντιστοιχούν σε περίπου 10 λεπτά περπατήματος.

Ως *υπερτοπική κλίμακα (global)*, η οποία είναι αντιπροσωπευτική της δομής της πόλης ως σύνολο και σχετίζεται με την κίνηση με αυτοκίνητο, επιλέχθηκε η ακτίνα εφαρμογής των 5000 μέτρων.

Στη συνέχεια, ακολουθούν οι χάρτες που δημιουργήθηκαν με τη μέθοδο της συντακτικής ανάλυσης του χώρου (space syntax), κατά την οποία μελετάται η γεωμετρία του δικτύου με το μέτρο της «επιλογής – choice», με μοναδιαίο στοιχείο το τμήμα δρόμου – segment, δηλαδή το τμήμα δρόμου ανάμεσα σε δύο κόμβους. Για την καλύτερη μελέτη της περιοχής και με σκοπό να υπάρξει πιο ορθό αποτέλεσμα στην ανάλυση του αστικού δικτύου, δημιουργήθηκε ένα buffer 1000 μέτρων περιμετρικά του δήμου Αθηναίων και απομονώθηκε το οδικό δίκτυο που το περικλείει και το οποίο τελικά χρησιμοποιήθηκε για την εφαρμογή του space syntax.

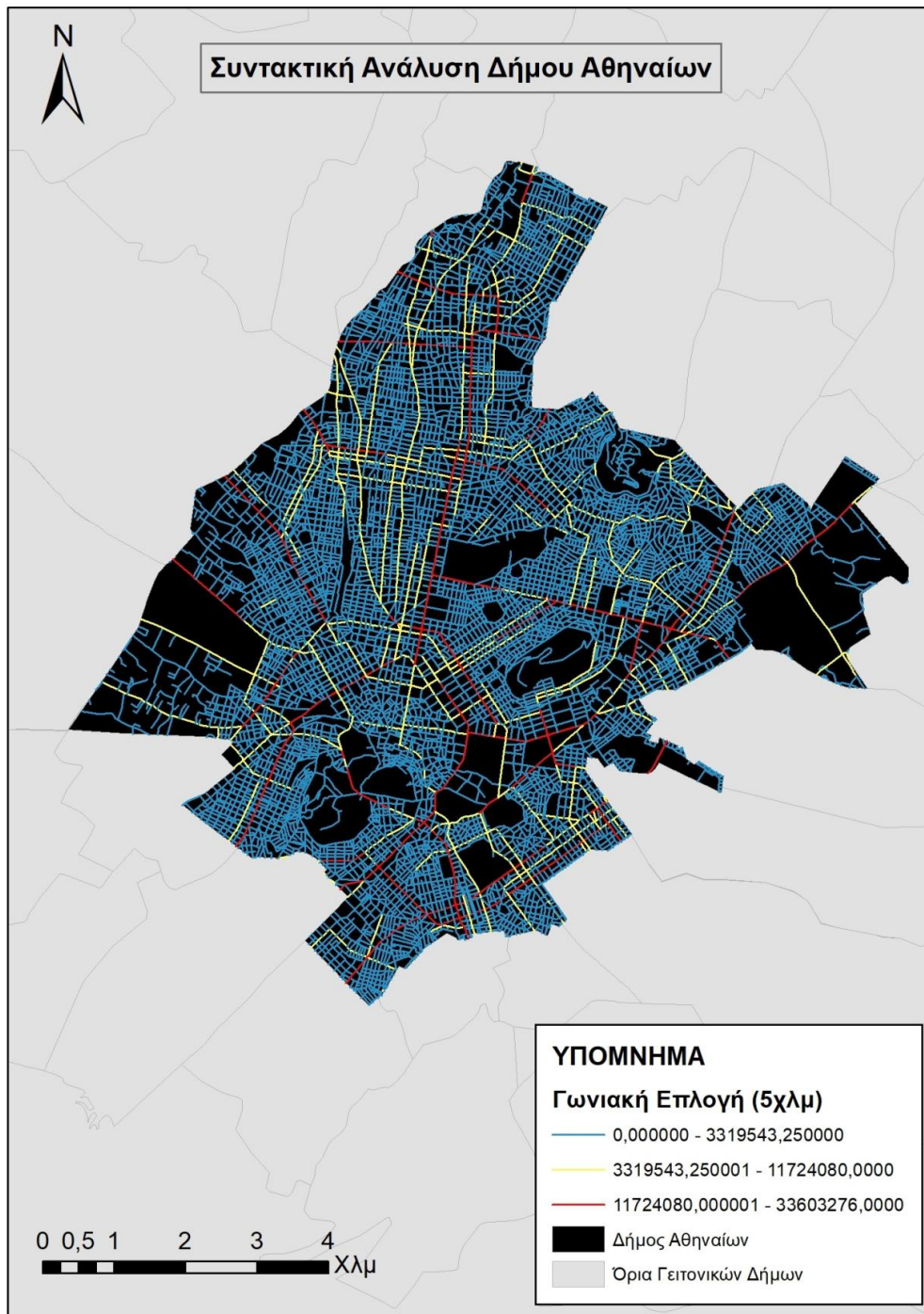


Χάρτης 4.20 : Αποτέλεσμα γωνιακής επιλογής τοπικής κλίμακας

Όπως απεικονίζεται στον ανωτέρω χάρτη (Χάρτης 4.20) για την περίπτωση της γωνιακής επιλογής (choice) σε τοπικό επίπεδο εντοπίζονται με κόκκινο χρώμα οι

άξονες εκείνοι που έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα να χρησιμοποιηθούν ως διελεύσεις σε ακτίνα 600 μέτρων. Τέτοιοι άξονες εντοπίζονται συγκεντρωτικά στους δρόμους γύρω από το ιστορικό και εμπορικό κέντρο της Αθήνας, δηλαδή γύρω από την Πλάκα, το Μοναστηράκι, του Ψυρρή και στην ευρύτερη περιοχή του Γκύζη, του Πολύγωνου και των Αμπελοκήπων. Επιπλέον, άξονες υψηλής διέλευσης για την τοπική ακτίνα εντοπίζονται επίσης στην περιοχή του Μετς και περιμετρικά του ορίου του δήμου προς τα νότια προς την περιοχή της Δάφνης. Το αποτέλεσμα της επιλογής (choice) είναι ότι έχουν εντοπιστεί άξονες σε περιοχές όπου ευνοείται η πεζή μετακίνηση, καθώς πρόκειται για δρόμους τοπικούς, γύρω από γειτονιές οι οποίες είναι μικρού μήκους και η διέλευση οχημάτων από αυτούς γίνεται με μικρές ταχύτητες.

Στον ακόλουθο χάρτη (Χάρτης 4.21) παρουσιάζεται η υπερτοπική γωνιακή επιλογή ακτίνας 5χλμ.



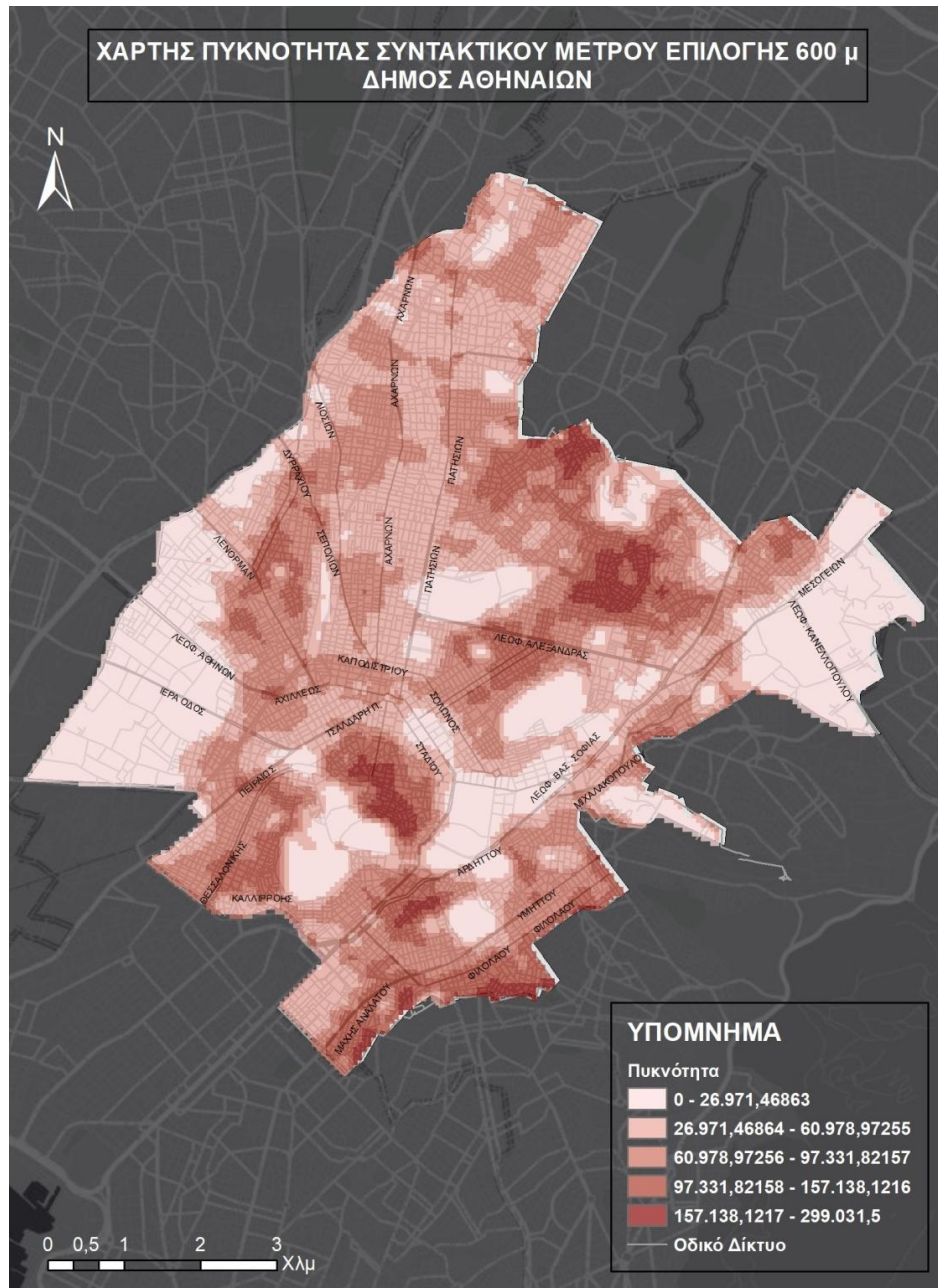
Χάρτης 4.21 : Αποτέλεσμα γωνιακής επιλογής υπερτοπικής κλίμακας

Στην υπερτοπική κλίμακα των 5000 μέτρων του ίδιου συντακτικού μέτρου, οι υψηλές τιμές εντοπίζονται σε βασικούς άξονες και κεντρικές οδικές αρτηρίες όπως η 28^{ης} Οκτωβρίου, η Λένορμαν, η Λεωφ. Αθηνών, η Πειραιώς, η Λεωφ. Κωνσταντινουπόλεως, η Λεωφ. Αλεξάνδρας, η Λεωφ. Συγγρού, η Υμηττού και η προέκτασή της Ηλία Ηλιού, η Φιλολάου, η Κηφισίας, η Λεωφ. Μεσογείων, η Πανεπιστημίου, η Λεωφ. Βασιλίσσης Σοφίας και η Λεωφ. Βασιλίσσης Αμαλίας.

Όλες οι προαναφερθείσες οδοί ευνοούν τις μετακινήσεις με αυτοκίνητο και γενικά επιλέγονται για μεγάλες αποστάσεις, όπως είναι και στην περίπτωση αυτή τα 5χλμ.

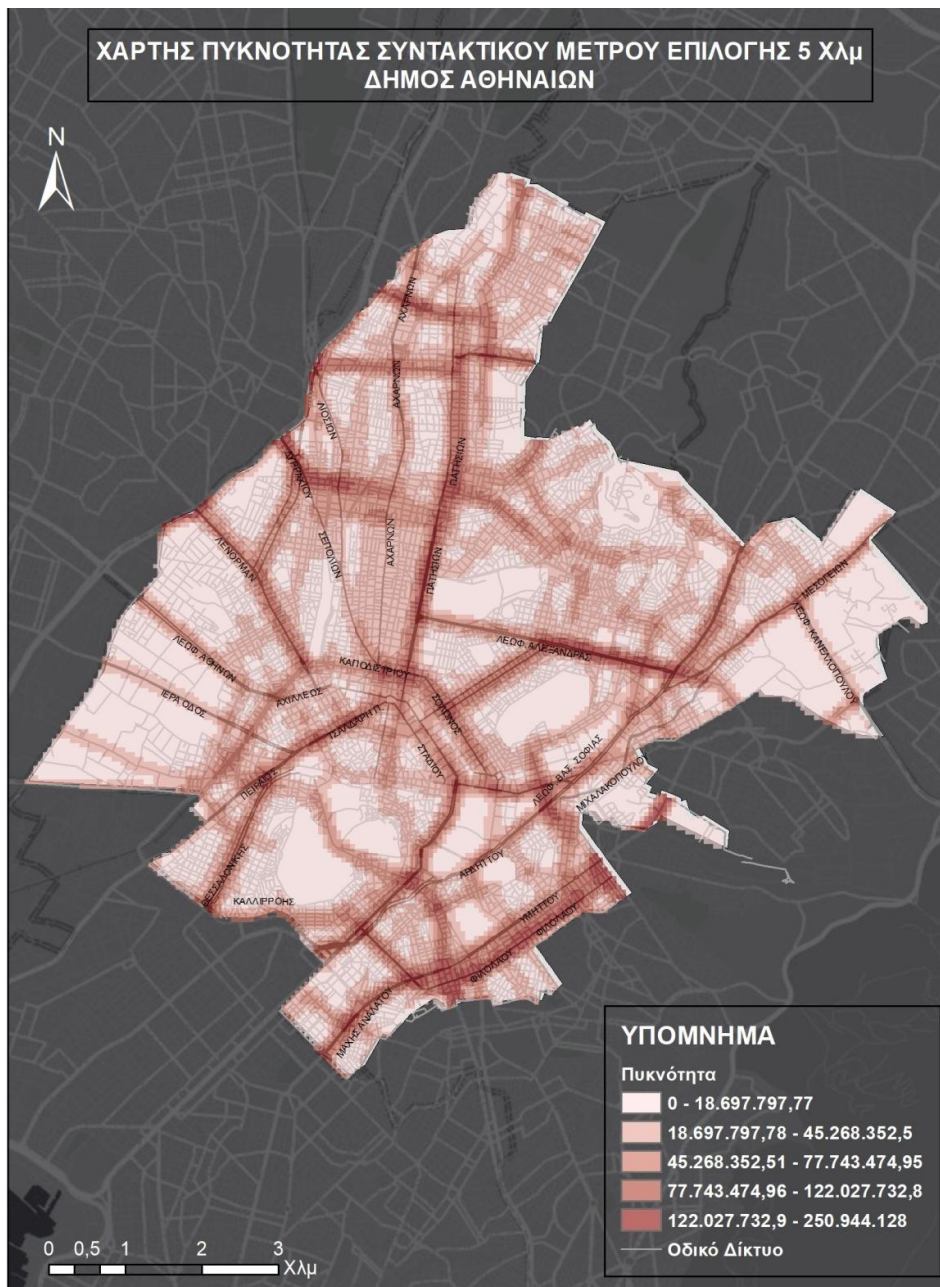
Συνεχίζοντας την ανάλυση, σκοπός είναι να εντοπιστούν κεντρικότητες σημείων και κυρίως να υπολογιστεί η πυκνότητα αυτών που έχουν κοινά χαρακτηριστικά. Έτσι, με τη χρήση της μεθόδου Εκτίμησης Πυρήνα (Kernel Density Estimator) δημιουργείται ένας χάρτης σε μορφή raster όπου απεικονίζονται περιοχές υψηλής ή χαμηλής πυκνότητας και έντασης.

Ως ακτίνα εφαρμογής της μεθόδου επιλέχθηκαν τα 200 μέτρα και το μέγεθος κελιού ορίστηκε στα 60 μέτρα. Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκε ως περιοχή μελέτης το πολύγωνο του Δήμου Αθηναίων, το οποίο εφαρμόστηκε και ως μάσκα για ομοιογένεια σε όλα τα αποτελέσματα. Οι τιμές αυτές εφαρμόστηκαν για όλες τις κατηγορίες που εξετάστηκαν και αποδείχθηκε ότι με το συνδυασμό αυτών εξάγονται πιο σωστά αποτελέσματα στα πλαίσια της περιοχής μελέτης και της κλίμακας ανάλυσης. Επιπλέον, αξίζει να σημειωθεί ότι έγινε χρήση κατάλληλης μεθόδου ταξινόμησης των δεδομένων σε κλάσεις σε όλες τις κατηγορίες εφαρμογής της μεθόδου και συγκεκριμένα επιλέχθηκαν 5 κλάσεις με μέθοδο ταξινόμησης Natural Breaks (Jenks). Οι κλάσεις αντιπροσωπεύουν τιμές πυκνότητας πολύ υψηλές, υψηλές, μέτριες, χαμηλές και πολύ χαμηλές.



Χάρτης 4.22 : Πυκνότητα συντακτικού μέτρου επιλογής τοπικής κλίμακας

Στο Χάρτη 4.22 απεικονίζονται με έντονο σκούρο κόκκινο χρώμα οι περιοχές υψηλής πυκνότητας του συντακτικού μέτρου της επιλογής για την τοπική ακτίνα εφαρμογής. Παρατηρείται ότι πολύ υψηλές τιμές πυκνότητας εντοπίζονται στο ιστορικό και εμπορικό κέντρο του δήμου αλλά και βορειοανατολικά αυτού σε περιοχές όπως το Πολύγωνο και οι Αμπελόκηποι. Στην αμέσως επόμενη κλάση που αντιπροσωπεύει τις υψηλές τιμές πυκνότητας παρουσιάζεται ένταση σε περιοχές όπως η Νεάπολη, τα Σεπόλια και η Ακαδημία Πλάτωνος, τα Πετράλωνα και ο Νέος Κόσμος και φυσικά γύρω από τις περιοχές που εμφανίζουν ήδη πολύ υψηλές πυκνότητες. Παρατηρώντας συνολικά το δήμο Αθηναίων, διαπιστώνεται ότι οι περιοχές με χαμηλή έως καθόλου πυκνότητα συντακτικής επιλογής είναι οι περιοχές όπου δεν υπάρχει οδικό δίκτυο.



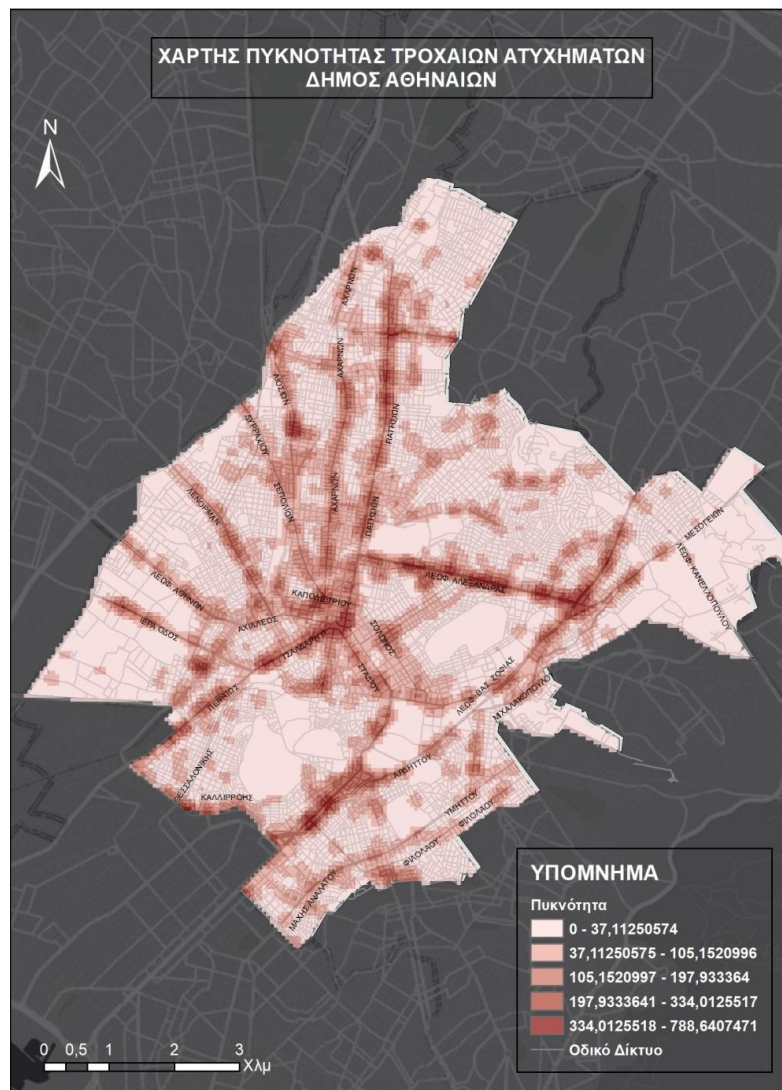
Χάρτης 4.23 : Πυκνότητα συντακτικού μέτρου επιλογής υπερτοπικής κλίμακας

Σε αντίθεση με την προηγούμενη περίπτωση, το αποτέλεσμα του Kernel για την υπερτοπική ακτίνα του συντακτικού μέτρου της επιλογής απεικονίζει όχι τόσο περιοχές αλλά κυρίως άξονες με υψηλές και χαμηλές συγκεντρώσεις, δηλαδή κατά μήκος των κεντρικών οδικών αξόνων αλλά και των πιο τοπικών οδών εντοπίζεται η πυκνότητα της γωνιακής επιλογής. Ειδικότερα, πολύ υψηλές τιμές παρουσιάζονται στην Λεωφ. Αλεξάνδρας, στην οδό 28^{ης} Οκτωβρίου και στην οδό Πατησίων που αποτελεί προέκτασή της, στην οδό Φιλολάου και στις οδούς Δυρραχίου και Ρόδου που είναι κεντρικές οδοί της περιοχής των Σεπολίων. Στις υψηλές πυκνότητες κατατάσσονται πλέον οι περισσότεροι κεντρικοί δρόμοι όπως η οδός Λένορμαν, η Πειραιώς, η Λεωφ. Συγγρού, η Κηφισίας, η Λεωφ. Θεσσαλονίκης στα Πετράλωνα, η οδός Σόλωνος, η οδός Ακαδημίας και η Λεωφ. Βασιλίσσης Σοφίας.

4.5.2 Ανάλυση πυκνότητας τροχαίων ατυχημάτων

Παράλληλα με την εφαρμογή της μεθόδου Εκτίμησης Πυρήνα (Kernel Density Estimator) στα συντακτικά μέτρα που προηγήθηκε, σκοπός είναι να εντοπιστούν κεντρικότητες σημείων και κυρίως να υπολογιστεί η πυκνότητα αυτών που έχουν κοινά χαρακτηριστικά για την περίπτωση των τροχαίων ατυχημάτων και των διαφόρων κατηγοριών. Αξίζει να σημειωθεί ότι κατά την εφαρμογή της μεθόδου επιλέχθηκε η ίδια ακτίνα εφαρμογής του αλγορίθμου και το ίδιο μέγεθος κελιού με αυτά που εφαρμόστηκαν στις περιπτώσεις των kernel των συντακτικών μέτρων με τελικό σκοπό να καταστεί δυνατή η σύγκριση των δύο φαινομένων.

Σύνολο τροχαίων ατυχημάτων



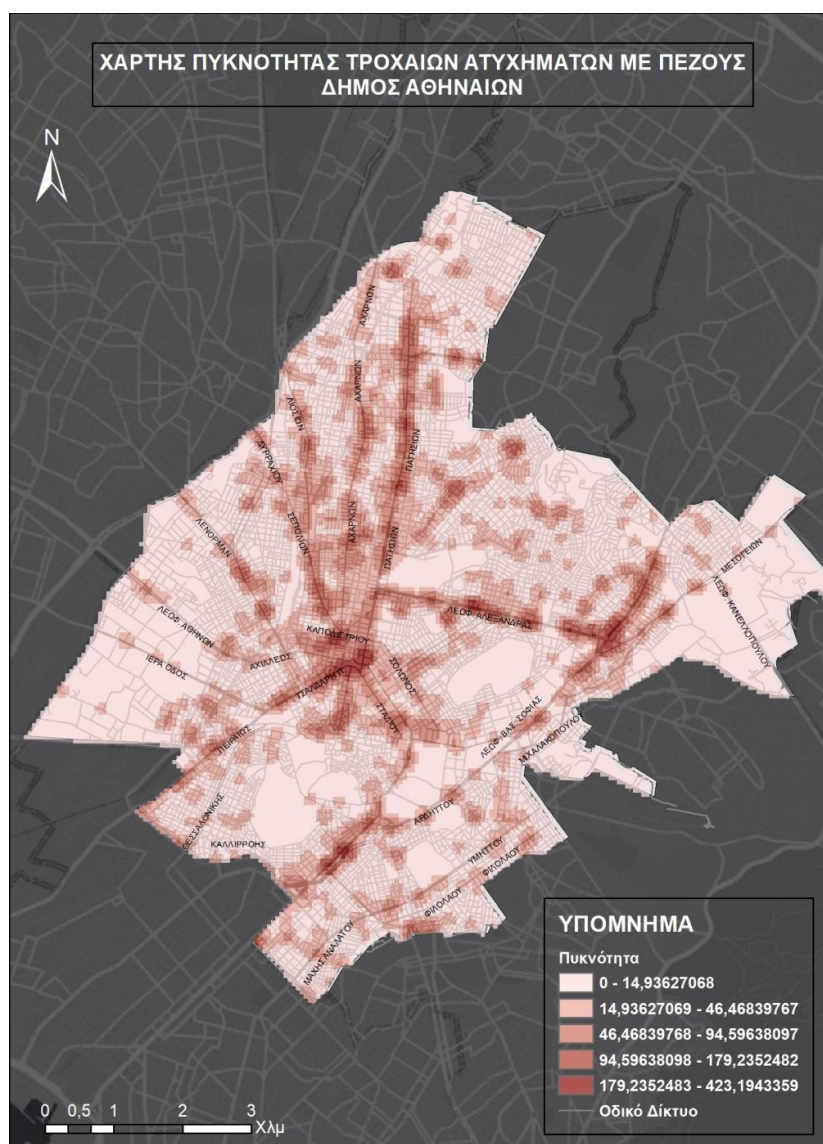
Χάρτης 4.24 : Πυκνότητα τροχαίων ατυχημάτων

Ο παραπάνω χάρτης παρουσιάζει την πυκνότητα του συνόλου των τροχαίων ατυχημάτων στο Δήμο Αθηναίων. Παρατηρείται μεγαλύτερη ένταση που εκφράζεται με συγκέντρωση τροχαίων ατυχημάτων σε κεντρικές αρτηρίες και λεωφόρους και συγκεκριμένα σχεδόν σε όλο το μήκος των οδών Πατησίων, Λεωφ. Αλεξάνδρας,

Αχαρνών, Π.Τσαλδάρη και στην περιοχή γύρω από την πλατεία Ομονοίας. Επίσης υψηλή πυκνότητα τροχαίων ατυχημάτων εμφανίζεται και σε τμήματα των οδών Καλλιρρόης, Λεωφ. Συγγρού, Πειραιώς, Ιεράς Οδού και Λεωφ. Αθηνών. Χαμηλές έως μηδενικές τιμές πυκνότητας παρατηρούνται σε περιοχές όπου δεν υπάρχει οδικό δίκτυο όπως ο Λόφος Φιλοπάππου και Λυκαβητού αλλά και σε πολλές οδούς που χαρακτηρίζονται ως δρόμοι γειτονιάς λόγω της μη κεντρικότητάς τους.

Τροχαία ατυχήματα με πεζούς

Στο Χάρτη 4.25 εξετάζεται η πυκνότητα τροχαίων ατυχημάτων όπου οι παθόντες είναι πεζοί είτε τραυματίστηκαν ελαφρά, είτε βαριά είτε υπήρξαν θύματα αυτών.

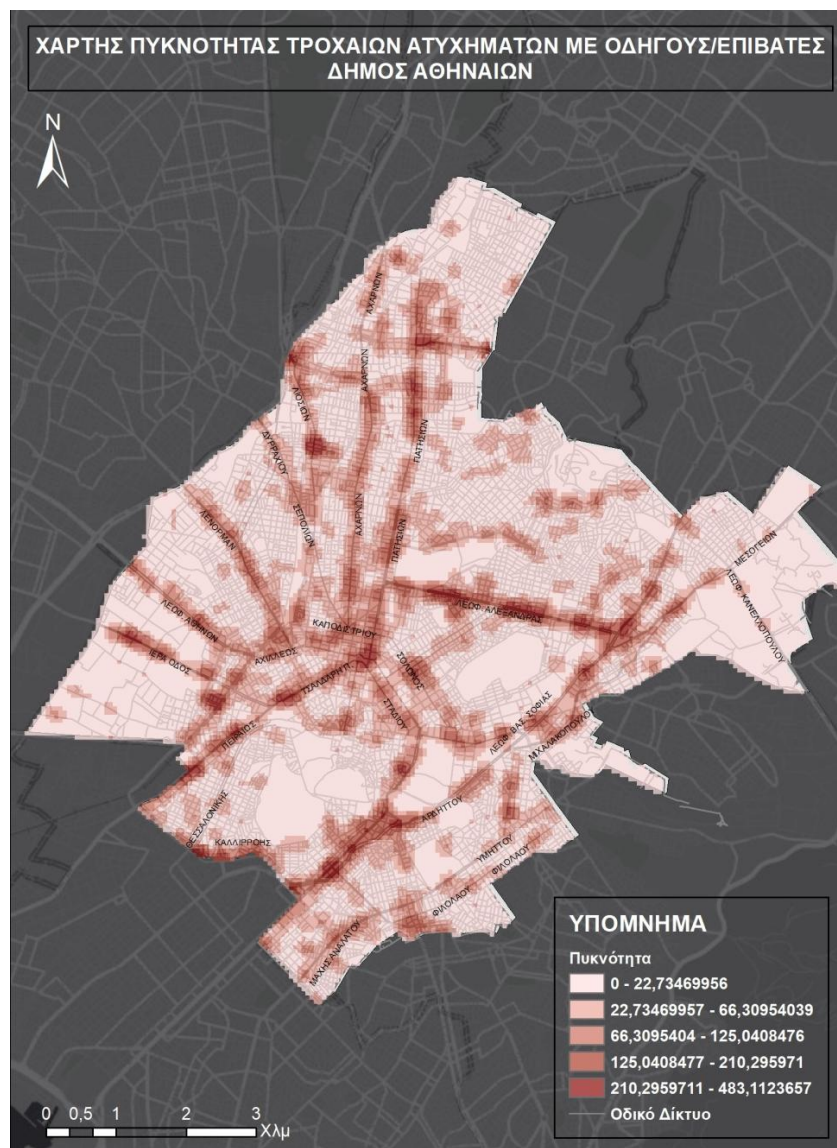


Χάρτης 4.25 : Πυκνότητα τροχαίων ατυχημάτων με πεζούς

Όπως φαίνεται οι τιμές της πυκνότητας τροχαίων ατυχημάτων με πεζούς είναι κατά πλειοψηφία υψηλές και μέτριες πυκνότητας κατά μήκος κεντρικών οδών ενώ μεγάλες συγκεντρώσεις με πολύ υψηλές τιμές πυκνότητας εμφανίζονται κυρίως σε τμήματα των οδών Πατησίων, Λεωφ. Συγγρού, Λεωφ. Αλεξάνδρας, Κηφισίας και

Αχαρνών καθώς και σε μικρή ακτίνα γύρω από την πλατεία Ομονοίας. Χαμηλές έως μηδενικές τιμές πυκνότητας χαρακτηρίζουν το μεγαλύτερο μέρος του δήμου σε σημεία όπου δεν υφίσταται οδικό δίκτυο και σε οδούς που δεν έχουν παρατηρηθεί συγκεντρώσεις τροχαίων ατυχημάτων με εμπλεκόμενους πεζούς. Ωστόσο, άξιο αναφοράς είναι το γεγονός ότι μερικές κεντρικές αρτηρίες από τις οποίες υπάρχει γενικά μεγάλη διέλευση οχημάτων, όπως είναι η Ιερά Οδός, η Λένορμαν, η Υμηττού και η Λεωφ. Βασιλίσσης Σοφίας από την αρχή της μέχρι την πλατεία Μαβίλης παρουσιάζουν μηδενικές συγκεντρώσεις, ενώ σε μεμονωμένα τμήματα τους πολύ χαμηλές πυκνότητες ατυχημάτων.

Τροχαία ατυχήματα με οδηγούς/επιβάτες

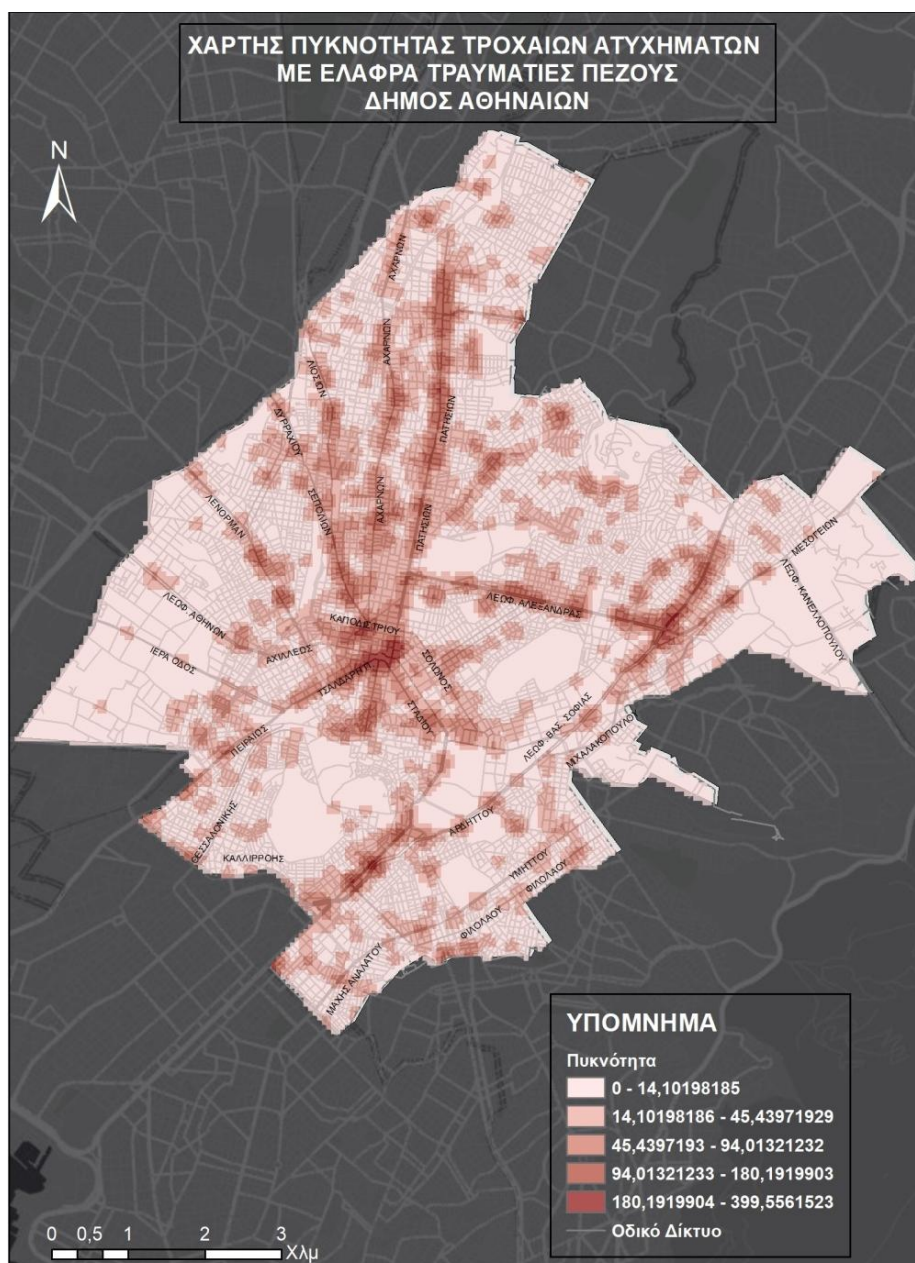


Χάρτης 4.26 : Πυκνότητα τροχαίων ατυχημάτων με οδηγούς/επιβάτες

Η κατηγορία των τροχαίων ατυχημάτων με επιβαίνοντες σε οχήματα είτε ως οδηγοί είτε ως επιβάτες σε αυτά παρουσιάζει σε γενικές γραμμές ίδια εικόνα οπτικά με το σύνολο των τροχαίων ατυχημάτων, κάτι το οποίο εξηγείται εάν λάβουμε υπόψη μας

ότι οι οδηγοί/επιβάτες ως παθόντες εμφανίζονται με ποσοστό 54% στο σύνολο των ατυχημάτων. Συνεπώς, τα αποτελέσματα που προκύπτουν είναι ίδια ως προς τις υψηλές πυκνότητες, διαφέρουν μόνο ως προς τις χαμηλές και πολύ χαμηλές πυκνότητες όπου αυτές αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος του δήμου και εντοπίζονται σε όλες τις τοπικές οδούς. Οι πολύ υψηλές και υψηλές τιμές πυκνότητας εντοπίζονται στη Λεωφ. Αλεξάνδρας, στην Ιερά Οδό, στις παράλληλες οδούς Καλλιρρόης και Λεωφ. Συγγρού, στην Πατησίων, στη Λιοσίων και στην Πειραιώς.

Τροχαία ατυχήματα με ελαφρά τραυματίες πεζούς

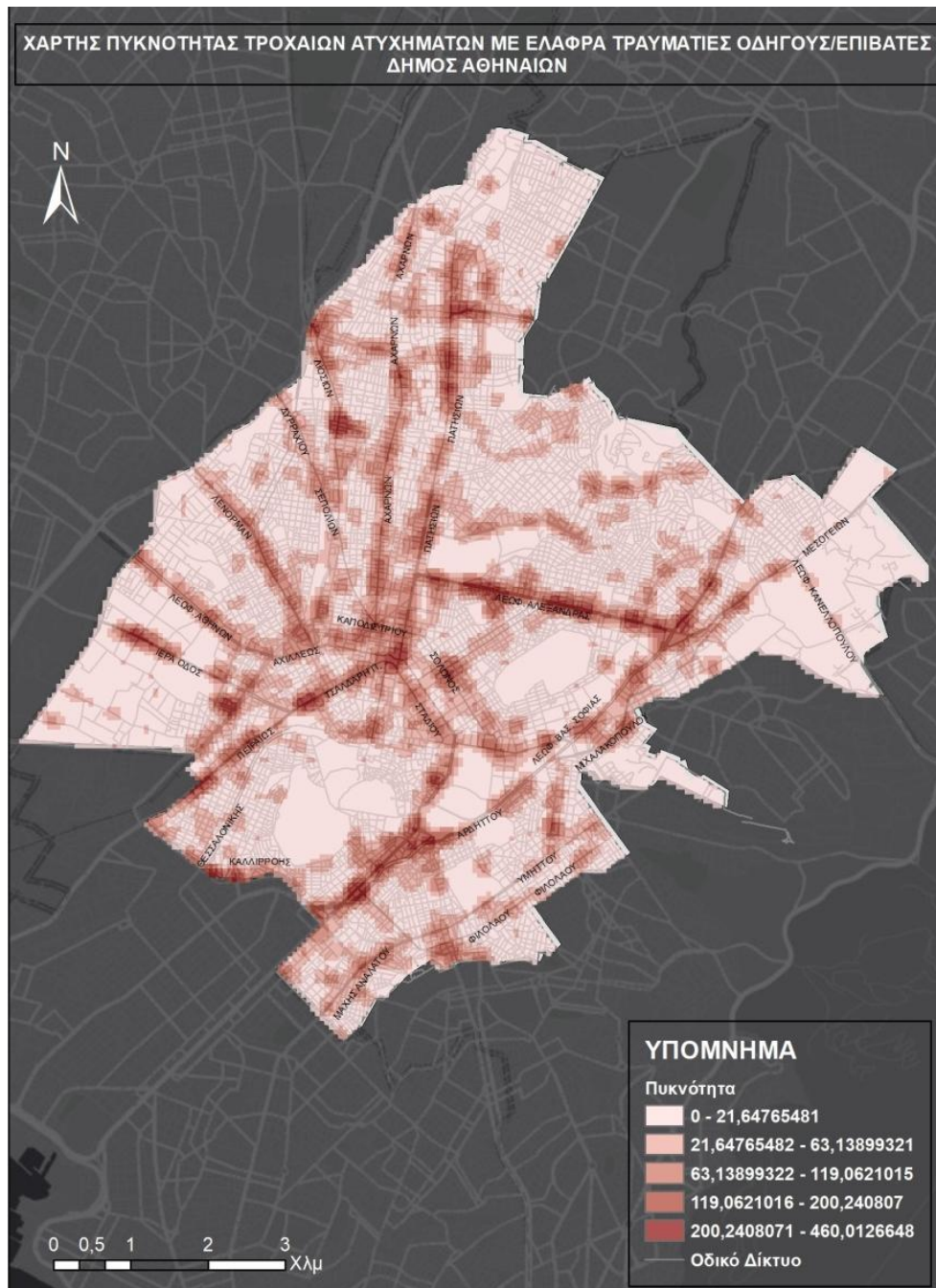


Χάρτης 4.27 : Πυκνότητα τροχαίων ατυχημάτων με ελαφρά τραυματίες πεζούς

Η κατηγορία αυτή παρουσιάζει πολύ υψηλή ένταση ως προς τη συγκέντρωση ατυχημάτων στο κέντρο του δήμου σε μικρή ακτίνα γύρω από την πλατεία Ομονοίας,

σε τμήματα της Λεωφ. Συγγρού και στη συμβολή των λεωφόρων Αλεξάνδρας και Βασιλίσσης Σοφίας. Στην αμέσως επόμενη κλάση της υψηλής πυκνότητας κατατάσσονται η οδός Πατησίων στο μεγαλύτερο μέρος της, η Λεωφ. Αλεξάνδρας και τμήμα της οδού Λεωφ. Κηφισίας. Επιπρόσθετα παρατηρούνται υψηλές πυκνότητες τροχαίων ατυχημάτων με ελαφρά τραυματίες πεζούς σε συγκεκριμένα σημεία της οδού Λένορμαν, της οδού Αχαρνών και της οδού Λιοσίων.

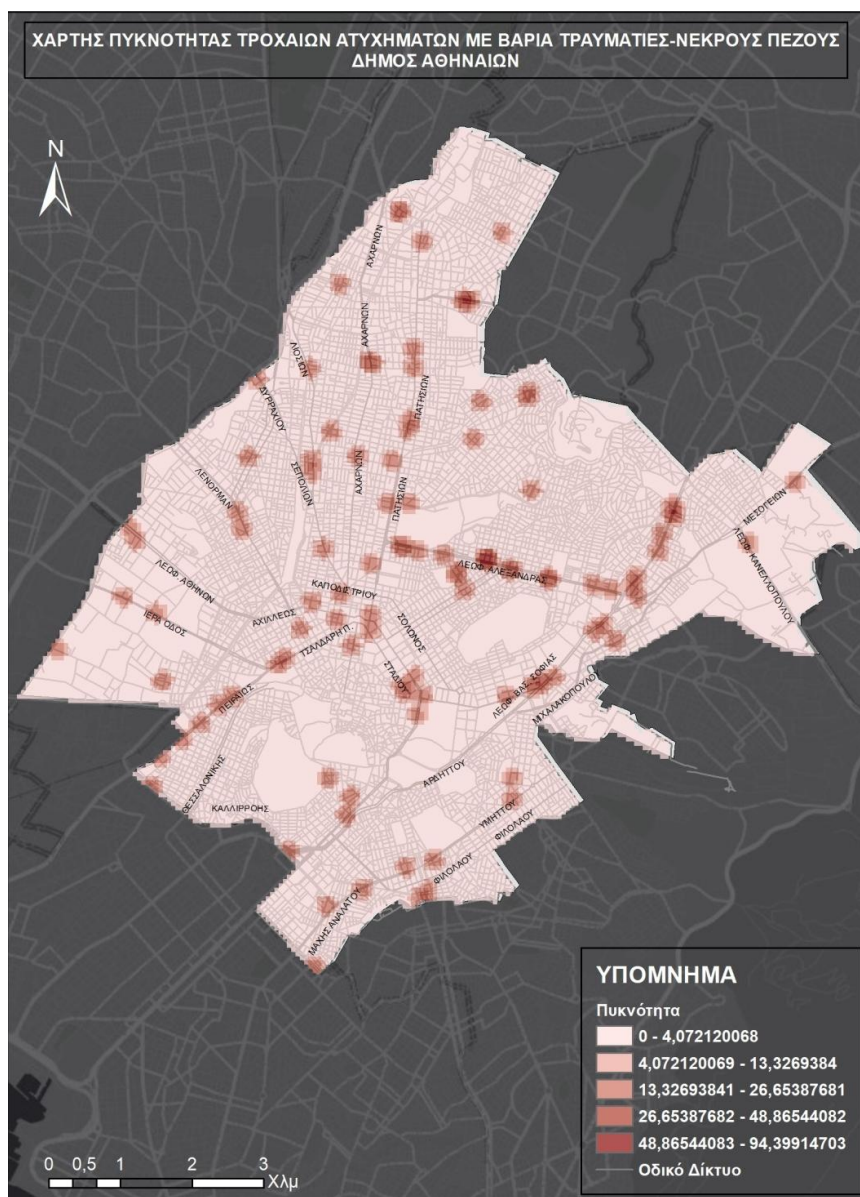
Τροχαία ατυχήματα με ελαφρά τραυματίες οδηγούς/επιβάτες



Χάρτης 4.28 : Πυκνότητα τροχαίων ατυχημάτων με ελαφρά τραυματίες οδηγούς/επιβάτες

Σύμφωνα με το Χάρτη 4.28 πολύ υψηλή πυκνότητα τροχαίων ατυχημάτων με ελαφρά τραυματίες οδηγούς/επιβάτες εμφανίζεται κυρίως στα ανατολικά του δήμου στη Λεωφ. Αλεξάνδρας, στο βόρειο τμήμα αυτού επί της οδού Πατησίων, σε τμήμα της Ιεράς οδού και της Λεωφ. Συγγρού και σε συγκεκριμένες θέσεις της οδού Λιοσίων και γύρω από την πλατεία Ομονοίας. Ωστόσο, όπως παρατηρείται, οι υψηλές αυτές πυκνότητες είναι περιορισμένες στο γενικό σύνολο του οδικού δικτύου και λαμβάνοντας υπόψη το σύνολο των τροχαίων ατυχημάτων με ελαφρά τραυματίες οδηγούς/επιβάτες. Υψηλές πυκνότητες επίσης απεικονίζονται στην οδό Λένορμαν, στην οδό Αχαρνών και στις οδούς Καλλιρρόης και Λεωφ. Συγγρού μετά τις Στύλες του Ολυμπίου Διός. Οι δύο μικρότερες κλάσεις που αντιπροσωπεύουν τις πολύ χαμηλές και χαμηλές τιμές πυκνότητας εντοπίζονται σε οδούς δευτερεύοντος οδικού δικτύου και σε περιοχές του δήμου όπου υπάρχουν λόφοι και χώροι πρασίνου.

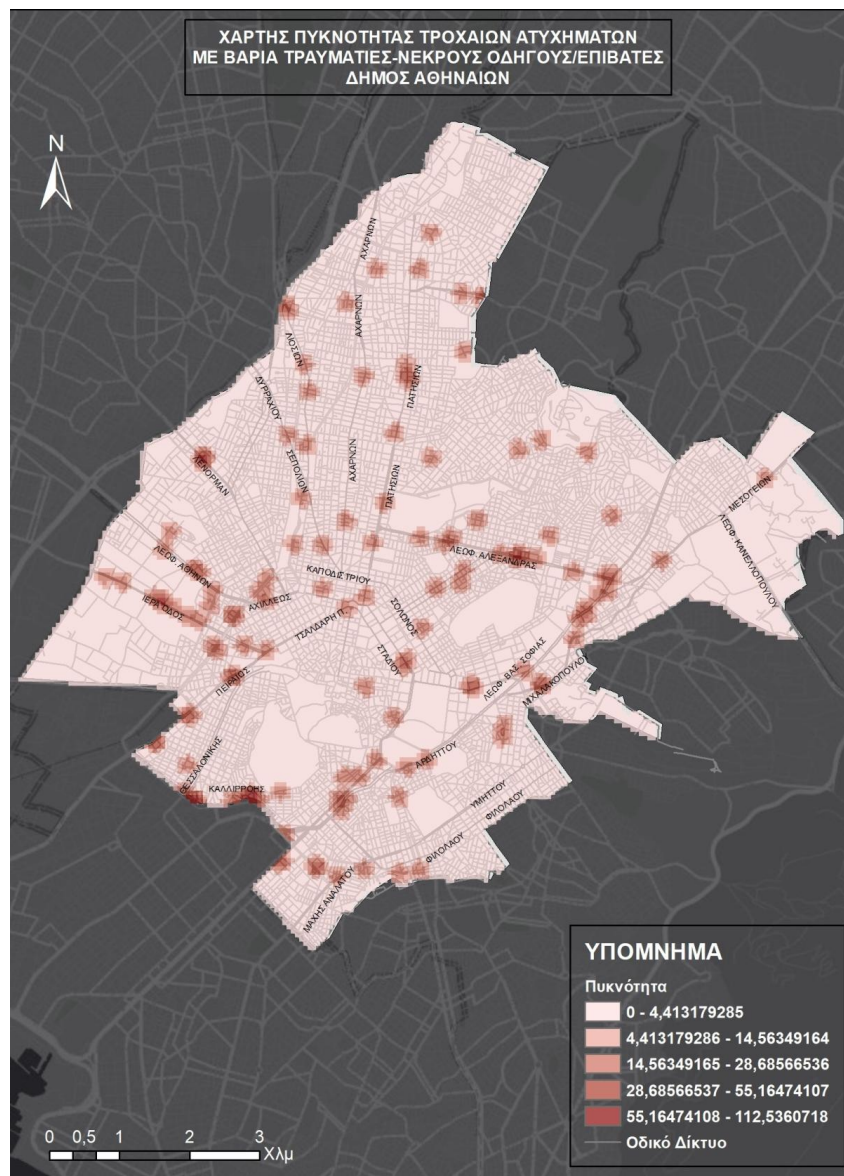
Τροχαία ατυχήματα με βαριά τραυματίες-νεκρούς πεζούς



Χάρτης 4.29 : Πυκνότητα τροχαίων ατυχημάτων με βαριά τραυματίες-νεκρούς πεζούς

Η κατηγορία των ατυχημάτων όπου υπήρξε βαρύς τραυματισμός ή και θάνατος πεζού απαριθμεί μικρό αριθμό συμβάντων στο σύνολο των ατυχημάτων που προέκυψαν στο δήμο Αθηναίων τη δεκαετία 2008-2017. Για το λόγο αυτό, το αποτέλεσμα της μεθόδου Kernel είναι ένας χάρτης όπου οι πυκνότητες εμφανίζονται σχεδόν σημειακές. Στην Λεωφ. Αλεξάνδρας και στη Λεωφ. Γαλατσίου εντοπίζονται σημειακές θέσεις όπου υπάρχει πολύ υψηλή πυκνότητα τροχαίων ατυχημάτων αυτής της κατηγορίας. Στην αμέσως επόμενη κλάση των υψηλών πυκνοτήτων προστίθενται επιπλέον σημεία ή θέσεις στο υπόλοιπο τμήμα της Λεωφ. Αλεξάνδρας καθιστώντας τη οδό υψηλής συγκέντρωσης ατυχημάτων με βαριά τραυματίες και νεκρούς πεζούς. Το μεγαλύτερο μέρος του δήμου κατατάσσεται στη χαμηλότερη κλάση των πολύ χαμηλών έως μηδενικών πυκνοτήτων και λίγα σημεία στο υπόλοιπο κύριο οδικό δίκτυο παρουσιάζουν χαμηλή έως μέτρια πυκνότητα.

Τροχαία ατυχήματα με βαριά τραυματίες-νεκρούς οδηγούς/επιβάτες



Χάρτης 4.30 : Πυκνότητα τροχαίων ατυχημάτων με βαριά τραυματίες-νεκρούς οδηγούς/επιβάτες

Ομοίως με την προηγούμενη κατηγορία, τα ατυχήματα με βαριά τραυματίες ή νεκρούς στην περίπτωση που οι παθόντες ήταν επιβαίνοντες σε όχημα απεικονίζονται σημειακά στο Χάρτη 4.30 με εξαίρεση μέτριες προς χαμηλές πυκνότητες που εντοπίζονται κατά μήκος της Ιεράς Οδού, της Λεωφ. Αλεξάνδρας και της Λεωφ. Βασιλίσσης Σοφίας. Σε γενικές γραμμές οι πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις τέτοιων ατυχημάτων είναι αυτές που επικρατούν στο δήμο και παρατηρούνται είτε σε κύριο είτε σε δευτερεύον οδικό δίκτυο. Υψηλές πυκνότητες εμφανίζονται σημειακά στην οδό Λένορμαν, στη Λεωφ. Αλεξάνδρας, στην Ιερά Οδό και στην Καλλιρρόης.

Συμπερασματικά, λαμβάνοντας υπόψη όλες τις κατηγορίες οδικών ατυχημάτων που μελετήθηκαν, διαπιστώθηκε ότι η Λεωφ. Αλεξάνδρας είναι η οδός που εμφανίζει τις υψηλότερες πυκνότητες τροχαίων ατυχημάτων όλων των κατηγοριών ανεξαρτήτου είδους παθόντα και κατηγορία σοβαρότητας. Επιπλέον, η Λεωφ. Πατησίων, η Λεωφ. Συγγρού και η παράλληλη σε αυτή οδός Καλλιρρόης όπως επίσης και οι δρόμοι που περιβάλλουν την πλατεία Ομονοίας εμφανίζουν υψηλές συγκεντρώσεις τροχαίων ατυχημάτων σε όλες τις περιπτώσεις. Οι προαναφερθείσες οδοί μπορούν να χαρακτηριστούν ως οι πιο επικίνδυνες τόσο για πεζούς όσο και για επιβαίνοντες οχημάτων. Επιπλέον, ενδιαφέρον παρουσιάζει ο γεγονός ότι οδοί όπως η Ιερά Οδός και η Λεωφ. Αθηνών εμφανίζουν πυκνότητα μόνο στις περιπτώσεις όπου στα τροχαία ατυχήματα οι εμπλεκόμενοι είναι οδηγοί ή επιβάτες οχημάτων και συνεπώς για τους πεζούς μπορούν να θεωρηθούν λιγότερο επικίνδυνες σε σχέση με άλλες οδούς ταχείας κυκλοφορίας.

4.4.3 Συσχετίσεις

Η ανάλυση των τροχαίων ατυχημάτων που προηγήθηκε έγινε με τελικό σκοπό τη συσχέτιση και την ερμηνεία των αποτελεσμάτων που προέκυψαν με τη συντακτική δομή της πόλης μέσα από τη χρήση συντακτικών μέτρων και συγκεκριμένα της γωνιακής επιλογής (choice).

Όπως διαπιστώθηκε οπτικά από την ανάλυση, αλλά και από τα αποτελέσματα της μεθόδου Εκτίμησης Πυρήνα (Kernel Density Estimator), στην περίπτωση της υπερτοπικής κλίμακας των 5000 μέτρων προέκυψαν υψηλές πυκνότητες σε κεντρικές οδούς και λεωφόρους όπου εντοπίστηκαν και υψηλές πυκνότητες τροχαίων ατυχημάτων όλων των κατηγοριών που εξετάστηκαν. Αντίθετα, στην περίπτωση της τοπικής κλίμακας των 600 μέτρων η αντίστοιχη σύγκριση των οδών εντοπίστηκε σε μέτριες έως χαμηλές πυκνότητες. Τα συμπεράσματα αυτά, ωστόσο είναι μια πρώτη εκτίμηση των αποτελεσμάτων και για το λόγο αυτό στην ενότητα αυτή διερευνάται η συσχέτιση των τροχαίων ατυχημάτων με τη συντακτική ανάλυση του αστικού δικτύου.

Όπως προαναφέρθηκε, το αποτέλεσμα της μεθόδου Kernel Density Estimator είναι ένας χάρτης σε μορφή raster και όπως είναι λογικό δε μπορεί να γίνει σύγκριση δύο αρχείων αυτής της μορφής. Αναγκαία είναι η μετατροπή τους σε vector και η

σύγκριση των τιμών της πυκνότητας κάθε κελιού που παράγεται. Έτσι, μετατρέποντας τα raster αρχεία σε vector, δημιουργούνται πολύγωνα τα οποία έχουν ως πληροφορία την τιμή πυκνότητας του κάθε pixel και συνεπώς αυτές οι τιμές είναι, που τελικά θα εξαχθούν σε πίνακες, θα συγκριθούν μεταξύ τους για να αποδειχθεί εάν υπάρχει συσχέτιση και σε τι βαθμό.

Καταλληλότερος δείκτης συσχέτισης για τα δεδομένα της παρούσας μελέτης κρίθηκε ο δείκτης Spearman's *rho*, ο οποίος είναι ενδεικτικός της γραμμικής συσχέτισης δύο φαινομένων και χρησιμοποιείται για δεδομένα που δεν ακολουθούν την κανονική κατανομή. Ο συντελεστής συσχέτισης Spearman's *rho* παίρνει τιμές στο κλειστό διάστημα [-1,+1]. Με το ένα (+1) να σημαίνει απόλυτη θετική συσχέτιση των δύο φαινομένων, το μείον-ένα (-1) απολύτως αρνητική και το μηδέν (0) καμία συσχέτιση των δύο φαινομένων. Για τον υπολογισμό του δείκτη Spearman's *rho* έγινε χρήση του στατιστικού λογισμικού IBM SPSS Statistics και τα αποτελέσματα της συσχέτισης παρουσιάζονται στη συνέχεια.

Συσχέτιση συντακτικής επιλογής τοπικής κλίμακας (600μ) με κατηγορίες τροχαίων ατυχημάτων

- **Σύνολο τροχαίων ατυχημάτων**

Πίνακας 4.10 : Δείκτης Συσχέτισης (Spearman's rho), Συντακτική επιλογή 600 μ και τροχαία ατυχήματα

| Spearman's rho | | | |
|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| | | Τροχαία Ατυχήματα | Γωνιακή Επιλογή 600μ |
| Τροχαία Ατυχήματα | Correlation Coefficient | 1,000 | ,251** |
| | Sig. (2-tailed) | | 0,000 |
| | N | 16657 | 16657 |
| Γωνιακή Επιλογή 600μ | Correlation Coefficient | ,251** | 1,000 |
| | Sig. (2-tailed) | 0,000 | |
| | N | 16657 | 16657 |

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

- **Τροχαία ατυχήματα με πεζούς**

Πίνακας 4.11 : Δείκτης Συσχέτισης (Spearman's rho), Συντακτική επιλογή 600 μ και τροχαία ατυχήματα με πεζούς

| Spearman's rho | | | |
|------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| | | Γωνιακή Επιλογή 600μ | Τροχαία Ατυχήματα με Πεζούς |
| Γωνιακή Επιλογή 600μ | Correlation Coefficient | 1,000 | ,258** |
| | Sig. (2-tailed) | | 0,000 |
| | N | 16645 | 16645 |
| Τροχαία Ατυχήματα με Πεζούς | Correlation Coefficient | ,258** | 1,000 |
| | Sig. (2-tailed) | 0,000 | |
| | N | 16645 | 16645 |

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

- Τροχαία ατυχήματα με ελαφρά τραυματίες πεζούς

Πίνακας 4.12 : Δείκτης Συσχέτισης (Spearman's rho), Συντακτική επιλογή 600 μ και τροχαία ατυχήματα με ελαφρά τραυματίες πεζούς

| Spearman's rho | | | |
|---|-------------------------|---|----------------------|
| | | Τροχαία Ατυχήματα με Ελαφρά Τραυματίες Πεζούς | Γωνιακή Επιλογή 600μ |
| Τροχαία Ατυχήματα με Ελαφρά Τραυματίες Πεζούς | Correlation Coefficient | 1,000 | ,273** |
| | Sig. (2-tailed) | | 0,000 |
| | N | 16643 | 16643 |
| Γωνιακή Επιλογή 600μ | Correlation Coefficient | ,273** | 1,000 |
| | Sig. (2-tailed) | 0,000 | |
| | N | 16643 | 16643 |

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

- Τροχαία ατυχήματα με βαριά τραυματίες- νεκρούς πεζούς

Πίνακας 4.13 : Δείκτης Συσχέτισης (Spearman's rho), Συντακτική επιλογή 600 μ και τροχαία ατυχήματα με βαριά τραυματίες-νεκρούς πεζούς

| Spearman's rho | | | |
|--|-------------------------|--|----------------------|
| | | Τροχαία Ατυχήματα με Βαριά Τραυματίες-Νεκρούς Πεζούς | Γωνιακή Επιλογή 600μ |
| Τροχαία Ατυχήματα με Βαριά Τραυματίες-Νεκρούς Πεζούς | Correlation Coefficient | 1,000 | ,030** |
| | Sig. (2-tailed) | | 0,000 |
| | N | 16639 | 16639 |
| Γωνιακή Επιλογή 600μ | Correlation Coefficient | ,030** | 1,000 |
| | Sig. (2-tailed) | 0,000 | |
| | N | 16639 | 16639 |

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

Συγκεντρωτικά αποτελέσματα συσχετίσεων δείκτη Spearman's rho

Πίνακας 4.14 : Συγκεντρωτικά αποτελέσματα δείκτη συσχέτισης (Spearman's rho), Συντακτική Επιλογή 600μ και κατηγορίες τροχαίων ατυχημάτων

| Spearman's rho | | | | |
|-----------------------|-------------------|-----------------------------|---|---|
| | Τροχαία Ατυχήματα | Τροχαία Ατυχήματα με Πεζούς | Τροχαία Ατυχήματα με Ελαφρά Τραυματίες Πεζούς | Τροχαία Ατυχήματα με Βαριά-Νεκρούς Πεζούς |
| Γωνιακή Επιλογή 600μ | | ,251** | ,258** | ,273** |
| | | | | ,030** |

Η τοπική ακτίνα των 600 μέτρων στη συντακτική ανάλυση επιλέχθηκε να συγκριθεί με τις κατηγορίες ατυχημάτων όπου οι παθόντες ήταν πεζοί έτσι ώστε να ελεγχθεί εάν στους δρόμους όπου κινούνται οι πεζοί , δηλαδή δρόμους που ευνοούνται για περπάτημα συμβαίνουν και τροχαία ατυχήματα με πεζούς.

Όπως φαίνεται από τον συγκεντρωτικό πίνακα συσχετίσεων (Πίνακας 4.14), η συντακτική ανάλυση με χρήση της τοπικής κλίμακας παρουσιάζει χαμηλή θετική

συσχέτιση με όλες τις κατηγορίες ατυχημάτων που εξετάστηκαν και συγκεκριμένα η συσχέτιση δεν ξεπερνάει το 0,27. Το γεγονός αυτό οφείλεται κυρίως στο ότι η ακτίνα των 600 μέτρων ευνοεί την πεζή κίνηση και δικαιολογείται από τη λογική της κίνησης του αυτοκινήτου στην πόλη. Με άλλα λόγια, αν λάβουμε υπόψη μας ότι το αυτοκίνητο ως μέσο μεταφοράς στην πόλη δεν επιλέγεται για μικρές και κοντινές αποστάσεις όπου μπορεί κανείς να μεταβεί πεζός, τα αποτελέσματα του δείκτη Spearman's rho, όπου εμφανίζονται μικρές τιμές που μεταφράζονται σε χαμηλές συσχετίσεις, το επιβεβαιώνουν.

Συσχέτιση συντακτικής επιλογής υπερτοπικής κλίμακας (5000μ) με κατηγορίες τροχαίων ατυχημάτων

- Σύνολο τροχαίων ατυχημάτων

Πίνακας 4.15 : Δείκτης Συσχέτισης (Spearman's rho), Συντακτική επιλογή 5000 μ και τροχαία ατυχήματα

| Spearman's Rho | | | |
|--|-------------------------|----------------------|-------------------|
| | | Γωνιακή Επιλογή 5χλμ | Τροχαία Ατυχήματα |
| Γωνιακή Επιλογή 5χλμ | Correlation Coefficient | 1,000 | ,577** |
| | Sig. (2-tailed) | | 0,000 |
| | N | 16686 | 16686 |
| Τροχαία Ατυχήματα | Correlation Coefficient | ,577** | 1,000 |
| | Sig. (2-tailed) | 0,000 | |
| | N | 16686 | 16686 |
| **. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed). | | | |

- Τροχαία ατυχήματα με οδηγούς/επιβάτες

Πίνακας 4.16 : Δείκτης Συσχέτισης (Spearman's rho), Συντακτική επιλογή 5000 μ και τροχαία ατυχήματα με οδηγούς/επιβάτες

| Spearman's rho | | | |
|--|-------------------------|---------------------------------------|----------------------|
| | | Τροχαία Ατυχήματα με Οδηγούς/Επιβάτες | Γωνιακή Επιλογή 5χλμ |
| Τροχαία Ατυχήματα με Οδηγούς/Επιβάτες | Correlation Coefficient | 1,000 | ,532** |
| | Sig. (2-tailed) | | 0,000 |
| | N | 16685 | 16685 |
| Γωνιακή Επιλογή 5χλμ | Correlation Coefficient | ,532** | 1,000 |
| | Sig. (2-tailed) | 0,000 | |
| | N | 16685 | 16685 |
| **. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed). | | | |

- Τροχαία ατυχήματα με ελαφρά τραυματίες οδηγούς/επιβάτες

Πίνακας 4.17 : Δείκτης Συσχέτισης (Spearman's rho), Συντακτική επιλογή 5000 μ και τροχαία ατυχήματα με ελαφρά τραυματίες οδηγούς/επιβάτες

| <u>Spearman's rho</u> | | | |
|--|-------------------------|---|----------------------|
| | | Τροχαία Ατυχήματα με Ελαφρά Τραυματίες Οδηγούς/Επιβάτες | Γωνιακή Επιλογή 5χλμ |
| Τροχαία Ατυχήματα με Ελαφρά Τραυματίες Οδηγούς/Επιβάτες | Correlation Coefficient | 1,000 | ,533** |
| | Sig. (2-tailed) | | 0,000 |
| | N | 16685 | 16685 |
| Γωνιακή Επιλογή 5χλμ | Correlation Coefficient | ,533** | 1,000 |
| | Sig. (2-tailed) | 0,000 | |
| | N | 16685 | 16685 |
| **. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed). | | | |

- Τροχαία ατυχήματα με βαριά τραυματίες-νεκρούς οδηγούς/επιβάτες

Πίνακας 4.18 : Δείκτης Συσχέτισης (Spearman's rho), Συντακτική επιλογή 5000 μ και τροχαία ατυχήματα με βαριά τραυματίες-νεκρούς οδηγούς/επιβάτες

| <u>Spearman's rho</u> | | | |
|--|-------------------------|--|----------------------|
| | | Τροχαία Ατυχήματα με Βαριά τραυματίες-Νεκρούς Οδηγούς/Επιβάτες | Γωνιακή Επιλογή 5χλμ |
| Τροχαία Ατυχήματα με Βαριά τραυματίες-Νεκρούς Οδηγούς/Επιβάτες | Correlation Coefficient | 1,000 | ,206** |
| | Sig. (2-tailed) | | 0,000 |
| | N | 16676 | 16676 |
| Γωνιακή Επιλογή 5χλμ | Correlation Coefficient | ,206** | 1,000 |
| | Sig. (2-tailed) | 0,000 | |
| | N | 16676 | 16676 |
| **. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed). | | | |

- Τροχαία ατυχήματα με πεζούς

Πίνακας 4.19 : Δείκτης Συσχέτισης (Spearman's rho), Συντακτική επιλογή 5000 μ και τροχαία ατυχήματα με πεζούς

| Spearman's rho | | | |
|-----------------------------|-------------------------|-----------------------------|----------------------|
| | | Τροχαία Ατυχήματα με Πεζούς | Γωνιακή Επιλογή 5χλμ |
| Τροχαία Ατυχήματα με Πεζούς | Correlation Coefficient | 1,000 | ,508** |
| | Sig. (2-tailed) | | 0,000 |
| | N | 16679 | 16679 |
| Γωνιακή Επιλογή 5χλμ | Correlation Coefficient | ,508** | 1,000 |
| | Sig. (2-tailed) | 0,000 | |
| | N | 16679 | 16679 |

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

Συγκεντρωτικά αποτελέσματα συσχέτισεων δείκτη Spearman's rho

Πίνακας 4.20 : Συγκεντρωτικά αποτελέσματα δείκτη συσχέτισης (Spearman's rho), Συντακτική Επιλογή 5000μ και κατηγορίες τροχαίων ατυχημάτων

| Spearman's rho | | | | | |
|-----------------------|-------------------|---------------------------------------|---|--|-----------------------------|
| | Τροχαία Ατυχήματα | Τροχαία Ατυχήματα με Οδηγούς/Επιβάτες | Τροχαία Ατυχήματα με Ελαφρά Τραυματίες Οδηγούς/Επιβάτες | Τροχαία Ατυχήματα με Βαριά τραυματίες-Νεκρούς Οδηγούς/Επιβάτες | Τροχαία Ατυχήματα με Πεζούς |
| Γωνιακή Επιλογή 5χλμ | ,577** | ,532** | ,533** | ,206** | ,508** |

Όπως δείχνουν τα παραπάνω αποτελέσματα του δείκτη συσχέτισης Spearman's rho υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ της συντακτικής ανάλυσης μέσω της γωνιακής επιλογής υπερτοπικής ακτίνας 5000 μέτρων και των διαφόρων κατηγοριών τροχαίων ατυχημάτων. Η υψηλότερη συσχέτιση εμφανίζεται στη σύγκριση με το σύνολο των τροχαίων ατυχημάτων που είναι περίπου 0,6 , ωστόσο σε όλες τις περιπτώσεις η συσχέτιση κυμαίνεται στο 0,5. Η μόνη κατηγορία ατυχημάτων η οποία παρουσιάζει χαμηλή θετική αυτοσυσχέτιση είναι αυτή των οδικών ατυχημάτων που είχαν ως αποτέλεσμα το βαρύ τραυματισμό ή και το θάνατο χρηστών αυτοκινήτου. Η χαμηλή αυτή συσχέτιση οφείλεται στο ότι τα τροχαία αυτής της κατηγορίας είναι πολύ λίγα σε αριθμό συγκριτικά με το σύνολο των τροχαίων ατυχημάτων του δείγματος. Επιπρόσθετα, αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι παρουσιάζεται θετική συσχέτιση της συντακτικής ανάλυσης με τα τροχαία ατυχήματα όπου εμπλέκονται οι πεζοί και αυτό αποδεικνύει ότι όταν κινούνται πεζοί σε δρόμους ταχείας κυκλοφορίας και δρόμους όπου κατακλύζονται καθημερινά από αυτοκίνητα, υπάρχει κίνδυνος να τραυματιστούν. Η ακτίνα των 5000 μέτρων αποδεικνύεται ως πλέον καταλληλότερη για τη σύγκριση και συσχέτιση της δομής του χώρου με το φαινόμενο των τροχαίων ατυχημάτων.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όπως είναι γνωστό τα οδικά ατυχήματα αποτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό των ατυχημάτων στις μεταφορές και ενοχοποιούνται ως μια από τις κυριότερες αιτίες θανάτου. Για το λόγο αυτό τα ατυχήματα που εκτυλίσσονται στο οδικό δίκτυο έχουν απασχολήσει πολύ τους μελετητές οι οποίοι μέσα από έρευνες τους, σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, τα έχουν συσχετίσει με πολλούς διαφορετικούς παράγοντες. Δυστυχώς η Ελλάδα έχει έναν από τους υψηλότερους δείκτες ατυχημάτων στην Ευρώπη και παρά τη μείωση που έχει σημειωθεί σήμερα σε σχέση με παλαιότερα, από το 2012 και μέχρι τώρα ο αριθμός των τροχαίων ατυχημάτων στη χώρα μας παραμένει σταθερά υψηλός.

Το αντικείμενο της παρούσας έρευνας είναι η χωροχρονική ανάλυση των τροχαίων ατυχημάτων στο Δήμο Αθηναίων κατά τη χρονική περίοδο 2008-2017 και η διερεύνηση της συσχέτιση τους με τη χωρική διαμόρφωση του οδικού δικτύου με χρήση της Συντακτικής Ανάλυσης (Space Syntax). Έτσι, πραγματοποιήθηκε τόσο ποσοτική ανάλυση όσο και χωρική προσέγγιση του φαινομένου των τροχαίων ατυχημάτων μέσω των χωρικών εργαλείων που προσφέρει η χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) σε συνδυασμό με τη στατιστική. Τα δύο αυτά εργαλεία παράλληλα έπαιξαν καταλυτικό ρόλο στην άρτια και ολοκληρωμένη προσέγγιση και ανάλυση του προβλήματος.

Αναλυτικότερα, στην παρούσα έρευνα το πρόβλημα των τροχαίων ατυχημάτων προσεγγίστηκε πολεοδομικά και χωρικά, συγκρίνοντας διάφορες κατηγορίες με τη συντακτική δομή του αστικού οδικού δικτύου. Οι κατηγορίες τροχαίων ατυχημάτων που επιλέχθηκαν προς εξέταση, θεωρήθηκαν ως οι πιο σημαντικές προς διερεύνηση και οι πιο βασικές καθώς παρατηρούνται συνεχώς σε τέτοιου είδους ατυχήματα. Ειδικότερα, η διάκριση μεταξύ πεζών και οδηγών ή επιβατών ήταν καθοριστική ώστε να αναλυθούν διαφορετικές περιπτώσεις χρηστών του οδικού δικτύου. Έτσι, από τη μία πλευρά η έρευνα εστίασε στους πεζούς οι οποίοι ανήκουν στην κατηγορία των ευάλωτων χρηστών του οδικού δικτύου και χρήζουν ειδικής διαχείρισης. Από την άλλη πλευρά εξετάστηκαν οι περιπτώσεις τροχαίων ατυχημάτων όπου οι εμπλεκόμενοι είναι είτε οδηγοί οχήματος είτε επιβάτες σε αυτό και όπως είναι λογικό καταγράφονται στο μεγαλύτερο ποσοστό των ατυχημάτων που λαμβάνουν χώρα στο οδικό δίκτυο. Αξιοσημείωτο ήταν το γεγονός ότι σε βάθος δεκαετίας και συγκεκριμένα μεταξύ των ετών 2008-2017 που εξετάζονται στην εν λόγω έρευνα, το ποσοστό των τροχαίων ατυχημάτων ήταν σχετικά υψηλό σε ποσοστό περίπου 36%. Το γεγονός αυτό δικαιολογείται αν λάβει κανείς υπόψη τη γενικότερη νοοτροπία που έχει ο πεζός ως χρήστης του δρόμου στην Ελλάδα, καθώς πολλές φορές παρατηρούνται παραβάσεις του φωτεινού σηματοδότη των πεζών από τους ιδίους, αλλά και διαγώνιες μετακινήσεις μεταξύ των μεγάλων κεντρικών αρτηριών για συντομότερη χρονικά μετακίνηση αποφεύγοντας την ασφαλή επιλογή κατεύθυνσης τους από τις σχεδιασμένες διαβάσεις του οδοστρώματος. Ωστόσο, δεν εκλείπει και η

αδικαιολόγητη συμπεριφορά των οδηγών οι οποίοι συχνά δεν παραχωρούν προτεραιότητα προς τους πεζούς και γίνονται σχεδόν αποκλειστικοί χρήστες του δρόμου.

Όπως διαπιστώθηκε από τη χωρική ανάλυση που διεξήχθη στο κεφάλαιο της εφαρμογής, το χωρικό πρότυπο για την πλειοψηφία των εξεταζόμενων περιπτώσεων ήταν ομαδοποιημένο και συνεπώς διερευνήθηκαν περαιτέρω. Η χρονολογία που συνέβη το κάθε ατύχημα αξιοποιήθηκε ως εργαλείο για τη διερεύνηση σημείων στο δήμο της Αθήνας που παρουσιάζουν διαχρονικότητα και τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα σημεία αυτά βρίσκονται κυρίως επί των κεντρικών οδών Λεωφ. Αλεξάνδρας, Λεωφ. Κηφισίας, 28^{ης} Οκτωβρίου, Λιοσίων, αλλά και οδών με μικρότερη κεντρικότητα γύρω από την πλατεία Ομονοίας. Τα γεγονόσ αυτό δείχνει ότι οι συγκεκριμένες οδοί χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης με σκοπό να εντοπιστούν τα αίτια που προκαλούν τα τροχαία ατυχήματα.

Επιπρόσθετα, πολύτιμο εργαλείο αξιολογείται η μέθοδος Εκτίμησης Πυρήνα (Kernel Density Estimator) που εφαρμόστηκε με σκοπό αφενός τον εντοπισμό υψηλών πυκνοτήτων τροχαίων ατυχημάτων για κάθε κατηγορία, αφετέρου για τη συσχέτιση τους με τη συντακτική ανάλυση. Γενικότερο συμπέρασμα που απορρέει από την εφαρμογή της μεθόδου είναι ότι η Λεωφ. Αλεξάνδρας είναι η οδός που εμφανίζει τις υψηλότερες πυκνότητες τροχαίων ατυχημάτων όλων των κατηγοριών ανεξαρτήτως είδος παθόντα και κατηγορία σοβαρότητας και ακολουθούν η Λεωφ. Πατησίων, η Λεωφ. Συγγρού και η παράλληλη σε αυτή οδός Καλλιρρόης όπως επίσης και οι δρόμοι που περιβάλλουν την πλατεία Ομονοίας. Ωστόσο άξιο αναφοράς είναι το γεγονός ότι οδοί όπως η Ιερά Οδός και η Λεωφ. Αθηνών εμφανίζουν πυκνότητα μόνο στις περιπτώσεις όπου στα τροχαία ατυχήματα οι εμπλεκόμενοι είναι οδηγοί ή επιβάτες οχημάτων.

Όσον αφορά τη συσχέτιση που πραγματοποιήθηκε, διαπιστώθηκε ότι καταλληλότερη ακτίνα εφαρμογής για τη συντακτική επιλογή (choice) ήταν η υπερτοπική ακτίνα των 5000 μέτρων, καθώς σχετίζεται με την κίνηση με αυτοκίνητο. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ της συντακτικής ανάλυσης μέσω της γωνιακής επιλογής υπερτοπικής ακτίνας 5000 μέτρων και των διαφόρων κατηγοριών τροχαίων ατυχημάτων.

Συνοψίζοντας, τα τροχαία ατυχήματα είναι ένα ιδιαίτερα σημαντικό φαινόμενο και η συνεχής εξέτασή του είναι αναγκαία. Ο λόγος που κάνει τόσο σημαντική την ανάλυση τους και την εύρεση τρόπου αντιμετώπισης είναι πρωταρχικά ο ανθρώπινος παράγοντας που έχει άμεση σχέση και που, όπως έχει αποδειχθεί, πολλές είναι οι φορές που ένα τροχαίο ατύχημα αποβαίνει μοιραίο, αλλά και δευτερευόντως η οικονομική ζημία που προκαλούν, καθώς τα οδικά ατυχήματα αποτελούν μία από τις κυριότερες και μεγαλύτερες κοινωνικές δαπάνες. Για το λόγο αυτό, κρίνεται σκόπιμο να αναλύονται και να ερευνώνται οι αιτίες που τα προκαλούν, να βρίσκονται όσο το δυνατόν καλύτερες λύσεις και να παίρνονται τα απαραίτητα μέτρα για τη συνεχή μείωση τους.

Τέλος, όπως συμπεραίνεται και από την παρούσα εργασία, η τεχνολογία GIS μπορεί να συμβάλλει στη συστηματική καταγραφή των τροχαίων σε όλη τους την έκταση, στην αναλυτική μελέτη τους και στη διεξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τη παρούσα και μελλοντική τους διακύμανση, έτσι ώστε να δημιουργηθούν οι βέλτιστες στρατηγικές πρόληψης και αντιμετώπισης αυτού του μείζονος προβλήματος Δημόσιας Υγείας.

Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Αναλύοντας τη θέση όπου λαμβάνει χώρα ένα τροχαίο ατύχημα, μπορούν να εντοπιστούν και να επισημανθούν επικίνδυνα σημεία ή αλλιώς «μελανά σημεία» (black spots) του οδικού δικτύου, αλλά επίσης και ολόκληρες οδοί ή λεωφόροι όπου μπορεί να καταγράφεται υψηλός αριθμός τροχαίων ατυχημάτων. Σχετικά με τα αποτελέσματα που εξήχθησαν για τις επικίνδυνες θέσεις σε άλλη μελέτη μπορούν αυτές να εξεταστούν και να διαπιστωθούν τυχόν τοπικές αιτίες που δημιουργούν τον αυξημένο αριθμό ατυχημάτων σε κάθε επικίνδυνη θέση και να προταθούν βελτιώσεις για τη μείωσή τους.

Επιπλέον, το πρόβλημα των οδικών τροχαίων ατυχημάτων είναι πολύπλοκο και πολύπλευρο καθώς προκαλούνται από διάφορους παράγοντες. Ως εκ τούτου, σε επόμενη έρευνα μπορούν να γίνουν πιο λεπτομερείς αναλύσεις που να αφορούν και να εστιάζουν σε ποικίλες παραμέτρους και διαστάσεις ενός οδικού τροχαίου ατυχήματος, όπως για παράδειγμα στον κυκλοφοριακό φόρτο και την κυκλοφοριακή συμφόρηση της οδού όπου προκλήθηκε το τροχαίο ατύχημα, την κατάσταση τόσο του οδηγού όσο και του οδοστρώματος και του οχήματος τη δεδομένη στιγμή, αλλά και των καιρικών συνθηκών που επικρατούσαν κατά το συμβάν.

Αξίζει, τέλος, να σημειωθεί ότι το μεθοδολογικό πλαίσιο που παρουσιάστηκε στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία αποτέλεσε σημαντικό κομμάτι αξιολόγησης της αστικής διαμόρφωσης του οδικού δικτύου και των τροχαίων ατυχημάτων και έτσι μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση και συσχέτιση και άλλων φαινομένων που έχουν χωρική υπόσταση.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΑΝΑΦΟΡΕΣ**Διεθνής Βιβλιογραφία**

Anderson, T. (2007). Comparison of spatial methods for measuring road accident 'hotspots': a case study of London. *Journal of Maps*, 3(1), pp.55-63.

Anselin, L. (1993): «The Moran Scatterplot as an ESDA Tool to Assess Local Instability and Spatial Association». Paper presented at the GISDATA Specialist Meeting on GIS and Spatial Analysis, Amsterdam, The Netherlands, December 1-5 (West Virginia University, Regional Research Institute, Research Paper 9330).

Anselin, L., “Local Indicators of Spatial Association—LISA,” *Geographical Analysis*, vol. 27, no. 2, pp. 93-115, 1995.

Baraklanios, I., Spyridonidou, A., Basbas, S., Karanikolas, N. and Vagiona, D. (2012). Developing a GIS-based methodology for managing and analyzing road traffic accident data in Greece. In: 4th International Conference on Cartography & GIS. Thessaloniki.

Boots, Barry N. and Arthur Getis, 1988. *Point Pattern Analysis*. Newbury Park, CA: Sage Publications.

Brimicombe, A. (2004). On being more robust about 'hot spots'. In *Proceedings of The Seventh Annual Crime Mapping Research Conference*, Boston, Massachusetts, USA pp. 234-240.

Chou, Yue-Hong, (1997), *Exploring Spatial Analysis in GIS*, Santa Fe: On Word Press

Clark, P. and Evans, F. (1954). Distance to Nearest Neighbor as a Measure of Spatial Relationships in Populations. *Ecology*, 35(4), pp.445-453.

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

Cook, W. D., Kazakov, A. and Persaud, B. N. (2001) Prioritising highway accident sites: a data envelopment analysis model, *Journal of Operational Research Society*, 52, 303-309.

Dasanayaka U. and Jayasinghe A. (2013). Road Traffic Crashes and Road Configuration; A Space Syntax Application, FARU Conference, Faculty of Architecture Research Unit, University of Moratuwa, At Hambanthota, Volume: 05 (Issue 01) ISSN 2012-6301

Erdogan, S. (2009). Explorative spatial analysis of traffic accident statistics and road mortality among the provinces of Turkey. *Journal of Safety Research*, 40(5), pp.341-351.

Erdogan, S., Yilmaz, I., Baybura, T. and Gullu, M. (2007). Geographical information systems aided traffic accident analysis system case study: city of Afyonkarahisar. *Accident Analysis & Prevention*, 40(1), pp.174-181.

European Commission (4 April 2019), Publication of preliminary road safety statistics 2018: http://europa.eu/rapid/press-release_IP-19-1951_en.htm

European Commission (2019), Handbook on the External Costs of Transport (https://ec.europa.eu/transport/themes/sustainable/studies/sustainable_en)

European Commission (2010), Communication “Towards a European road safety area: policy orientations on road safety 2011-2020”, COM (2010) 389 final.

European Road Safety Observatory (www.erso.eu), Annual Accident Report 2018

Getis A, Ord J. 1992. The analysis of spatial association by use of distance statistics. *Geogr Anal.* 24(3):189–206.

Goodchild, M.F., (1987), *Spatial Autocorrelation. Concepts and Techniques in Modern Geography* 47, Norwich: Geo Books, 1987

Haining, R., (1990), “*Spatial Data Analysis in the Social and Environmental Sciences*.” Cambridge: Cambridge University Press, 1990

Hauer, E. (1996) Identification of sites with promise, *Transportation Research Record*, 30, 54-60.

Hong, J., Lee, S., Lim, J. and Kim, J. (2016). Application of Spatial Econometrics Analysis for Traffic Accident Prediction Models in Urban Areas. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 9.

Hosking S.G., Young K.L., Regan M.A. (2006). The effects of text messaging on young novice driver performance. Report No. 246. Melbourne, VIC, Australia: National Roads and Motorists’ Association Motoring and Services and National Roads and Motorists’ Association Insurance

Ifedi, F. (2005). Sport participation in Canada. Statistics Canada: Culture, Tourism and Centre for Education Statistics Division.

Ivan, K. and Haidu, I. (2012). The Spatio-Temporal Distribution of road accidents in Cluj Napoca. *Geographia Technica*, 2, pp.32-38.

Kolody, K., Perez-Bravo, D., Zhao, J., Neuman, T.R, (2014) *Highway Safety Manual User Guide*

- Knight, J., Weaver, R., Jones, P., “Walkable and resurgent for whom? The uneven geographies of walkability in Buffalo, NY,” *Applied Geography*, vol. 92, pp. 1-11, 2018.
- McEvoy, S. P., Stevenson, M. R., & McCartt, A. T. (2005). Role of mobile phones in motor vehicle crashes resulting in hospital attendance: A case-crossover study. *British Medical Journal*, 331, 428–430
- Molla, M., M., Stone, M. and Lee, E. (2014). Geostatistical Approach to Detect Traffic Accident Hot Spots and Clusters in North Dakota, DP-276. North Dakota State University, Fargo: Upper Great Plains Transportation Institute
- Moran, P. (1950) A Test for the Serial Independence of Residuals. *Biometrika*, 37, 178-181.
- National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA), Dept. of Transportation (US) (2018), “Traffic Safety Facts 2016: Annual Report” www.nhtsa.dot.gov
- National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA), 2013. A Compilation of Motor Vehicle Crash Data from the Fatality Analysis Reporting System and the General Estimates System, Data. US Department of Transportation
- National Safety Council, 2010. Understanding the Distracted Brain, March 2010.
- Noland, R. and Quddus, M. (2004). A spatially disaggregate analysis of road casualties in England. *Accident Analysis & Prevention*, 36(6), pp.973-984.
- Obeidat B., AlHashimi I., Tawalbeh S. (2017). Urban grid and traffic safety: Using space syntax as an assessment tool. Proceedings of the 11th international space syntax symposium, Lisbon
- Ord, J.K. and A. Getis (1995). Local spatial autocorrelation statistics: distributional issues and an application. *Geographical Analysis*, 27, 286-306.
- Porta, S., Latora, V. & Wang, F., (2009). Street centrality and densities of retail and services in Bologna, Italy. *Environment and Planning B*, Τόμος 36, p. 450–465.
- Regan, M.A. (2004a). A Sign of the Future - 1: Intelligent Transport Systems. (Chapter 14) In Castro, C. and Horberry, T. (Ed). *The Human Factors of Transport Signs*. USA: CRC Press. pp 213-224.
- Regan, M.A. (2004b). A Sign of the Future - 2: Human Factors. (Chapter15). In Castro, C. and Horberry, T (Ed). *The Human Factors of Transport Signs*. USA: CRC Press. pp 225- 238.
- Regan, M.A. (2004c). New technologies in cars: Human factors and safety issues. *Ergonomics Australia*, 18 (3)

Sinхой Goo, Misong Kim and Kyungsoo Pyo (2016). A study on correlation analysis between spatial structure and traffic accidents by space syntax, World Congress on GIS & Remote Sensing, August 01-03, New Orleans, Louisiana, USA

Stutts, J.C., Reinfurt, D.W., Staplin, L., & Rodgman, E.A. (2001). The role of driver distraction in traffic crashes. Washington, DC: AAA Foundation for Traffic Safety.

Thomas, I. (1996) Spatial Data Aggregation: Exploratory analysis of road accidents, Accident Analysis and Prevention, 28, 251-264.

Yannis, G. and Laiou, A. (2014). Current Road Safety Trends in Greece. Periodica Polytechnica Transportation Engineering, 42(2), pp.145-151.

Yannis, G., Laiou, A. and Evgenikos, P. (2014). Road Safety Management in Greece. In: Regional Road Safety Capacity Building Workshop. Belgrade

Yannis G., Theofilatos A., Pispiringos G. (2017). "Investigation of road accident severity per vehicle type", Transportation Research Procedia, 25, (2017), 2076-2083

Wang, J.S., Knipling, R.R., & Goodman, M.J. (1996). The role of driver inattention in crashes: New statistics from the 1995 Crashworthiness Data System. 40th Annual Proceedings of the Association for the Advancement of Automotive Medicine, Vancouver, Canada, pp.377-392.

World Health Organisation (2018), "Global Status Report on Road Safety": https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2018/en/

Ελληνική Βιβλιογραφία

Αραβαντινός, Α., (2007): *Πολεοδομικός Σχεδιασμός, για μια βιώσιμη ανάπτυξη του αστικού χώρου*. Β' Έκδοση. Αθήνα: Συμμετρία.

Γιαννής, Γ., Γκόλιας, Ι., Παπαδημητρίου, Ε. and Σπυροπούλου, Ι. (2006). Ανάλυση Επικινδυνότητας οδηγών ΙΧ και δικύκλων στην Ελλάδα. In: Ενημερωτική συγκέντρωση για θέματα Ασφάλισης Κλάδου Αυτοκινήτων και Πρόληψης Τροχαίων Ατυχημάτων. Αθήνα

Γιαννής, Γ. και Φώλλα, Κ. (2016). Η οδική ασφάλεια στην Ελλάδα και στις τουριστικές περιοχές της. In: Οδική Ασφάλεια και Τουρισμός - Ασφαλή Ταξίδια στην Πελοπόννησο. Βραχάτι

Κουτσόπουλος, Κ. (2009) Πραγματεία Ανάλυσης Χώρου Τόμος Α': Θεωρία Αθήνα: Παπασωτηρίου.

Μαχαίρας Η., (2017), Χωροχρονική ανάλυση θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων σε περιβάλλον GIS: Νομοί της Ελλάδος και Δήμοι της Αττικής την περίοδο 2011-2015,

Διπλωματική εργασία, Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Μελιδονιώτης Ε. (2013), Χωρική επιδημιολογική ανάλυση θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων στην Κρήτη κατά το χρονικό διάστημα 2001-2012, Μεταπτυχιακή εργασία, Προγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Δημόσια Υγεία & Διοίκηση Υπηρεσιών Υγείας», Πανεπιστήμιο Κρήτης – Τμήμα Ιατρικής

Φραντζεσκάκης, Ι. και Γκόλιας, Ι. (1994). Οδική ασφάλεια. Αθήνα: Παπασωτηρίου, pp. 47-53.

Φώτης, Γ. (2010). Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών. Αθήνα: Γκοβόστη

Φώτης Ν.Γ. (2011). Διδακτικές σημειώσεις

Φώτης, Γ. (2009). Ποσοτική Χωρική Ανάλυση. Αθήνα: Γκοβόστης Εκδοτική Α.Β.Ε.Ε.

Διαδικτυακοί ιστότοποι

Ελληνική Αστυνομία (Α.Ε.Α.), Διεύθυνση Τροχαίας αστυνόμευσης,

http://www.astynomia.gr/index.php?option=ozo_content&perform=view&id=81882&Itemid=73&lang=)

Ελληνική Στατιστική Αρχή

(Διαθέσιμο: <https://www.statistics.gr/documents/20181/79945af4-9e55-1831-9262-b635741d564b>) τελευταία πρόσβαση: 15/2/2020

Βικιπαίδεια

<https://el.wikipedia.org/>

Geodata

<http://geodata.gov.gr>