

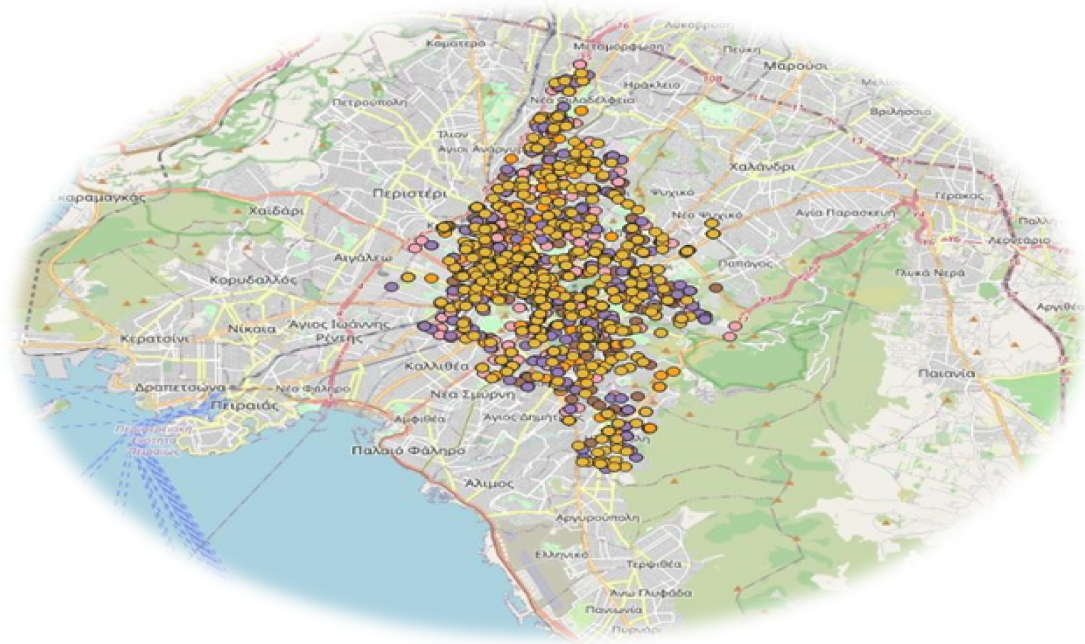


ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ - ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
Τομέας Γεωγραφίας & Περιφερειακού Σχεδιασμού

Διπλωματική Εργασία

ΧΩΡΟΧΡΟΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΡΟΧΑΙΩΝ
ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ GIS
ΣΤΟΝ ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΤΟΜΕΑ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΔΟ 2016 – 2020

Μπίνιος Χαράλαμπος



Επιβλέπουσες: Α. Στρατηγέα, Καθηγήτρια ΕΜΠ

Μ. Πηγάκη, Δρ ΕΔΙΠ ΕΜΠ

Αθήνα

Οκτώβριος 2023

Θα ήθελα να απευθύνω τις θερμές ευχαριστίες μου στην υπεύθυνη της διπλωματικής μου εργασίας, κα. Α. Στρατηγέα, Καθηγήτρια του Τομέα Γεωγραφίας & Περιφερειακού Σχεδιασμού για την ανεκτίμητη υποστήριξη της, καθώς και στην κα. Μ. Πηγάκη, Δρ ΕΔΙΠ, ΕΜΠ, για την καθοδήγηση και την εμπιστοσύνη που μου παρείχε κατά τη διάρκεια της προετοιμασίας και της υλοποίησης της παρούσας εργασίας. Η πορεία αυτή δεν θα ήταν δυνατή χωρίς τις πολύτιμες συμβουλές, την καθοδήγηση και την εμπειρία που μου προσφέρατε καθ' όλη τη διάρκεια της εργασίας μου. Είσαστε πραγματικά εξαιρετικοί Δάσκαλοι, και νιώθω τυχερός που είχα την ευκαιρία να σας έχω ως καθοδηγητές σε αυτή τη προσπάθειά μου.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερος τον Μιχάλη Παρασκευουδάκη για τη στήριξή του κατά τη διάρκεια αυτής της πορείας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για τη στήριξη και την υπομονή τους στην προσπάθειά μου αυτή.

Σας ευχαριστώ θερμά για όλα, και είμαι ευγνώμων για την ευκαιρία που μου δώσατε να μάθω και να αναπτύξω τον εαυτό μου.

Η οδική ασφάλεια είναι ένα πολυπαραγοντικό ζήτημα που εξαρτάται από τη συμπεριφορά του ανθρώπου/οδηγού, την ασφάλεια των οχημάτων, την ποιότητα της υποδομής και το ρυθμιστικό πλαίσιο. Επομένως, οι βελτιώσεις μπορούν να επιτευχθούν μόνο λαμβάνοντας υπόψη όλους αυτούς τους παράγοντες.

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως στόχο τη χωροχρονική ανάλυση των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων στον Κεντρικό Τομέα Αθηνών για το διάστημα 2016 - 2020.

Αρχικά, έγινε η ανάλυση της υπάρχουσας κατάστασης, για να διερευνηθεί η επάρκεια των υποδομών σε σχέση με τη σοβαρότητα των συμβάντων. Πιο συγκεκριμένα, συλλέχθηκαν οι θέσεις των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων και στη συνέχεια έγινε συσχέτιση των υποδομών, όπως ο φωτισμός, η σήμανση και η σηματοδότηση, η ύπαρξη διασταύρωσης, δρόμος μονής/διπλής κατεύθυνσης, αριθμός λωρίδων ανά κατεύθυνση, κατάσταση οδοστρώματος, ευθυγραμμία, στένωση δρόμου με τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα. Από τη συσχέτιση αυτή εξάγονται χρήσιμα συμπεράσματα που έχουν να κάνουν με τις υποδομές και τον ρόλο και τη σημαντικότητά τους στα τροχαία ατυχήματα, με απώτερο στόχο να αντιμετωπιστεί το μείζον κοινωνικό και εθνικό θέμα των οδικών ατυχημάτων, στο οποίο η Ελλάδα κατέχει υψηλές θέσεις σε σχέση με άλλες χώρες και δυστυχώς πολλοί συμπολίτες μας χάνουν τη ζωή τους κάθε έτος.

Λέξεις - κλειδιά: θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα, υποδομές, GIS, χωρική ανάλυση

Road safety is a multifactorial issue that depends on the human/driver behaviour, vehicle safety, infrastructure quality and regulatory framework. Therefore, improvements can only be achieved by considering all these factors.

This Diploma Thesis aims at the spatio-temporal analysis of fatal traffic accidents in the Central Sector of Athens for the period 2016 - 2020.

First, the current situation is analyzed in order to investigate the adequacy of the infrastructure in relation to the severity of the road incidents. More specifically, the locations of fatal traffic accidents are collected; and then condition of the infrastructure such as lighting, marking and signaling, existence of intersection, one/two-way road, number of lanes per direction, pavement condition, alignment, road narrowing with fatal traffic accidents is explored. Based on the above data, useful conclusions are drawn that are associated with the quality of infrastructure and its role and importance in road accidents, thus addressing the major social and national issue of road accidents, in which Greece occupies high position in relation to other countries, while unfortunately many of our fellow citizens lose their lives every year.

Keywords: fatal traffic accidents, infrastructure, GIS, spatial analysis

Περίληψη.....	4
Abstract	5
1. Εισαγωγή.....	11
1.1 Οδική Ασφάλεια και Τροχαία Ατυχήματα με Αριθμούς - Ευρωπαϊκή Ένωση και Ελλάδα.....	14
1.1.1 Οδική ασφάλεια και τροχαία ατυχήματα στην Ευρωπαϊκή Ένωση	14
1.1.2 Οδική ασφάλεια και τροχαία ατυχήματα στην Ελλάδα	18
2. Ορισμοί Βασικών Εννοιών	22
2.1. Ορισμοί Τροχαίων Ατυχημάτων	22
2.2. Ορισμοί Υποδομής Οδικού Δικτύου	23
2.3. Δεδομένα - Επεξεργασία	24
2.4. Δεδομένα Παρατηρητηρίου Οδικής Ασφάλειας του ΕΜΠ.....	33
3. Μεθοδολογική Προσέγγιση	38
3.1. Συλλογή Δεδομένων	38
3.2. Μεταβλητές	39
3.3. Μέθοδοι Ανάλυσης	39
4. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα	41
4.1. Γεωκωδικοποίηση	41
4.2. Υπολογισμός Χωρικού Μέσου.....	44
4.3. Μέθοδος Εκτίμησης Πυκνότητας Πυρήνα (Kernel Density Estimation).....	48
4.4. Ανάλυση «Δείκτη Πλησιέστερου Γείτονα»	51
4.5. Συσχέτιση Θανατηφόρων Τροχαίων Ατυχημάτων με Μεταβλητές των Υποδομών του Δήμου Αθηναίων	53
4.6. Απόσταση προς το Κοντινό Κέντρο (Distance to Near Hub).....	53
57	
4.7. Είδος Οδοστρώματος.....	60
4.8. Τεχνητός Φωτισμός.....	63
4.9. Κατάσταση Οδοστρώματος.....	65
4.10. Σήμανση και Σηματοδότηση	68
5. Συμπεράσματα	71
Βιβλιογραφία.....	75

Χάρτης 4-1. Ατυχήματα 2016 – 2020 στον Κεντρικό Τομέα Αθηνών	44
Χάρτης 4-2. Χωρικός Μέσος Θανόντων και Τραυματιών από Τροχαία Ατυχήματα 2016 στον Κεντρικό Τομέα Αθηνών	45
Χάρτης 4-3. Χωρικός Μέσος Θανόντων και Τραυματιών από Τροχαία Ατυχήματα 2017 στον Κεντρικό Τομέα Αθηνών	46
Χάρτης 4-4. Χωρικός Μέσος Θανόντων και Τραυματιών από Τροχαία Ατυχήματα 2018 στον Κεντρικό Τομέα Αθηνών	46
Χάρτης 4-5. Χωρικός Μέσος Θανόντων και Τραυματιών από Τροχαία Ατυχήματα 2019 στον Κεντρικό Τομέα Αθηνών	47
Χάρτης 4-6. Χωρικός Μέσος Θανόντων και Τραυματιών από Τροχαία Ατυχήματα 2020 στον Κεντρικό Τομέα Αθηνών	47
Χάρτης 4-7. Kernel Density Estimation, 2016 στον Κεντρικό Τομέα Αθηνών	49
Χάρτης 4-8. Kernel Density Estimation, 2017 στον Κεντρικό Τομέα Αθηνών	49
Χάρτης 4-9. Kernel Density Estimation, 2018 στον Κεντρικό Τομέα Αθηνών	50
Χάρτης 4-10. Kernel Density Estimation, 2019 στον Κεντρικό Τομέα Αθηνών.....	50
Χάρτης 4-11. Kernel Density Estimation, 2020 στον Κεντρικό Τομέα Αθηνών.....	51
Χάρτης 4-12. Δήμος Αθηναίων Distance to near Hub.....	54
Χάρτης 4-13. Είδος Οδοστρώματος, Δήμος Αθηναίων - Τροχαία Ατυχήματα, 2016.....	60
Χάρτης 4-14. Είδος Οδοστρώματος, Δήμος Αθηναίων - Τροχαία Ατυχήματα, 2017.....	61
Χάρτης 4-15. Είδος Οδοστρώματος, Δήμος Αθηναίων - Τροχαία Ατυχήματα, 2018.....	61
Χάρτης 4-16. Είδος Οδοστρώματος, Δήμος Αθηναίων - Τροχαία Ατυχήματα, 2019.....	62
Χάρτης 4-17. Είδος Οδοστρώματος, Δήμος Αθηναίων - Τροχαία Ατυχήματα, 2020.....	62
Χάρτης 4-18. Τεχνητός Φωτισμός, Δήμος Αθηναίων - Τροχαία Ατυχήματα, 2016.....	63
Χάρτης 4-19. Τεχνητός Φωτισμός, Δήμος Αθηναίων - Τροχαία Ατυχήματα, 2017.....	63
Χάρτης 4-20. Τεχνητός Φωτισμός, Δήμος Αθηναίων - Τροχαία Ατυχήματα, 2018.....	64
Χάρτης 4-21. Τεχνητός Φωτισμός, Δήμος Αθηναίων - Τροχαία Ατυχήματα, 2019.....	64

Χάρτης 4-22. Τεχνητός Φωτισμός, Δήμος Αθηναίων - Τροχαία Ατυχήματα, 2020.....	65
Χάρτης 4-23. Κατάσταση Οδοστρώματος, Δήμος Αθηναίων - Τροχαία Ατυχήματα, 2016.....	65
Χάρτης 4-24. Κατάσταση Οδοστρώματος, Δήμος Αθηναίων - Τροχαία Ατυχήματα, 2017.....	66
Χάρτης 4-25. Κατάσταση Οδοστρώματος, Δήμος Αθηναίων - Τροχαία Ατυχήματα, 2018.....	66
Χάρτης 4-26. Κατάσταση Οδοστρώματος, Δήμος Αθηναίων - Τροχαία Ατυχήματα, 2019.....	67
Χάρτης 4-27. Κατάσταση Οδοστρώματος, Δήμος Αθηναίων - Τροχαία Ατυχήματα, 2020.....	67
Χάρτης 4-28. Σήμανση και Σηματοδότηση, Δήμος Αθηναίων – Τροχαία Ατυχήματα, 2016.....	68
Χάρτης 4-29. Σήμανση και Σηματοδότηση, Δήμος Αθηναίων – Τροχαία Ατυχήματα, 2017.....	68
Χάρτης 4-30. Σήμανση και Σηματοδότηση, Δήμος Αθηναίων – Τροχαία Ατυχήματα, 2018.....	69
Χάρτης 4-31. Σήμανση και Σηματοδότηση, Δήμος Αθηναίων – Τροχαία Ατυχήματα, 2019.....	69
Χάρτης 4-32. Σήμανση και Σηματοδότηση, Δήμος Αθηναίων – Τροχαία Ατυχήματα, 2020.....	70

Κατάλογος Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1-1. Διαχρονική εξέλιξη τροχαίων ατυχημάτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ)	15
Διάγραμμα 1-2. Αίτια θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων	19
Διάγραμμα 1-3. Μείωση ανθρώπινων απωλειών σε οδικά ατυχήματα το 2020 – Επίδοση κρατών-μελών της ΕΕ	20
Διάγραμμα 2-1. Κατανομή πλήθους ατυχημάτων ανά έτος για την περίοδο 2016 – 2020	25
Διάγραμμα 2-2. Κατανομή πλήθους ατυχημάτων ανά κατηγορία παθόντων και ανά έτος	26
Διάγραμμα 2-3. Κατανομή ατυχημάτων ανά έτος ή έτη και ανά γεωγραφικό κωδικό ή κωδικούς	26
Διάγραμμα 2-4. Πλήθος ατυχημάτων και οι κατηγορίες αυτών στον Δήμο Αθηναίων το 2019	27

Διάγραμμα 2-5. Κατανομή πλήθους ατυχημάτων ανά έτος με βάση την κατάσταση του φωτισμού της οδού	27
Διάγραμμα 2-6. Πλήθος ατυχημάτων ανά έτος με βάση την επαρκή κατάσταση του φωτισμού της οδού κατά τη διάρκεια της νύκτας	30
Διάγραμμα 2-7. Πλήθος ατυχημάτων ανά έτος με βάση την κατάσταση (επαρκής – ανεπαρκής) του φωτισμού κατά τη διάρκεια της νύκτας μιας οδού που εμφανίζει στένωση	31
Διάγραμμα 2-8. Πλήθος ατυχημάτων ανά έτος με βάση την κατάσταση (επαρκής – ανεπαρκής) του φωτισμού κατά τη διάρκεια της νύκτας μιας οδού που εμφανίζει διασταύρωση	31
Διάγραμμα 2-9. Πλήθος ατυχημάτων ανά έτος με βάση την κατάσταση του φωτισμού κατά τη διάρκεια της νύκτας μιας οδού με φωτεινό σηματοδότη σε λειτουργία	32
Διάγραμμα 2-10. Πλήθος ατυχημάτων ανά έτος με βάση την κατάσταση (επαρκής – ανεπαρκής) του φωτισμού κατά τη διάρκεια της νύκτας μιας οδού με ύπαρξη σήματος STOP ή άλλης πινακίδας παραχώρησης προτεραιότητας	33

Εικόνα 1-1. Αριθμός των θανάτων από τροχαία ατυχήματα στην Ευρώπη, (α) το 2020 και (β) το 2019	16
Εικόνα 1-2. Η θέση της χώρας ανάμεσα στα κράτη-μέλη της ΕΕ το 2010 και 2019	18
Εικόνα 2-1. Περιφέρεια Αττικής – Δείκτες Επικινδυνότητας και Σοβαρότητας, Ελλάδα 2017 - 2019	34
Εικόνα 2-2. Δείκτης επικινδυνότητας ανά Δήμο της Περιφέρειας Αττικής	35
Εικόνα 2-3. Δείκτης σοβαρότητας τροχαίων ατυχημάτων ανά Δήμο της Περιφέρειας Αττικής	36
Εικόνα 4-1: Θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα ανά συνοικία, 2016	54
Εικόνα 4-2: Θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα ανά συνοικία, 2017.....	55
Εικόνα 4-3: Θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα ανά συνοικία, 2018	55
Εικόνα 4-4: Θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα ανά συνοικία, 2019.....	56
Εικόνα 4-5: Θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα ανά συνοικία, 2020.....	56
Εικόνα 4-6: Θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα ανά συνοικία, 2016-2020, και συνολικά	57
Εικόνα 4-7: Θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα ανά Διαμέρισμα Δ.Αθηναίων, 2016.....	57
Εικόνα 4-8: Θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα ανά Διαμέρισμα Δ.Αθηναίων, 2017.....	58
Εικόνα 4-9: Θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα ανά Διαμέρισμα Δ.Αθηναίων, 2018.....	58
Εικόνα 4-10: Θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα ανά Διαμέρισμα Δ.Αθηναίων, 2019	59
Εικόνα 4-11: Θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα ανά Διαμέρισμα Δ.Αθηναίων, 2020	59
Εικόνα 4-12: Θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα ανά Διαμέρισμα Δ.Αθηναίων, συνολικά...	60

1. Εισαγωγή

Τα τροχαία ατυχήματα αποτελούν ένα σημαντικό ζήτημα σε παγκόσμιο επίπεδο, οδηγώντας σε χιλιάδες ανθρώπινες απώλειες και τραυματισμούς σε ετήσια βάση, ενώ συνεπάγονται σημαντικό ανθρώπινο και υλικό κόστος. Οι τραυματισμοί από τροχαία ατυχήματα επιφέρουν σε πολλές χώρες τεράστιες οικονομικές απώλειες, οι οποίες υπολογίζονται στο 1% – 5% του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος (ΑΕΠ) τους ετησίως. Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (ΠΟΥ), τα τροχαία ατυχήματα αποτελούν την κύρια αιτία θανάτου παιδιών και νέων παγκοσμίως (Chen et al., 2019). Η πρόσφατα εγκριθείσα Ατζέντα 2030 για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη έχει θέσει έναν φιλόδοξο στόχο μείωσης κατά το ήμισυ του παγκόσμιου αριθμού θανάτων και τραυματισμών από τροχαία ατυχήματα έως το 2020.

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (ΠΟΥ) (2017), μερικά από τα πιο πρόσφατα βασικά στοιχεία για τους τραυματισμούς από τροχαία έχουν ως ακολούθως.

Περίπου 1,25 εκατομμύρια άνθρωποι χάνουν τη ζωή τους κάθε χρόνο ως αποτέλεσμα τροχαίων ατυχημάτων.

Οι τραυματισμοί από τροχαία είναι η κύρια αιτία θανάτου μεταξύ των ατόμων ηλικίας μεταξύ 15 και 29 ετών. Τα άτομα ηλικίας μεταξύ 15 και 44 ετών ευθύνονται για το 48% των θανάτων από τροχαία παγκοσμίως. Οι άνδρες έχουν περισσότερες πιθανότητες να εμπλακούν σε τροχαία ατυχήματα παρά οι γυναίκες.

Περίπου τα τρία τέταρτα (73%) όλων των θανάτων από τροχαία συμβάντα συμβαίνουν μεταξύ νεαρών ανδρών ηλικίας κάτω των 25 ετών, οι οποίοι έχουν σχεδόν 3 φορές περισσότερες πιθανότητες να χάσουν τη ζωή τους σε τροχαίο ατύχημα από τις νεαρές γυναίκες.

Το 90% των θανάτων στους δρόμους σε παγκόσμιο επίπεδο συμβαίνουν σε χώρες με πληθυσμό χαμηλού και μεσαίου εισοδήματος, παρόλο που οι χώρες αυτές διαθέτουν περίπου το 54 % των παγκόσμιων οχημάτων. Ακόμη και σε χώρες υψηλού εισοδήματος, άτομα με χαμηλότερο κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο είναι πιο πιθανό να εμπλέκονται σε τροχαία ατυχήματα.

Σύμφωνα με τα στοιχεία του Παγκόσμιου Παρατηρητηρίου Υγείας (WHO) (www.who.int/gho/road_safety/en/), τα οποία παρουσιάζουν το ποσοστό θανάτων από τροχαία ατυχήματα ανά περιοχή και επίπεδο εισοδήματος προκύπτει ότι το 2013 οι χώρες με πληθυσμό χαμηλού και μεσαίου εισοδήματος είχαν υψηλότερα ποσοστά θνησιμότητας από τροχαία ατυχήματα ανά 100.000 πληθυσμού (24,1% και 18,4% αντίστοιχα) σε σύγκριση με χώρες υψηλού εισοδήματος (9,2 %). Σχεδόν οι μισοί από αυτούς που χάνουν τη ζωή τους από τροχαία ατυχήματα στους δρόμους των διαφόρων χωρών είναι οι **«ευάλωτοι χρήστες του δρόμου»**, δηλαδή πεζοί, ποδηλάτες και μοτοσικλετιστές.

Δυστυχώς, οι πρωτοβουλίες που έχουν αναληφθεί και οι επενδύσεις που έχουν γίνει μέχρι στιγμής έχουν αποδειχθεί ανεπαρκείς για να σταματήσουν ή να αντιστρέψουν την αύξηση των θανάτων από τροχαία ατυχήματα. Έτσι ο στόχος της μείωσης κατά το ήμισυ του αριθμού των παγκόσμιων θανάτων και τραυματισμών από τροχαία ατυχήματα φαίνεται απίθανο να έχει επιτευχθεί έως το 2020. Οι κύριες άμεσες προκλήσεις που εντοπίστηκαν στο πλαίσιο αυτό περιλαμβάνουν την πολύ περιορισμένη εφαρμογή αποτελεσματικών πολιτικών και νομοθετικού πλαισίου για την οδική ασφάλεια ή και ελάχιστων προτύπων για την κατασκευή οχημάτων και δρόμων, ιδιαίτερα από χώρες με περιορισμένα οικονομικά μέσα και ανεπαρκή χρηματοδότηση για την ανάληψη πρωτοβουλιών οδικής ασφάλειας. Η τελευταία είναι πολύ χαμηλότερη από τα εκτιμώμενα 770 εκατομμύρια δολάρια ετησίως που απαιτούνται για την επίτευξη των μειώσεων των θανάτων από τροχαία ατυχήματα και των σοβαρών τραυματισμών που προβλέπονται από τους SDG (Towards Zero Foundation, 2017).

Η παρούσα διπλωματική εργασία επικεντρώνεται στη **χωροχρονική ανάλυση των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων στον Κεντρικό Τομέα Αθηνών** για το διάστημα 2016 – 2020 και τη σύνδεση αυτής με την ποιότητα της υποδομής. Στο πλαίσιο αυτό περιλαμβάνει τα ακόλουθα κεφάλαια.

Στο **πρώτο κεφάλαιο** της εισαγωγής παρατίθενται μία επισκόπηση σχετικά με τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα, το ανθρώπινο και υλικό κόστος που προκύπτει από αυτά, τα μέτρα και τις ενέργειες για την οδική ασφάλεια στην Ευρωπαϊκή Ένωση και στην Ελλάδα.

Στο **δεύτερο κεφάλαιο** παρατίθενται οι ορισμοί βασικών εννοιών και γίνεται η παρουσίαση της επεξεργασίας των δεδομένων για τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα για τη χρονική περίοδο 2016-2020, που ελήφθησαν από την ΕΛΣΤΑΤ.

Στο **τρίτο και τέταρτο κεφάλαιο** περιγράφεται η μεθοδολογική προσέγγιση και οι μέθοδοι ανάλυσης που αξιοποιούνται στο πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας. Ειδικότερα, παρουσιάζονται τα εργαλεία και οι μέθοδοι για τη χωροχρονική ανάλυση, καθώς και ο τρόπος με τον οποίο χρησιμοποιούνται για την ανάλυση των δεδομένων των τροχαίων ατυχημάτων σε σχέση με τις υποδομές. Ακόμη, περιγράφεται η διαδικασία συλλογής και το είδος των χρησιμοποιούμενων δεδομένων, η επεξεργασία τους με τη βοήθεια του QGIS, η επιλογή των τεχνικών ανάλυσης και η παρουσίαση των οπτικοποιημένων αποτελεσμάτων (χαρτών) που προέκυψαν.

Τέλος, στο **πέμπτο κεφάλαιο** διατυπώνονται προτάσεις για τη συνέχιση της έρευνας στο μελετούμενο αντικείμενο, ώστε να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων, στο οποίο η Ελλάδα κατέχει υψηλές θέσεις σε σχέση με άλλες χώρες, με αποτέλεσμα πολλοί συμπολίτες μας να χάνουν τη ζωή τους κάθε έτος.

1.1 Οδική Ασφάλεια και Τροχαία Ατυχήματα με Αριθμούς - Ευρωπαϊκή Ένωση και Ελλάδα

Στην παρούσα ενότητα εξετάζεται το ζήτημα της οδικής ασφάλειας και των τροχαίων ατυχημάτων στο επίπεδο της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

1.1.1 Οδική ασφάλεια και τροχαία ατυχήματα στην Ευρωπαϊκή Ένωση

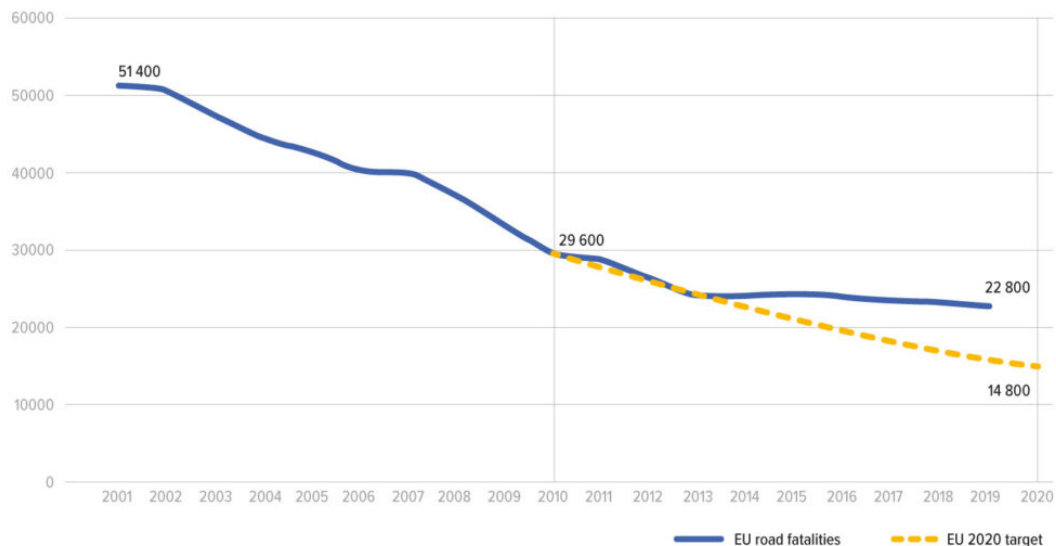
Καθώς βρισκόμαστε στην αρχή της δεκαετίας δράσης για την Οδική Ασφάλεια 2021-2030, στόχος της οποίας είναι η μείωση των θανάτων και τραυματισμών από τροχαία ατυχήματα κατά τουλάχιστον 50 % έως το 2030, η προσδοκία είναι ότι ο Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών θα εντείνει τις προσπάθειες και τις πρωτοβουλίες του για την επίτευξη της οδικής ασφάλειας, συμβάλλοντας έτσι όχι μόνο στη μείωση των θανάτων και των τραυματισμών στους δρόμους, αλλά και στη διασφάλιση της ύπαρξης ασφαλέστερων δρόμων σε όλα τα μέρη του κόσμου για τη στήριξη της οικονομικής, οικολογικής και κοινωνικής βιωσιμότητας.

Τα τροχαία ατυχήματα ποικίλλουν **χωρικά και χρονικά** (Ziakopoulos and Yannis, 2020). Ως εκ τούτου, είναι σημαντικό να ληφθεί υπόψη η χωρική εξάρτηση και η ετερογένεια στη διερεύνηση των επιπτώσεων της οδικής ασφάλειας και των μεταβλητών και ιδιοτήτων των συστημάτων μεταφορών, στοιχεία τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε συγκεκριμένες περιοχές, καθώς και ο τρόπος με τον οποίο οι γειτονικές περιοχές μπορούν να επηρεάσουν τα εν λόγω στοιχεία. Επιπλέον, η κατανόηση της διαχρονικής εξέλιξης των τροχαίων ατυχημάτων και ο εντοπισμός των **hotspots στο οδικό δίκτυο** είναι ζωτικής σημασίας για την επίτευξη της ασφάλειας της κυκλοφορίας και την βελτίωση του σχεδιασμού των μεταφορών, της κατανομής πόρων και της λήψης πολιτικών αποφάσεων.

Συγκριτικά με την κατάσταση διεθνώς, η Ευρώπη παρουσιάζει σχετικά ικανοποιητικές επιδόσεις χάρη στην αποφασιστική δράση που έχει αναληφθεί σε ευρωπαϊκό, εθνικό, περιφερειακό και τοπικό επίπεδο. Ειδικότερα, από το 2001 έως και το 2010, ο αριθμός των θανάτων στους δρόμους της Ευρωπαϊκής Ένωσης μειώθηκε κατά 43%. Σύμφωνα, ωστόσο, με στοιχεία που παρουσιάζονται στον επίσημο ιστότοπο της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια σταθεροποίηση στον αριθμό των θυμάτων από οδικά τροχαία ατυχήματα, με συνέπεια ο στόχος για 50% μείωση των

θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων από το 2010 έως το 2020 να μην έχει επιτευχθεί, όπως αποτυπώνεται στο Διάγραμμα 1-1.

ROAD FATALITIES IN THE EU

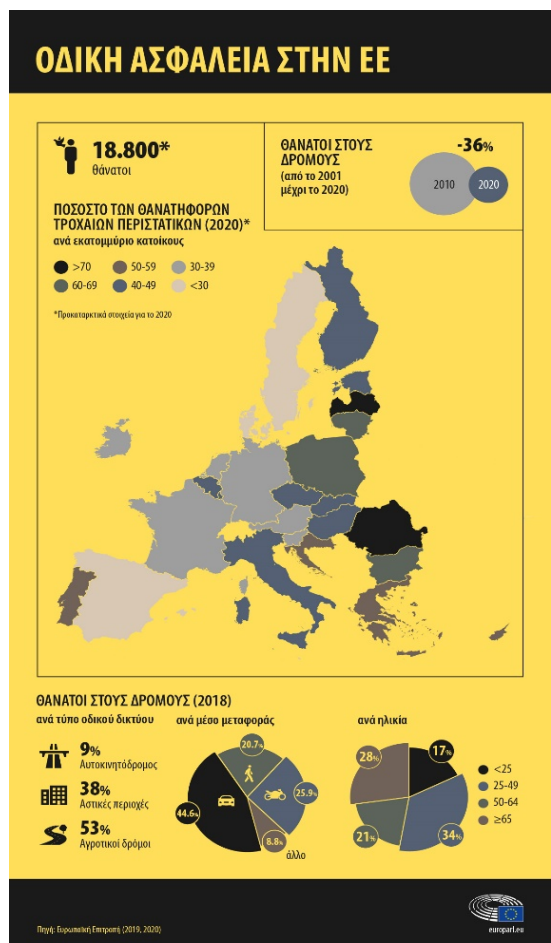
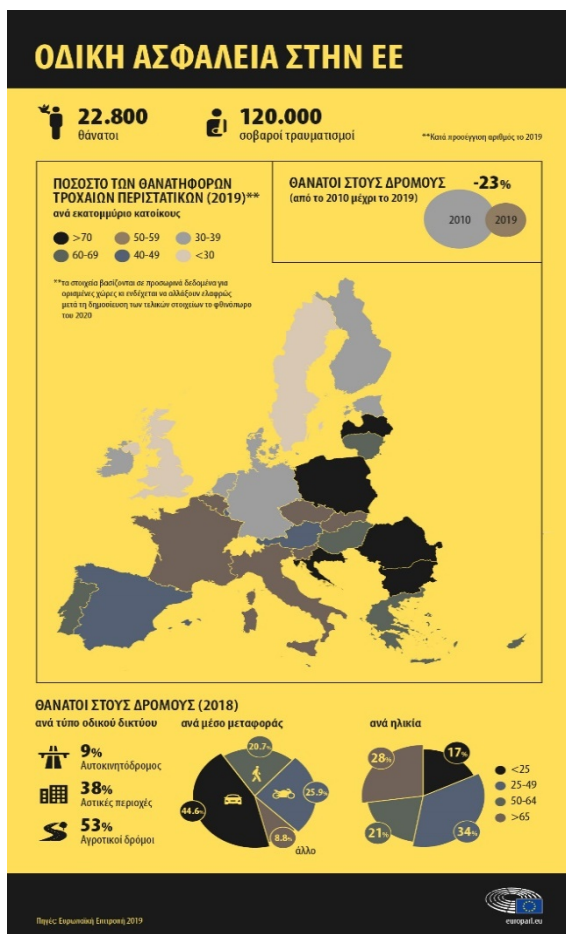


Διάγραμμα 1-1. Διαχρονική εξέλιξη τροχαίων ατυχημάτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ)

Πηγή: CARE (EU road accidents database)

Στις 16 Απριλίου 2019, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο ψήφισε νέους κανόνες για την υποχρεωτική καθιέρωση 30 χαρακτηριστικών ασφαλείας για τα νέα αυτοκίνητα, όπως είναι το ευφύες σύστημα ελέγχου ταχύτητας, η συσκευή προειδοποίησης για την απόσπαση της προσοχής του οδηγού και το σύστημα πέδησης έκτακτης ανάγκης. Οι υποχρεωτικές τεχνολογίες ασφαλείας εκτιμάται ότι θα μπορούσαν να συμβάλουν στη διάσωση πάνω από 25.000 ανθρώπινων ζωών και την αποτροπή τουλάχιστον 140.000 τραυματισμών έως το 2038, δεδομένου ότι το 95% των ατυχημάτων οφείλεται σε ανθρώπινο λάθος. Για να γίνουν πιο ασφαλείς οι ευρωπαϊκοί δρόμοι, η ΕΕ ενίσχυσε επίσης τους κανόνες για τη διαχείριση της ασφάλειας των οδικών υποδομών και εργάζεται για τη διασφάλιση κοινών κανόνων για αυτοκινούμενα οχήματα.

Η ΕΕ διαθέτει πολύ καλές επιδόσεις στα θέματα της οδικής ασφάλειας, αλλά ποιες χώρες είναι οι ασφαλέστερες; Κάθε χρόνο χιλιάδες άνθρωποι χάνουν τη ζωή τους ή τραυματίζονται σοβαρά σε ατυχήματα σε δρόμους της ΕΕ. Στο διάστημα μεταξύ του 2010 και του 2020, ο αριθμός των θανάτων από τροχαία ατυχήματα στην Ευρώπη μειώθηκε κατά 36% όπως φαίνεται στην Εικόνα 1-1 (α και β).



Εικόνα 1-1: Αριθμός θανάτων από τροχαία ατυχήματα στην Ευρώπη - (α) το 2020 και (β) το 2019.

Πηγή: Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2019,2020), eurparl.europa.eu

Το 2020 έχασαν τη ζωή τους 18.800 άτομα (4.000 άτομα λιγότερα) σε σύγκριση με το 2019, χρονιά κατά την οποία οι θάνατοι από τροχαία ατυχήματα ανήλθαν σε 22.800.

Τα πρώτα στοιχεία δείχνουν ότι 18 χώρες της ΕΕ κατέγραψαν τον χαμηλότερο αριθμό θανόντων από τροχαία δυστυχήματα το 2020. Οι ασφαλέστεροι δρόμοι εξακολουθούν να βρίσκονται στη Σουηδία (18 θάνατοι ανά ένα εκατομμύριο κατοίκων), ενώ η Ρουμανία (85 θάνατοι ανά ένα εκατομμύριο κατοίκων) κατέγραψε το υψηλότερο ποσοστό το 2020.

Όπως φαίνεται και παραπάνω, κάποιες χώρες της Ευρώπης δείχνουν σημαντικότερο ζήλο για την αντιμετώπιση των τροχαίων ατυχημάτων, κάτι που αποτυπώνεται και από τις σχετικές στατιστικές. Θα ήταν χρήσιμο να βλέπαμε εάν εμφανίζονται διάφοροι συσχετισμοί ανάμεσα στις χώρες με “καλές” και “κακές” επιδόσεις, με

στόχο να αποσαφηνίσουμε πιθανές βαθύτερες αιτίες πίσω από τη στάση τους απέναντι σε αυτό το σοβαρό ζήτημα. Ευλόγως, οδηγούμαστε στην ομαδοποίηση χωρών σε Ευρωπαϊκό Βορρά και Ευρωπαϊκό Νότο. Σε γενικές γραμμές, οι κοινωνίες του Νότου είναι, κυρίως λόγω κλίματος, πιο αυθόρμητες, πιο κοινωνικές, πιο ατομιστικές, πιο χαλαρές και με τάση προς την καλοζωία. Εκείνες του Βορρά, λόγω κλίματος και πάλι, έμαθαν να προνοούν, να λειτουργούν πιο ομαδικά, να πειθαρχούν στους νόμους, να είναι πιο φειδωλές στη διαχείριση, πιο ορθολογικές και πιο επιθετικές. Λαμβάνοντας υπόψη ότι οι δείκτες της οδικής ασφάλειας αποτελούν μέτρο αξιολόγησης του πολιτισμού μιας χώρας, αλλά και του σεβασμού που δείχνει απέναντι στην αξία της ζωής των πολιτών, είναι συνεπακόλουθο να θέλουμε να διαπιστώσουμε εάν τα παραπάνω περί διαφορετικής νοοτροπίας ανάμεσα σε βορρά και νότο απορρέουν και από τα στοιχεία που έχουμε για τα τροχαία ατυχήματα και την οδική ασφάλεια στις αντίστοιχες χώρες (European Transport Safety Council, 9th Road Safety Performance Index Report, June 2015).

Όπως θα δούμε και στη συνέχεια, μπορεί οι χώρες του ευρωπαϊκού βορρά και του ευρωπαϊκού νότου να ξεκίνησαν δυναμικά τη δεκαετία που είναι αφιερωμένη στην οδική ασφάλεια (Decade of Action for Road Safety 2010-2020), τα τελευταία όμως χρόνια εμφανίζεται η τάση για μία ακόμη χαλάρωση στις προσπάθειες για μείωση των τροχαίων ατυχημάτων, πράγμα που πρέπει να μας ανησυχήσει εάν επιθυμούμε να μείνουμε εντός των στόχων που έχει θέσει το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο Οδικής Ασφάλειας.

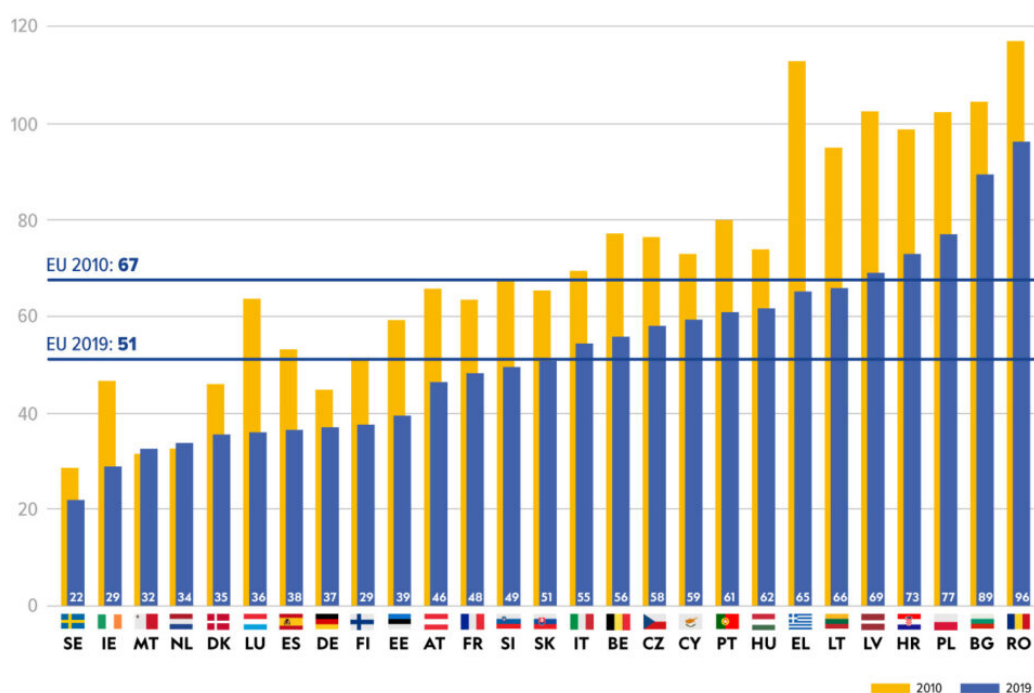
Ο μέσος όρος της ΕΕ ήταν 42 θάνατοι ανά ένα εκατομμύριο κατοίκων. Η μείωση του όγκου της κυκλοφορίας, ως αποτέλεσμα της πανδημίας COVID-19, είχε σαφή αντίκτυπο, αν και είναι δύσκολο να μετρηθεί.

Το 2018, το 12% των ανθρώπων που σκοτώθηκαν σε δρόμους της ΕΕ ήταν ηλικίας μεταξύ 18 και 24 ετών, ενώ μόνο το 8% του Ευρωπαϊκού πληθυσμού εμπίπτει σε αυτήν την ηλικιακή ομάδα, πράγμα που σημαίνει ότι τα άτομα νέας ηλικίας είναι πιθανότερο να εμπλακούν σε θανατηφόρο τροχαίο ατύχημα. Ωστόσο, οι θάνατοι αυτής της ηλικιακής ομάδας έχουν μειωθεί κατά 43% από το 2010. Το ποσοστό θανάτων ηλικιωμένων (ηλικίας 65 ετών και άνω) αυξήθηκε από 22% το 2010 σε 28% το 2018. Τα παιδιά κάτω των 15 ετών αντιπροσώπευαν το 2%.

Τα τρία τέταρτα (76%) των θανατηφόρων ατυχημάτων σε όλη την ΕΕ είχαν ως θύματά τους άνδρες, στοιχείο το οποίο παραμένει σχετικά αμετάβλητο από το 2010.

1.1.2 Οδική ασφάλεια και τροχαία ατυχήματα στην Ελλάδα

Παρά τη βελτίωση που παρουσιάζει η χώρα μας τα τελευταία χρόνια αναφορικά με τη μείωση των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων, έχουμε ακόμη απόσταση να διανύσουμε, καθώς η Ελλάδα παραμένει ανάμεσα στα κράτη μέλη της ΕΕ που κατέχουν υψηλή θέση ως προς τον σχετικό δείκτη θνησιμότητας (Εικόνα 1-2).



Εικόνα 1-2. Η θέση της χώρας ανάμεσα στα κράτη-μέλη της ΕΕ το 2010 και 2019

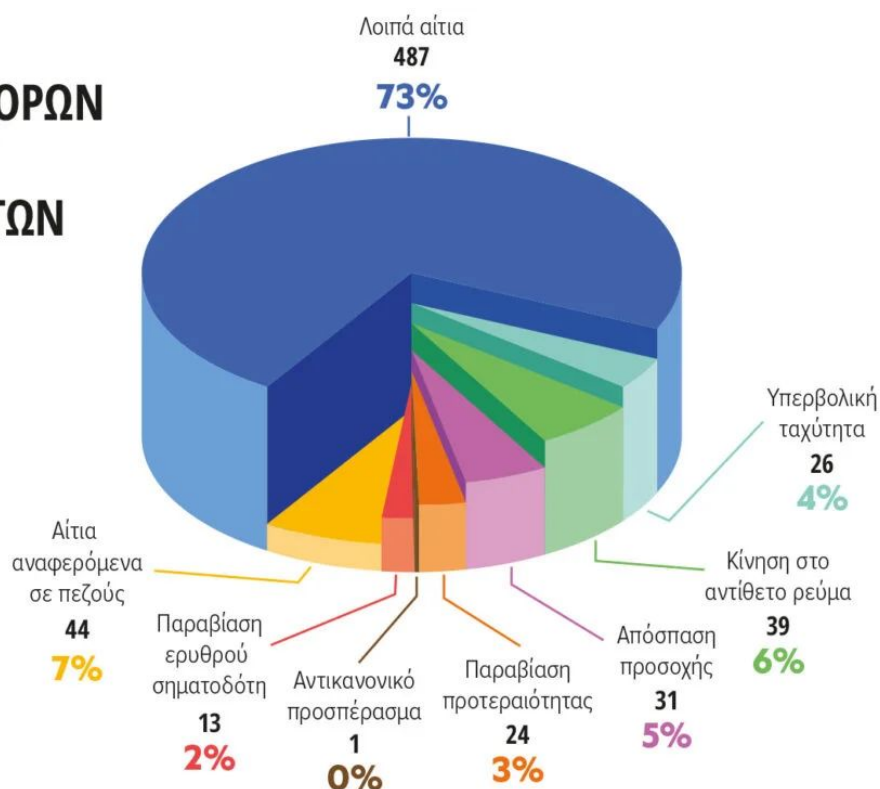
Πηγή: CARE (EU road accidents database)

Πιο συγκεκριμένα, παρά την εντυπωσιακή πρόοδο της χώρας στην οδική ασφάλεια από το 2010, με την ταχύτερη πτωτική τάση στην ΕΕ (45%), ο αριθμός των θυμάτων από τροχαία ατυχήματα στην Ελλάδα είναι πολύ υψηλότερος από τον Ευρωπαϊκό μέσο όρο, που είναι 65 θάνατοι ανά εκατομμύριο κατοίκων το 2019.

Ποιες είναι όμως οι κυριότερες αιτίες; Από τα στοιχεία της Ελληνικής Αστυνομίας, προκύπτει ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των οδικών τροχαίων ατυχημάτων συνδέεται με αίτια που αναφέρονται στους οδηγούς, ενώ καταμετρώνται ξεχωριστά ως αιτίες η υπερβολική ταχύτητα, η κίνηση στο αντίθετο ρεύμα, η απόσπαση προσοχής και η παραβίαση προτεραιότητας και φωτεινού σηματοδότη.

Αναλυτικά για το 2019, η κατάσταση παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 1-2.

ΑΙΤΙΑ ΘΑΝΑΤΗΦΟΡΩΝ ΤΡΟΧΑΙΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ



Διάγραμμα 1-2: Αίτια θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων.

Πηγή: Ελληνική Αστυνομία, Υπουργείο Προστασίας του Πολίτη

Επιπλέον, σύμφωνα με στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ για το 2019, το 11% των θυμάτων σε οδικά τροχαία ατυχήματα (οδηγοί, επιβάτες ή πεζοί) ανήκαν στην ηλικιακή ομάδα 18-24 ετών, ενώ το 7,3% των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων έλαβαν χώρα σε αυτοκινητόδρομους της χώρας.

Σύμφωνα με το [Ευρωπαϊκό Συμβούλιο Ασφάλειας των Μεταφορών \(ETSC\)](#) κατά την 15η Ετήσια Έκθεση Δείκτη Επίδοσης Οδικής Ασφάλειας (PIN), που ακολουθεί, μόνο η Ελλάδα πέτυχε για το 2020 τον στόχο, καταγράφοντας μείωση κατά 54% των θανάτων σε οδικά ατυχήματα.



Διάγραμμα 1-3: Μείωση ανθρώπινων απωλειών σε οδικά ατυχήματα το 2020 - Επίδοση κρατών-μελών της ΕΕ.

Πηγή: ETSC 15η Ετήσια Έκθεση Δείκτη Επίδοσης Οδικής Ασφάλειας (PIN)

Το [Ευρωπαϊκό Συμβούλιο Ασφάλειας των Μεταφορών \(ETSC\)](#) δημοσίευσε την 15η έκδοση της [Ετήσιας Έκθεσης PIN](#), που παρουσιάστηκε στην [εκδήλωση για το Βραβείο Δείκτη Επίδοσης Οδικής Ασφάλειας του ETSC](#) για το 2021, η οποία πραγματοποιήθηκε διαδικτυακά με μεγάλη επιτυχία στις 16 Ιουνίου 2021. Ενώ ο συλλογικός στόχος της ΕΕ για τη μείωση των ανθρώπινων απωλειών σε οδικά ατυχήματα κατά 50% το 2020 συγκριτικά με το 2010 δεν επετεύχθη, όλες οι χώρες παρουσίασαν βελτιώσεις και έσωσαν ανθρώπινες ζωές προσπαθώντας να φτάσουν σε αυτόν. **Μόνο η Ελλάδα πέτυχε τον στόχο καταγράφοντας μείωση κατά 54%.**

Όμως, παρά την εντυπωσιακή μείωση (54%) που έχει καταγράψει σε θανάτους από οδικά ατυχήματα την τελευταία δεκαετία (2010-2020), εξακολουθεί να υπολείπεται σταθερά του

Ευρωπαϊκού μέσου όρου στην Ευρωπαϊκή Ένωση και είναι απαραίτητη η θεσμοθέτηση και εφαρμογή του νέου Εθνικού Στρατηγικού Σχεδίου για την Οδική Ασφάλεια.

Το Εθνικό Στρατηγικό Σχέδιο για την Οδική Ασφάλεια θα οδηγήσει στον καθορισμό, την εφαρμογή και την παρακολούθηση των απαραίτητων δράσεων για τη δραστική μείωση του αριθμού των οδικών ατυχημάτων και του αριθμού των θανόντων και τραυματιών σε αυτά. Η ανάπτυξη του νέου Εθνικού Στρατηγικού Σχεδίου Οδικής Ασφάλειας βασίζεται σε όλες τις νέες διεθνείς τάσεις, στη λεπτομερή ανάλυση των δυνατοτήτων της ελληνικής πραγματικότητας, καθώς και στη συστηματική ευρεία διαβούλευση.

2. Ορισμοί Βασικών Εννοιών

Στην παρούσα ενότητα δίνονται οι ορισμοί των εννοιών που αποτελούν τη βάση της εργασίας και αναφέρονται στα τροχαία ατυχήματα και την υποδομή δικτύου για την κίνηση των οχημάτων, ενώ ακόμη περιγράφονται τα δεδομένα που αξιοποιούνται στην παρούσα εργασία για τη διερεύνηση του θέματος που πραγματεύεται.

2.1. Ορισμοί Τροχαίων Ατυχημάτων

Σύμφωνα με τον ορισμό της Παγκόσμιας Οργάνωσης Υγείας (ΠΟΥ), άρρηκτες έννοιες συνδεδεμένες με το τροχαίο ατύχημα είναι οι ακόλουθες.

Τροχαίο ατύχημα: κάθε ατύχημα το οποίο σχετίζεται με μηχανοκίνητο όχημα, που χρησιμοποιείται ή προορίζεται για τη μεταφορά ατόμων ή εμπορευμάτων από ένα σημείο σε άλλο και γίνεται στο οδικό δίκτυο.

Οδικό τροχαίο ατύχημα: είναι το ατύχημα από το οποίο επήλθε βλάβη σε πρόσωπα ή πράγματα, στο οποίο ενεπλάκη μηχανοκίνητο όχημα. Αυτός ο ορισμός είναι καταχωρημένος στον Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας. Ειδικότερα, για τον χαρακτηρισμό ατυχήματος ως τροχαίου, απαιτείται όχημα κινούμενο σε οδό (ολόκληρη η επιφάνεια του δρόμου που προορίζεται για δημόσια κυκλοφορία) και οδηγούμενο από πρόσωπο.

Θανατηφόρο τροχαίο ατύχημα: ορίζεται το τροχαίο ατύχημα στο οποίο η σωματική βλάβη που υφίσταται το άτομο/θύμα έχει ως συνέπεια το θάνατό του και, σύμφωνα με την Ελληνική Στατιστική Αρχή, ως **θανών** θεωρείται το πρόσωπο εκείνο, του οποίου ο θάνατος επέρχεται την ίδια στιγμή ή σε διάστημα 30 ημερών από το ατύχημα.

Τραυματίας: θεωρείται το πρόσωπο που υπέστη σωματική κάκωση ή βλάβη της υγείας του εξ αιτίας ενός τροχαίου ατυχήματος.

Βαριά Τραυματίας: χαρακτηρίζεται το πρόσωπο που έχει υποστεί σοβαρή βλάβη, όπως κρανιοεγκεφαλική κάκωση, ακρωτηριασμό, κ.ά., με αποτέλεσμα το άτομο να χάσει τη επαφή με το περιβάλλον και να κινδυνεύει η ζωή του.

Τέλος, ένα άτομο θεωρείται **Ελαφρά Τραυματίας** όταν έχει υποστεί απλή σωματική κάκωση, η οποία δεν είναι ικανή να θέσει τη ζωή του σε κίνδυνο.

2.2. Ορισμοί Υποδομής Οδικού Δικτύου

Σχετικά με την υποδομή οδικού δικτύου δίνονται οι ακόλουθοι βασικοί ορισμοί:

Δρόμος: Αναγνωρίσιμη λωρίδα εδάφους ανάμεσα σε δύο μέρη, που με ανθρώπινη παρέμβαση έχει ομαλοποιηθεί ή έχει υποστεί κάποια άλλη προετοιμασία ώστε να καθιστά ευκολότερη την προσπέλασή της από ανθρώπους, ποδήλατα ή μηχανοκίνητα τροχοφόρα οχήματα. Σε αστικές περιοχές, ένας δρόμος που διέρχεται μέσα από μία πόλη ή χωριό ονομάζεται **οδός** ή **λεωφόρος** αν είναι μεγάλος και αποκτά διπλή λειτουργία, ως κοινόχρηστος αστικός χώρος και διαδρομή.

Οδός: Ολόκληρη η επιφάνεια που προορίζεται για τη δημόσια κυκλοφορία.

Οδοστρώμα: Το τμήμα της οδού που προορίζεται για την κυκλοφορία των οχημάτων.

Πεζοδρόμιο: Το υπερυψωμένο ή άλλως διαχωριζόμενο τμήμα της οδού που προορίζεται για πεζούς.

Πεζόδρομος: Οδός η οποία χρησιμοποιείται αποκλειστικά από τους πεζούς και για είσοδο - έξοδο οχημάτων προς και από ιδιωτικούς χώρους στάθμευσης, παροδίων ιδιοκτησιών ως και για οχήματα εφοδιασμού ή έκτακτης ανάγκης.

Ισόπεδος οδικός κόμβος: Κάθε ισόπεδη συμβολή, διακλάδωση ή διασταύρωση οδών, συμπεριλαμβανομένων και των ελεύθερων χώρων που σχηματίζονται από αυτές.

Οριογραμμή οδοστρώματος: Η γραμμή, η οποία ορίζει το τέλος του οδοστρώματος.

Τύπος οδοστρώματος: Τα οδοστρώματα μπορούν να ταξινομηθούν ευρέως σε ασφαλτοστρωμένα (ή εύκαμπτα) και τσιμεντένια (ή άκαμπτα) οδοστρώματα. (άσφαλτος, μπετόν, χαλίκι κ.λπ.). Υπάρχουν ορισμένα οδοστρώματα με ασφαλτικά επιφανειακά στρώματα, πάνω από στρώσεις σκυροδέματος.

Τύπος δρόμου: Αναφέρεται στο είδος της οδού, π.χ. εθνική, δημοτική.

Σήμανση – Σηματοδότηση: Το σύνολο των συμβόλων και κειμένων που διευκολύνουν τον προσανατολισμό και την κίνηση στο δομημένο περιβάλλον. Ακόμη ως σήμανση – σηματοδότηση θεωρείται και κάθε άλλο μέσο που διευκολύνει την ασφαλή κίνηση και πληροφόρηση, όπως φωτεινά και ηχητικά σήματα, διαφοροποιήσεις υλικών μέσω χρώματος και/ή υφής, σχέδια, προπλάσματα κ.λπ.

Οι σημάνσεις των οδοστρωμάτων με διαγραμμίσεις ή σύμβολα χρησιμοποιούνται για τη ρύθμιση της κυκλοφορίας ή για την προειδοποίηση και καθοδήγηση των χρηστών των οδών. Ακόμη, μπορούν να χρησιμοποιούνται είτε αυτόνομα είτε σε συνδυασμό με πινακίδες σήμανσης ή σηματοδότες, έτσι ώστε να τονιστεί ή διευκρινιστεί η σημασία αυτών. Όταν χρησιμοποιούνται για ρύθμιση της στάθμευσης, σε συνδυασμό με ανάλογες πινακίδες, υπερισχύουν των πινακίδων στάθμευσης.

Τα κύρια είδη των σημάνσεων επί των οδοστρωμάτων με διαγραμμίσεις είναι:

- α) Οι κατά μήκος διαγραμμίσεις,
- β) Οι κατά πλάτος (εγκάρσιες) διαγραμμίσεις, και
- γ) Οι ειδικές διαγραμμίσεις.

Οδικός φωτισμός: ο φωτισμός που δημιουργεί ένα ασφαλές περιβάλλον κατά τη διάρκεια της νύχτας για ανοιχτές οδούς και κατά τη διάρκεια της ημέρας για σήραγγες, όπου οι οδηγοί είναι σε θέση να εντοπίζουν έγκαιρα και με ακρίβεια τα όρια του δρόμου, καθώς και τα τυχόν εμπόδια και αντικείμενα που θα βρεθούν μπροστά τους στο οδόστρωμα, ώστε να έχουν τη δυνατότητα να αντιδρούν με ασφάλεια.

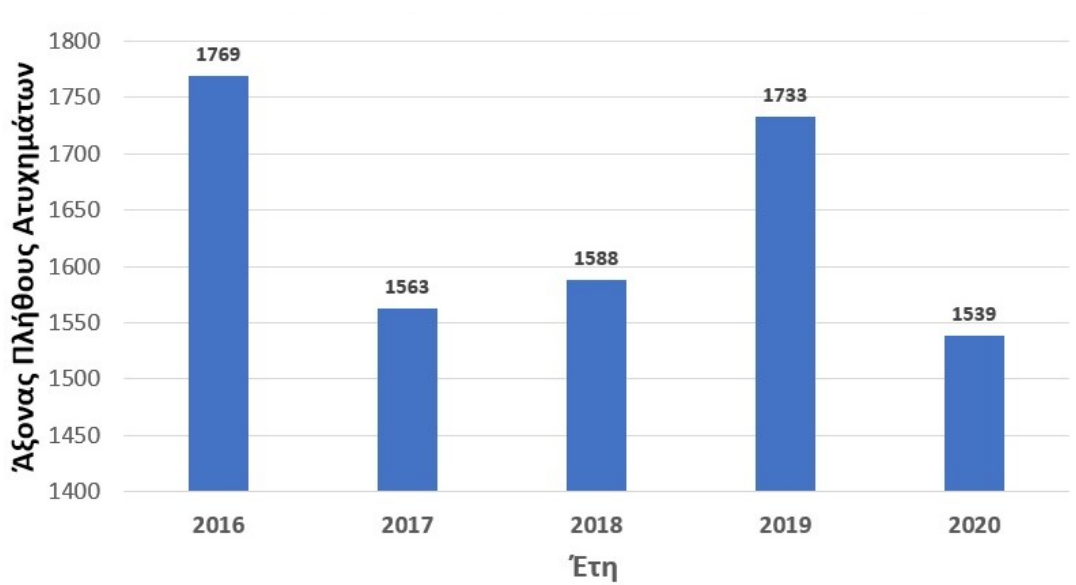
Στένωση: Μείωση του πλάτους του οδοστρώματος στη μία ή και στις δύο πλευρές αυτού.

Ευθυγραμμία: Η τοποθέτηση σε ευθεία γραμμή, με αρχή και τέλος. Αναφέρεται στην κατεύθυνση του δρόμου και την απουσία καμπυλών.

2.3. Δεδομένα - Επεξεργασία

Αρχικά ελήφθησαν από την Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ) δεδομένα για τα τροχαία ατυχήματα της περιόδου 2016 - 2020 για τον Κεντρικό Τομέα Αθηνών. Στη συνέχεια έγινε η επεξεργασία αυτών και η οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων.

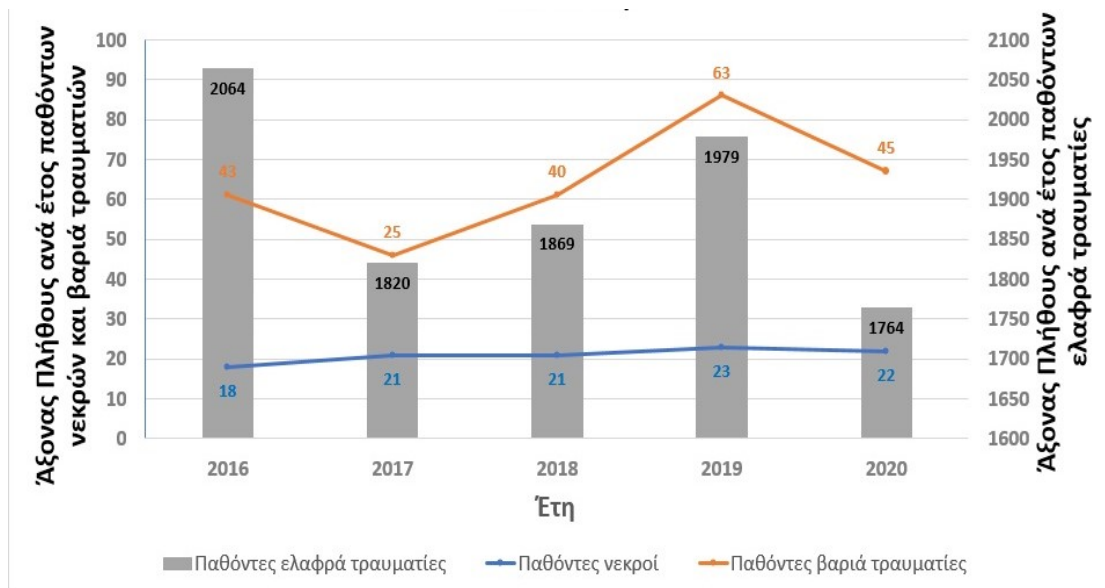
Αναλυτικότερα (Διάγραμμα 2-1): το 2016 το σύνολο των ατυχημάτων είναι 1769. Το 2017 το σύνολο των ατυχημάτων είναι 1563. Το 2018 το σύνολο των ατυχημάτων ανέρχεται στα 1588. Το 2019 το σύνολο των ατυχημάτων ανέρχεται στα 1733. Το 2016 και το 2019 παρατηρούμε ότι τα ατυχήματα είναι αυξημένα. Το 2017, το 2018 και το 2020 παρατηρείται, κατά μέσο όρο, μία σημαντική μείωση (της τάξεως του 10,7%) των τροχαίων ατυχημάτων.



Διάγραμμα 2-1: Κατανομή πλήθους ατυχημάτων ανά έτος για την περίοδο 2016-2020.

Πηγή: Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ)

Στο Διάγραμμα 2-2 παρουσιάζεται η κατανομή του πλήθους των ατυχημάτων ανά κατηγορία παθόντων και ανά έτος. Οι κατηγορίες είναι ελαφρά τραυματίες, βαριά τραυματίες και θανόντες. Βάσει των δεδομένων του Διαγράμματος αυτού, για όλα τα έτη από το 2016 έως το 2020 ο αριθμός των θανόντων από τροχαία ατυχήματα είναι σχετικά σταθερός (το 2019 σημείωσε τη μεγαλύτερη τιμή του). Το 2020 ο αριθμός των θανόντων παραμένει υψηλός, παρά την πανδημία του κορονοϊού και της καραντίνας που είχε επιβληθεί, άρα και τη σημαντική μείωση της κυκλοφορίας των οχημάτων για ένα μεγάλο μέρος του έτους. Από την άλλη, ο αριθμός των βαριά τραυματιών παρουσιάζει αξιοσημείωτες διακυμάνσεις κατά τη μελετούμενη χρονική περίοδο, με την υψηλότερη τιμή του να σημειώνεται το έτος 2019. Ο αριθμός των ελαφρά τραυματιών παρουσιάζει επίσης αξιοσημείωτες διακυμάνσεις, με την υψηλότερη τιμή του να σημειώνεται το έτος 2016. Δεν παρατηρείται κάποιο άλλο πρότυπο ως προς τις διακυμάνσεις του αριθμού των βαριά και ελαφρά τραυματιών.



Διάγραμμα 2-2: Κατανομή πλήθους ατυχημάτων ανά κατηγορία παθόντων και ανά έτος

Πηγή: Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ)

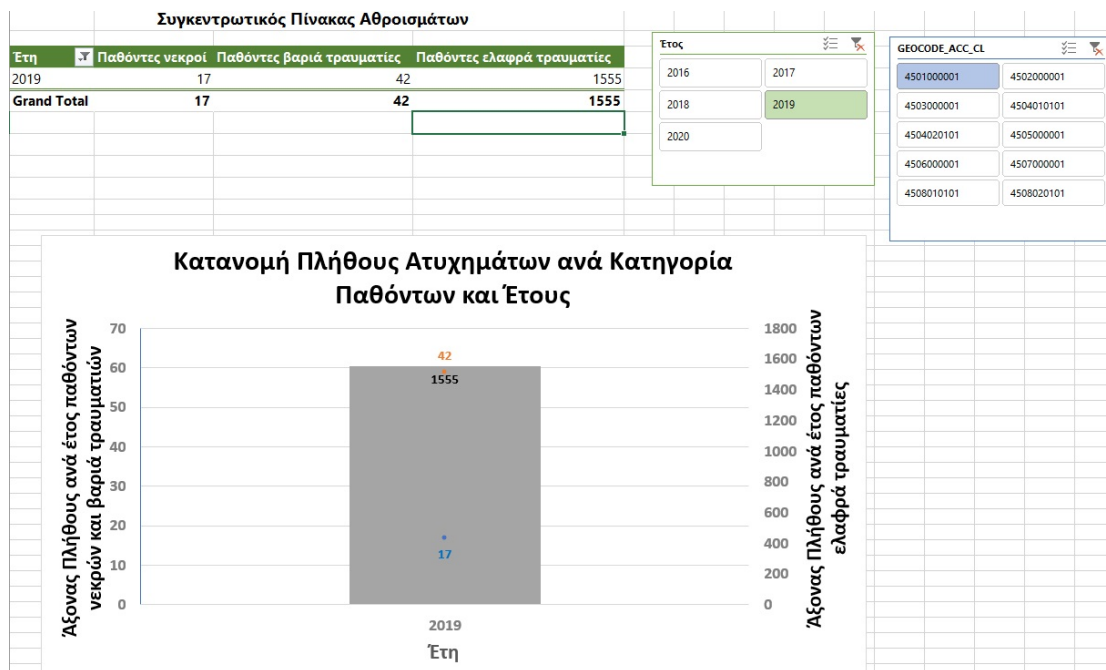
Με τη χρήση «εργαλείων συγκεντρωτικού πίνακα» δίνεται η δυνατότητα εμφάνισης της κατανομής ατυχημάτων ανά έτος ή έτη και ανά γεωγραφικό κωδικό ή κωδικούς.

Συγκεντρωτικός Πίνακας Αθροισμάτων			
Έτη	Παθόντες νεκροί	Παθόντες βαριά τραυματίες	Παθόντες ελαφρά τραυματίες
2016	18	43	2064
2017	21	25	1820
2018	21	40	1869
2019	23	63	1979
2020	22	45	1764
Grand Total	105	216	9496

Διάγραμμα 2-3: Κατανομή ατυχημάτων ανά έτος ή έτη και ανά γεωγραφικό κωδικό ή κωδικούς

Πηγή: Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ)

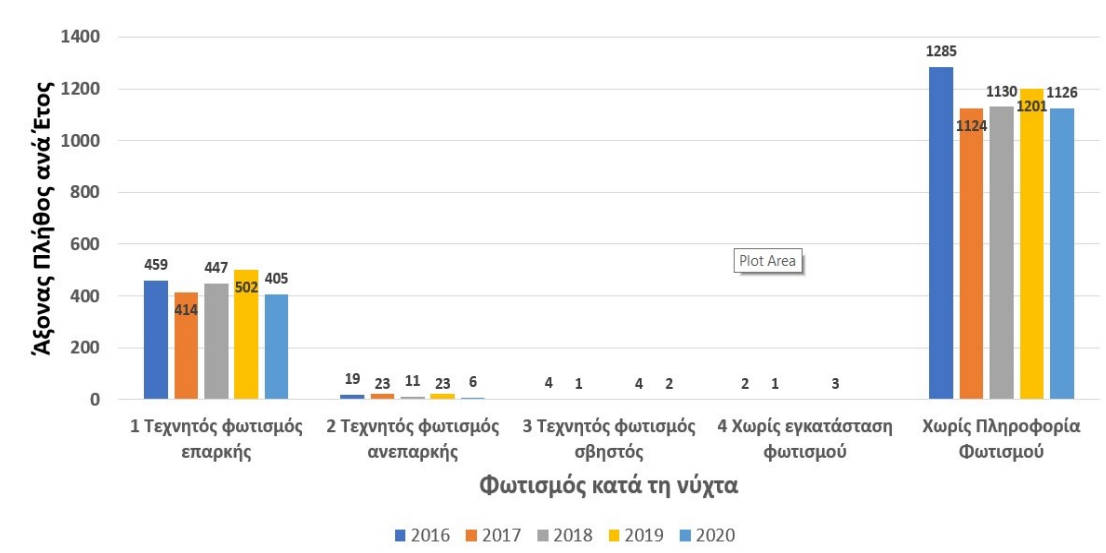
Για παράδειγμα για το έτος 2019 και μόνο για τον Δήμο Αθηναίων, παρουσιάζεται το πλήθος ατυχημάτων και οι κατηγορίες αυτών (Διάγραμμα 2-4).



Διάγραμμα 2-4: Πλήθος ατυχημάτων και οι κατηγορίες αυτών στον Δήμο Αθηναίων το 2019.

Πηγή: Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ)

Στο Διάγραμμα 2-5 παρουσιάζεται η κατανομή του πλήθους ατυχημάτων ανά έτος με βάση την κατάσταση φωτισμού της οδού κατά τη διάρκεια της νύχτας.




Διάγραμμα 2-5: Κατανομή πλήθους ατυχημάτων ανά έτος με βάση τη κατάσταση του φωτισμού της οδού.

Πηγή: Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ)


Δίνεται η δυνατότητα εμφάνισης των δεδομένων των ατυχημάτων με τη χρήση φίλτρων, όπως π.χ. το έτος, η κατάσταση της οδού (π.χ. εάν υπάρχει στένωση στο δρόμο), το είδος του φωτισμού κατά τη διάρκεια της νύχτας, ο αριθμός των λωρίδων ανά κατεύθυνση, ο αριθμός των κατευθύνσεων, η ύπαρξη και το είδος ρύθμισης κυκλοφορίας, αν υπάρχει ευθυγραμμία ή όχι ή αν υπάρχει ισόπεδη διασταύρωση και τον γεωγραφικό κωδικό.

Οι διαθέσιμες επιλογές για τον φωτισμό είναι:

Φωτισμός κατά τη νύχτα 

- 1 Τεχνητός φωτισμός επαρκής
- 2 Τεχνητός φωτισμός ανεπαρκής
- 3 Τεχνητός φωτισμός σβηστός
- 4 Χωρίς εγκατάσταση φωτισμού
- Χωρίς Πληροφορία Φωτισμού

Οι διαθέσιμες επιλογές για τον αριθμό λωρίδων ανά κατεύθυνση είναι:

Αριθμός λωρίδων ανά κατεύθυνση 

1	2
3	4
5	6

Οι διαθέσιμες επιλογές για τις παρακάτω αναφερόμενες κατηγορίες είναι:

Στένωση 	Κατευθύνσεις 	Ευθυγραμμία 	Ισόπεδη διασταύρω... 
Ναι Όχι	Δύο Μία	Ναι Όχι	Ναι Όχι

Οι διαθέσιμες επιλογές για τη ρύθμιση της κυκλοφορίας είναι:

Ρύθμιση κυκλοφορίας σήμανση και σηματοδότηση 1



1 Τροχονόμος ή φύλακας

10 Αυτόματο κλείσιμο ισόπεδης διάβασης

11 Χειροκίνητο κλείσιμο ισόπεδης διάβασης

12 Αφύλακτη διάβαση τρένου

13 Άλλη, να περιγραφεί

14 Κανένα από τα παραπάνω

2 Φωτεινός σηματοδότης σε λειτουργία σε εμφανές σημείο

3 Φωτεινός σηματοδότης σε λειτουργία σε μη εμφανές σημείο

4 Φωτεινός σηματοδότης εκτός λειτουργίας

5 Σήμα STOP ή σήμα παραχώρησης προτεραιότητας, εμφανές

6 Σήμα STOP ή σήμα παραχώρησης προτεραιότητας, μη εμφανές

7 Σήμα επικίνδυνης στροφής

8 Σήμα επικίνδυνης ανωφέρειας - κατωφέρειας

9 Άλλο προειδοποιητικό σήμα

Χωρίς Πληροφορία Σηματοδότησης 1

Ρύθμιση κυκλοφορίας σήμανση και σηματοδότηση 2

11 Χειροκίνητο κλείσιμο ισόπεδης διάβασης

12 Αφύλακτη διάβαση τρένου

13 Άλλη, να περιγραφεί

14 Κανένα από τα παραπάνω

2 Φωτεινός σηματοδότης σε λειτουργία σε εμφανές σημείο

3 Φωτεινός σηματοδότης σε λειτουργία σε μη εμφανές σημείο

4 Φωτεινός σηματοδότης εκτός λειτουργίας

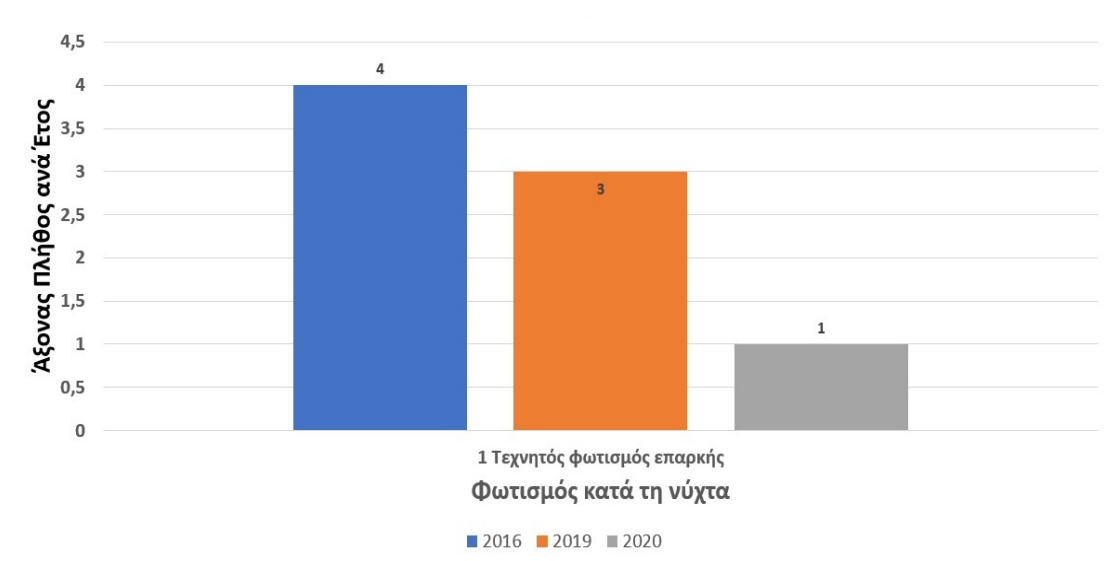
5 Σήμα STOP ή σήμα παραχώρησης προτεραιότητας, εμφανές

7 Σήμα επικίνδυνης στροφής

9 Άλλο προειδοποιητικό σήμα

Χωρίς Πληροφορία Σηματοδότησης 2

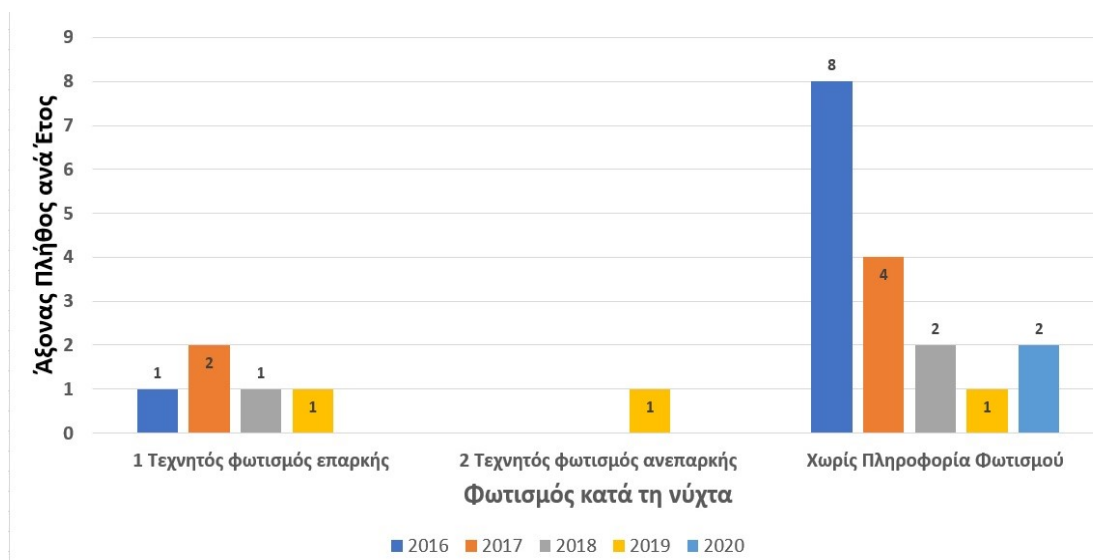
Χρησιμοποιώντας τα παραπάνω φίλτρα παρουσιάζονται κάποια ευρήματα από την ανάλυση των δεδομένων. Συγκεκριμένα, παρουσιάζεται το πλήθος των ατυχημάτων όταν ο φωτισμός είναι επαρκής και υπάρχει τροχονόμος ή φύλακας για τη ρύθμιση της κυκλοφορίας. Όπως φαίνεται από το Διάγραμμα 2-6, το πλήθος των ατυχημάτων είναι πολύ μικρό και κατά τα έτη 2017 και 2018, με τα συγκεκριμένα φίλτρα δεν σημειώθηκε κανένα ατύχημα.



Διάγραμμα 2-6: Πλήθος ατυχημάτων ανά έτος με βάση την επαρκή κατάσταση του φωτισμού της οδού κατά τη διάρκεια της νύκτας.

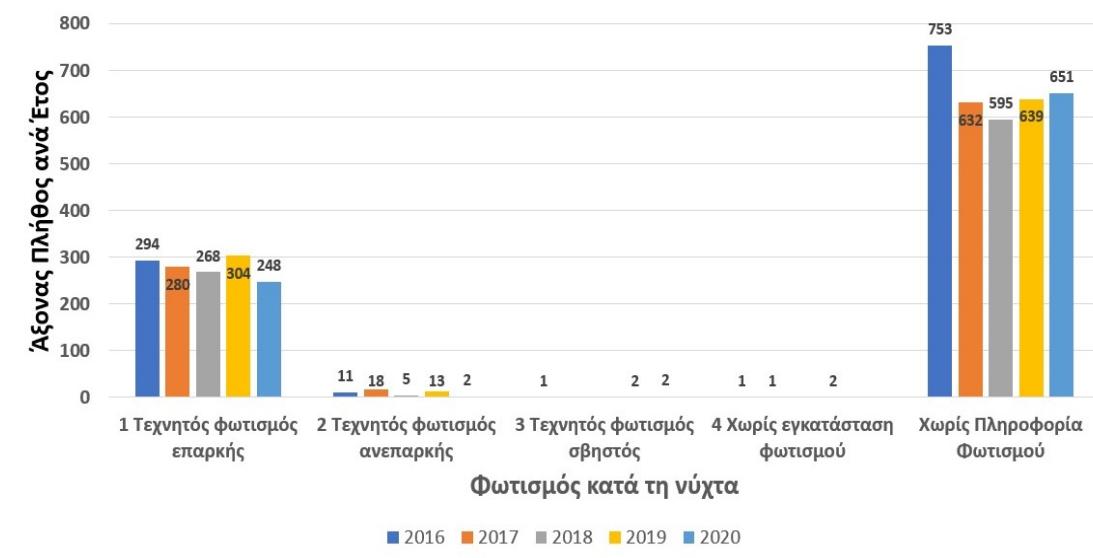
Πηγή: Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ)

Στο Διάγραμμα 2-7 παρουσιάζονται τα ατυχήματα σε διαφορετικές συνθήκες φωτισμού (επαρκής – μη επαρκής), αλλά σε συνθήκες που ο δρόμος παρουσιάζει στένωση. Όπως φαίνεται, η στένωση δεν επηρεάζει τον αριθμό των ατυχημάτων, καθώς ευθύνεται για ελάχιστο αριθμό αυτών.



Διάγραμμα 2-7: Πλήθος ατυχημάτων ανά έτος με βάση την κατάσταση (επαρκής – ανεπαρκής) του φωτισμού κατά τη διάρκεια της νύκτας μιας οδού που εμφανίζει στένωση.

Πηγή: Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ)

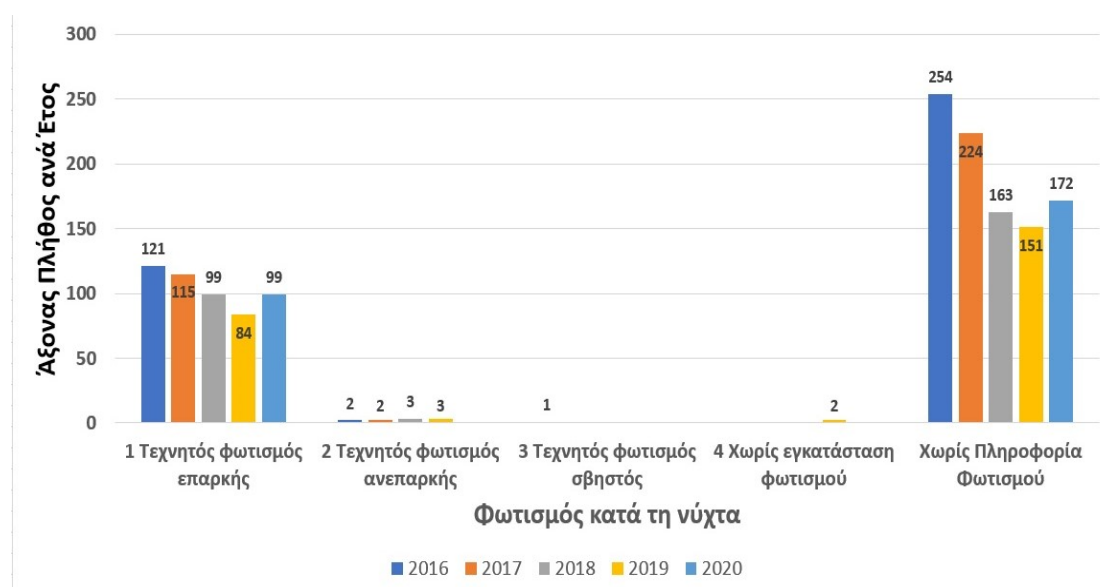


Διάγραμμα 2-8: Πλήθος ατυχημάτων ανά έτος με βάση την κατάσταση (επαρκής – ανεπαρκής) του φωτισμού κατά τη διάρκεια της νύκτας μιας οδού που εμφανίζει διασταύρωση.

Πηγή: Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ)

Στο Διάγραμμα 2-8 παρουσιάζονται τα ατυχήματα σε οποιαδήποτε συνθήκη φωτισμού, αλλά σε συνθήκες που ο δρόμος είναι διασταύρωση. Όπως φαίνεται, η ύπαρξη διασταύρωσης επηρεάζει τον αριθμό ατυχημάτων. Ακόμα και σε συνθήκες επαρκούς φωτισμού, ο αριθμός ατυχημάτων είναι αρκετά μεγάλος.

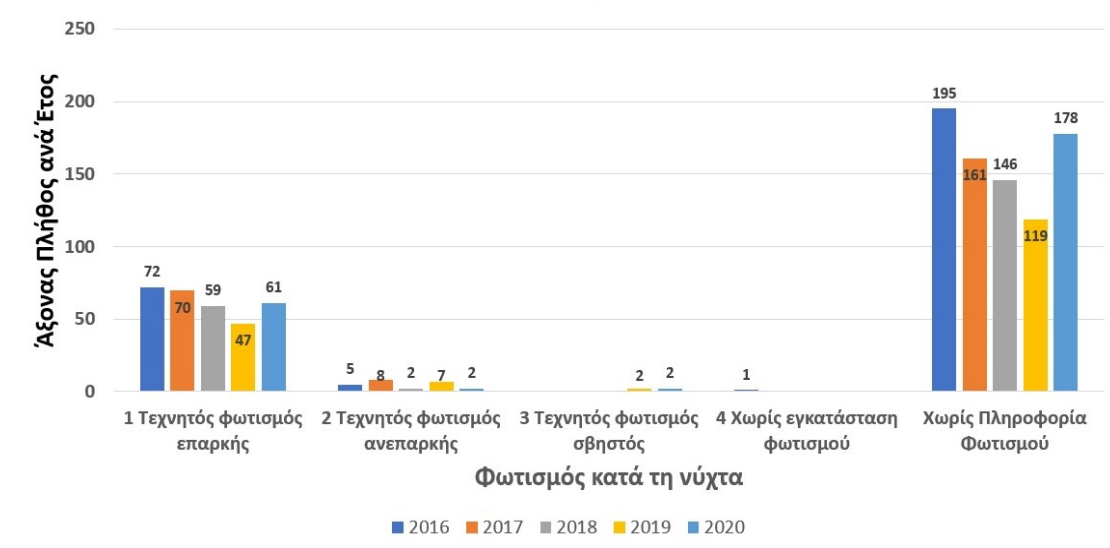
Στο Διάγραμμα 2-9 παρουσιάζονται τα ατυχήματα σε οποιαδήποτε συνθήκη φωτισμού με ρύθμιση κυκλοφορίας από φωτεινό σηματοδότη σε λειτουργία. Όπως φαίνεται, η ύπαρξη φωτεινού σηματοδότη συμβάλλει σημαντικά στη μείωση του αριθμού των ατυχημάτων. Παρόλα αυτά, ο αριθμός των ατυχημάτων παραμένει αξιοσημείωτος και αυτό υποδηλώνει ότι τα ατυχήματα προκλήθηκαν από την παραβίαση του σηματοδότη.



Διάγραμμα 2-9: Πλήθος ατυχημάτων ανά έτος με βάση την κατάσταση του φωτισμού κατά τη διάρκεια της νύκτας μιας οδού με φωτεινό σηματοδότη σε λειτουργία.

Πηγή: Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ)

Παρόμοια είναι η κατάσταση και στην περίπτωση της ύπαρξης σήματος STOP ή άλλης πινακίδας παραχώρησης προτεραιότητας (Διάγραμμα 2-10).

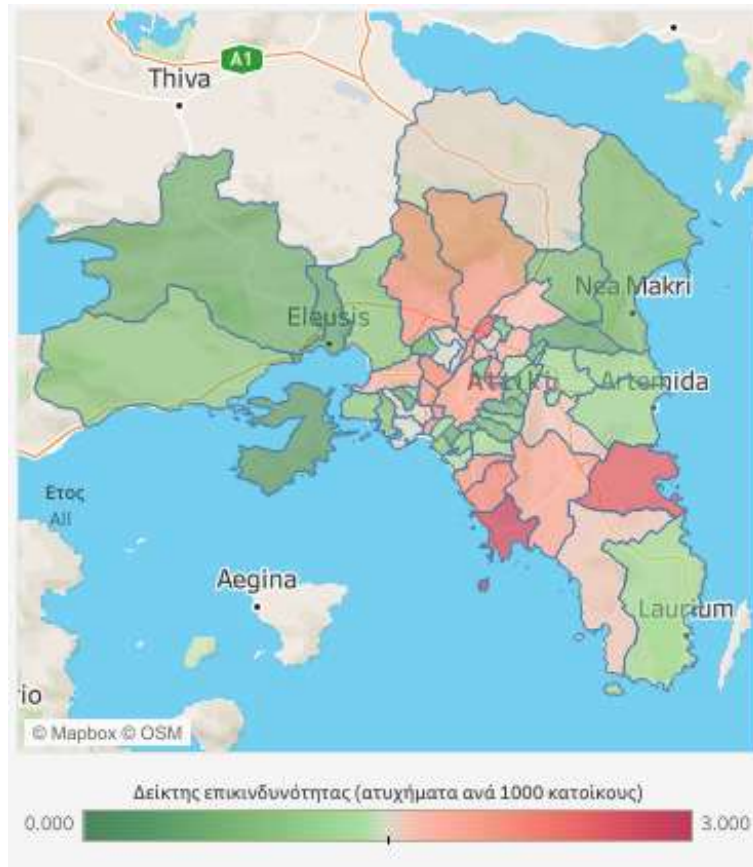


Διάγραμμα 2-10: Πλήθος ατυχημάτων ανά έτος με βάση την κατάσταση (επαρκής – ανεπαρκής) του φωτισμού κατά τη διάρκεια της νύκτας μιας οδού με ύπαρξη σήματος STOP ή άλλης πινακίδας παραχώρησης προτεραιότητας.

Πηγή: Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ)

2.4. Δεδομένα Παρατηρητηρίου Οδικής Ασφάλειας του ΕΜΠ

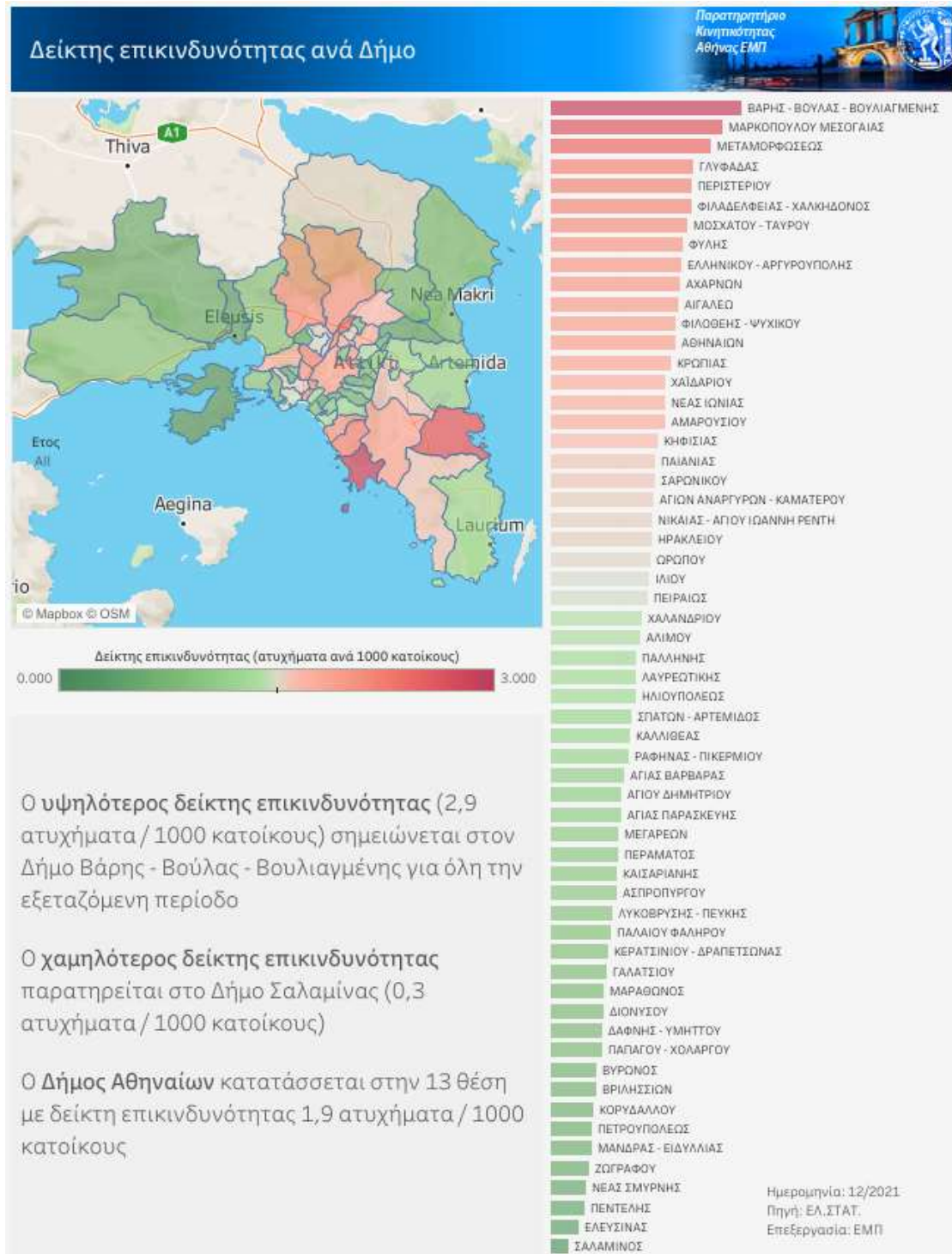
Στην παρούσα ενότητα παρατίθενται κάποια επιπλέον δεδομένα και τα σχετικά διαγράμματα που προκύπτουν από την επεξεργασία αυτών. Τα δεδομένα ελήφθησαν από το Παρατηρητήριο Οδικής Ασφάλειας του ΕΜΠ και δείχνουν την κατάσταση που επικρατεί στον Κεντρικό Τομέα Αθηνών σε σχέση με τις υπόλοιπες Περιφερειακές Ενότητες της Αττικής.



Εικόνα 2-1: Περιφέρεια Αττικής – Δείκτες επικινδυνότητας τροχαίων ατυχημάτων, Ελλάδα 2017-2019

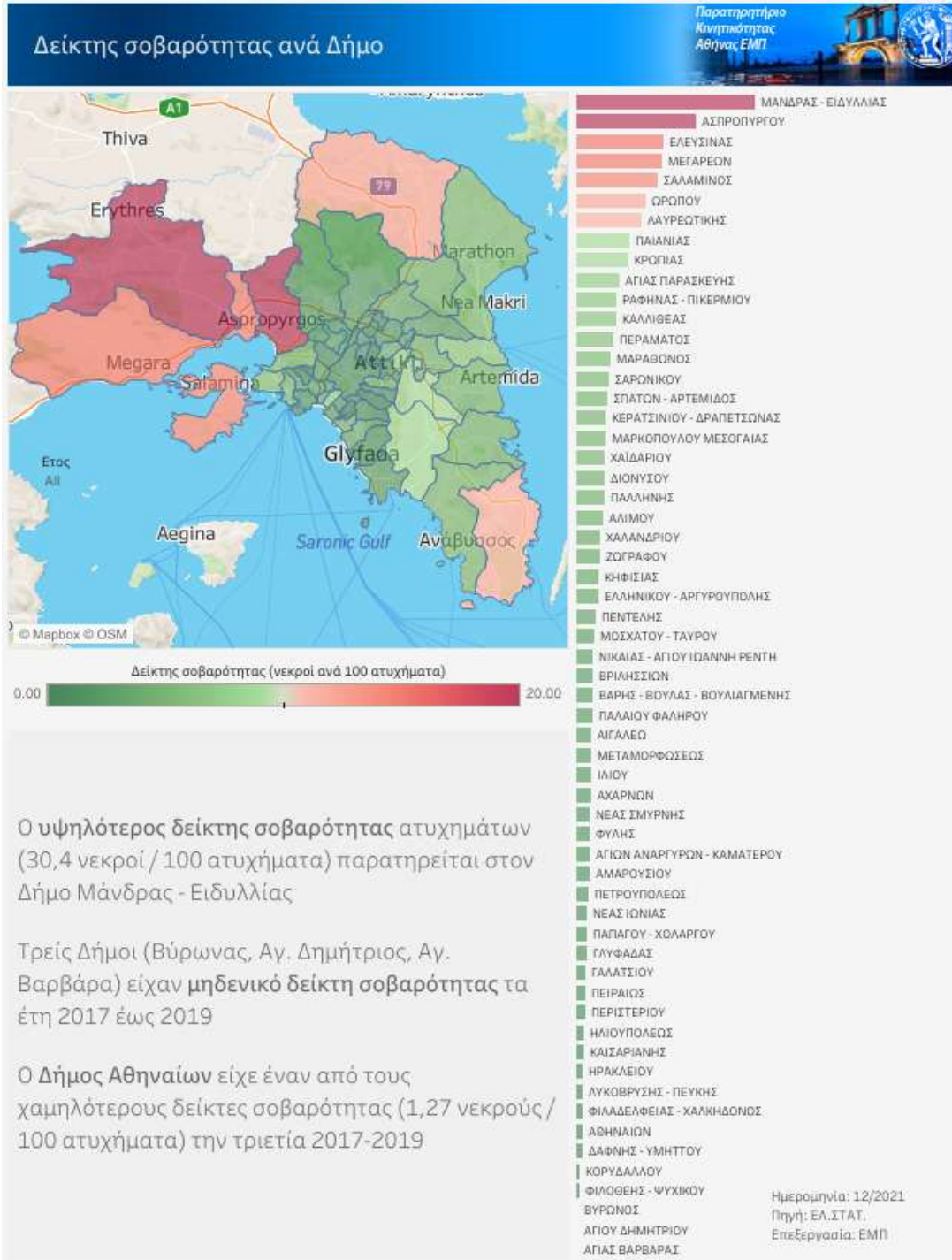
Πηγή: Παρατηρητήριο Οδικής Ασφάλειας ΕΜΠ, Υπουργείο Υποδομών και Μεταφορών, www.nrso.ntua.gr/nrss2030/statistics

Το νέα διαδραστικά διαγράμματα σχετικά με τον δείκτη επικινδυνότητας και τον δείκτη σοβαρότητας τροχαίων ατυχημάτων ανά Δήμο της Αττικής του Παρατηρητηρίου Οδικής Ασφάλειας ΕΜΠ, σύμφωνα με τα δεδομένα της ΕΛΣΤΑΤ για τα έτη 2017 - 2019, επιτρέπουν συγκρίσεις μεταξύ των Δήμων της Περιφέρειας Αττικής. Καταδεικνύεται δε ότι οι δείκτες επικινδυνότητας και σοβαρότητας μπορούν να αποκαλύψουν «κρυφά» προβλήματα οδικής ασφάλειας, επιτρέποντας στις εθνικές και τοπικές αρχές να επικεντρωθούν σε στοχευμένα μέτρα για τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας.



Εικόνα 2-2: Δείκτης επικινδυνότητας τροχαίων ατυχημάτων ανά Δήμο της Περιφέρειας Αττικής

Πηγή: Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ)



Εικόνα 2-3: Δείκτης σοβαρότητας τροχαίων ατυχημάτων ανά Δήμο της Περιφέρειας Αττικής

Πηγή: Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ)

Οι Εικόνες 2-2 και 2-3 επιτρέπουν μια πρώτη οπτική σύγκριση της επικινδυνότητας και της σοβαρότητας αντίστοιχα των τροχαίων ατυχημάτων σε ολόκληρη την

Περιφέρεια Αττικής. Αναλυτικότερα, καθιστούν δυνατή τη σύγκριση του δείκτη επικινδυνότητας (αριθμός τροχαίων ατυχημάτων ανά 1000 κατοίκους) και του δείκτη σοβαρότητας τροχαίων ατυχημάτων (αριθμός θανόντων ανά 100 ατυχήματα) μεταξύ όλων των Δήμων της Περιφέρειας Αττικής. Κατ' επέκταση, δίνεται η δυνατότητα σύγκρισης των Δήμων του Κεντρικού Τομέα Αθηνών μεταξύ τους, καθώς και με τους υπόλοιπους Δήμους της Περιφέρειας Αττικής.

Μεταξύ των Δήμων του Κεντρικού Τομέα Αθηνών, ο υψηλότερος δείκτης επικινδυνότητας τροχαίων ατυχημάτων σημειώνεται στον Δήμο Φιλαδέλφειας – Χαλκηδόνας, με τον Δήμο Αθηναίων να ακολουθεί. Η χαμηλότερη τιμή του δείκτη σημειώνεται στον Δήμο Ζωγράφου. Οι υπόλοιποι Δήμοι του Κεντρικού Τομέα Αθηνών κατέχουν χαμηλές, σχετικά, θέσεις στην κατάταξη του συνόλου των Δήμων της Περιφέρειας Αττικής.

Αντίθετα, όσον αφορά στον δείκτη σοβαρότητας των ατυχημάτων, όλοι οι Δήμοι του Κεντρικού Τομέα Αθηνών βρίσκονται στις τελευταίες θέσεις της κατάταξης, εξαιρουμένου του Δήμου Ζωγράφου που βρίσκεται σε υψηλή θέση.

3. Μεθοδολογική Προσέγγιση

Η ανάλυση χωρικών δεδομένων στοχεύει στην αναγνώριση χωρικών προτύπων και σε συγκεκριμένες μεθόδους εκτίμησης του είδους της σχέσης μεταξύ των δεδομένων. Μέσω της ενσωμάτωσης της διάστασης του χώρου μπορούν να διερευνηθούν πιθανοί παράγοντες κοινωνικο-οικονομικού χαρακτήρα. Τα δεδομένα χωρικής αλληλεπίδρασης προέρχονται από ένα ευρύ φάσμα ανθρώπινων δραστηριοτήτων, όπως μετακινήσεις μέσω οχημάτων σε ένα οδικό δίκτυο (Fischer, 2006).

Λόγω της δυσκολίας της εφαρμογής ενός άρτιου μοντέλου, είναι ανέφικτο να κατανοηθεί σε απόλυτο βαθμό ένα χωρικό φαινόμενο. Για αυτό τον λόγο, όλες οι μέθοδοι που εφαρμόζονται για τη χωρική ανάλυση λειτουργούν κατά προσέγγιση (Καλογήρου, 2015:15-17). Οι μέθοδοι χωρικής ανάλυσης παρουσιάζονται πιο αναλυτικά στα επόμενα κεφάλαια.

3.1. Συλλογή Δεδομένων

Τα δεδομένα στα οποία βασίστηκε η μελέτη και αφορούν στα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα στον Κεντρικό Τομέα Αθηνών για τη χρονική περίοδο 2016 – 2020, ελήφθησαν από την Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ) μετά από σχετικό αίτημα.

Από τα στοιχεία, που ελήφθησαν με τη μορφή αρχείων excel, έγινε επεξεργασία και απομονώθηκαν όσα στοιχεία ήταν σχετικά με τις υπάρχουσες υποδομές, όπως ορίζονται στην ενότητα 2.2 του Κεφαλαίου 2, για τα έτη μελέτης, καθώς η παρούσα εργασία επιχειρεί να συσχετίσει τις υποδομές αυτές με τον αριθμό των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων. Παράλληλα με αυτά, χρησιμοποιήθηκε και ένα συνοδευτικό αρχείο excel που έδινε την περιγραφή των τιμών και των μεταβλητών, το οποίο αξιοποιήθηκε για τη συσχέτιση των θανατηφόρων ατυχημάτων και το κατά πόσον ευθύνονται οι υφιστάμενες υποδομές.

Η επεξεργασία των δεδομένων έγινε με αξιοποίηση της εργαλειοθήκης GIS ώστε να μπορούν να συγκριθούν με τα στοιχεία της προϋπάρχουσας κατάστασης στον τομέα των τροχαίων ατυχημάτων, και συγκεκριμένα με τα τροχαία ατυχήματα στο κέντρο

της Αθήνας κατά τα έτη 2008 έως 2017, για τα οποία υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία.

3.2. Μεταβλητές

Οι μεταβλητές που επιλέχθηκαν για να προκύψουν οι απαραίτητοι συσχετισμοί, έχουν να κάνουν με τις υποδομές του οδικού δικτύου, καθώς και τις υποδομές που αφορούν στον φωτισμό και τη σηματοδότηση στους δρόμους του Κεντρικού Τομέα Αθηνών. Δηλαδή, εξετάστηκαν τα τροχαία ατυχήματα στον Κεντρικό Τομέα Αθηνών κατά την περίοδο 2016 – 2020 σε σχέση με τις υπάρχουσες υποδομές του οδικού δικτύου και πως αυτές επηρεάζουν τα ατυχήματα αυτά. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα. Τα στοιχεία που προέκυψαν συγκρίθηκαν με τα στοιχεία της προϋπάρχουσας κατάστασης και συγκεκριμένα με τα στοιχεία των τροχαίων ατυχημάτων στον κεντρικό τομέα Αθηνών κατά την περίοδο 2008 – 2017, όπως αυτά είχαν προκύψει από προγενέστερη εργασία. Επισημαίνεται ότι τα στοιχεία αυτά δεν είχαν να κάνουν αποκλειστικά με τις υποδομές του οδικού δικτύου, χρησιμοποιήθηκαν όμως για την ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας, καθώς μας ενδιέφερε η καταγραφή και η χωρική κατανομή τους, αξιοποιώντας τα συμπεράσματα που προέκυψαν προκειμένου να γίνουν οι σχετικές συγκρίσεις.

3.3. Μέθοδοι Ανάλυσης

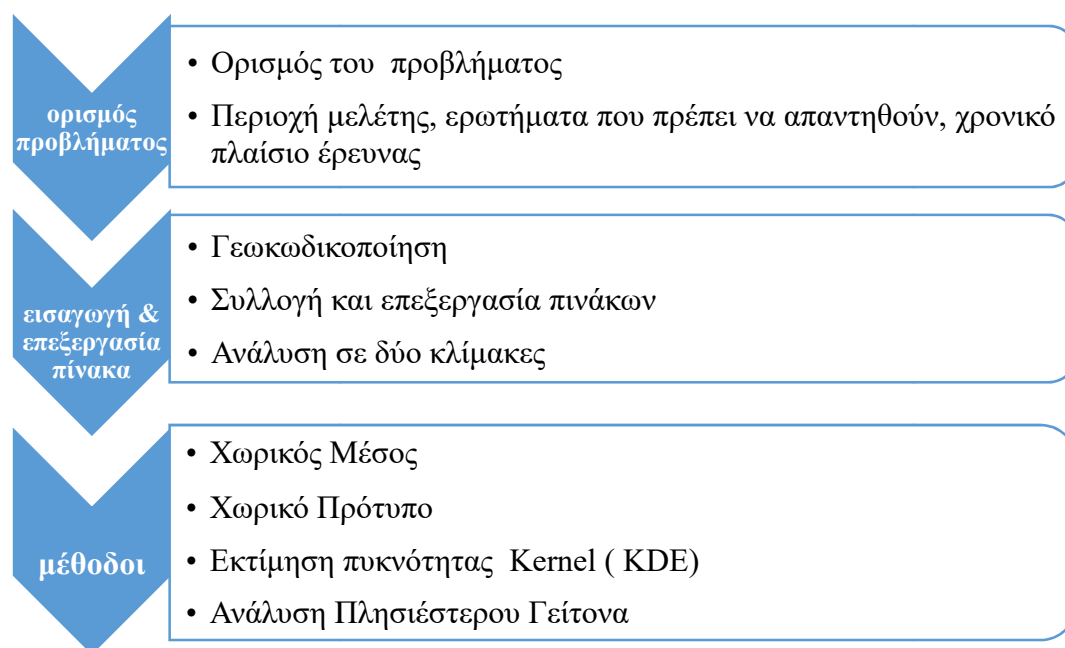
Η εφαρμογή απλών στατιστικών μεθόδων δεν είναι πάντα επιτυχημένη, καθώς αγνοούνται οι σύνθετες χωρικές σχέσεις που ενυπάρχουν ανάμεσα στα στοιχεία που αντιπροσωπεύουν τα δεδομένα. Η αδυναμία αυτή επιλύεται με τη χρήση GIS (Φώτης, 2010, Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών). Τα βήματα που ακολουθήθηκαν είναι τα παρακάτω:

Αρχικά έγινε μία χωροχρονική ανάλυση των ατυχημάτων (θανόντες και τραυματίες) βρίσκοντας τον χωρικό τους μέσο αλλά και το χωρικό τους πρότυπο.

Στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε ανάλυση Kernel (Εκτίμηση πυκνότητας Kernel - KDE) για μία μεταβλητή. Σχετίζεται με ένα ιστόγραμμα, και στη συνέχεια έγινε ομαδοποίηση (classification) και εξομάλυνση των δεδομένων.

Η Ανάλυση Εγγύτερου Γείτονα (nearest neighbor analysis) χρησιμοποιήθηκε για την υποπεριοχή μελέτης, για την οποία ήταν γνωστές οι θέσεις των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων. Με αυτόν τον τρόπο προσδιορίστηκε το χωρικό πρότυπο κατανομής των σημείων για διάφορες κατηγοριοποιήσεις των συμβάντων, που σχετίζονταν με τον τύπο του δρόμου, τον τύπο του οδοστρώματος, τον φωτισμό και τη σηματοδότηση. Στη συνέχεια, δημιουργήθηκαν χάρτες μιας μεταβλητής για διάφορες κατηγοριοποιήσεις (κατηγορίες οδικού δικτύου, είδος οδοστρώματος, φωτισμός, κατάσταση οδοστρώματος, ρύθμιση κυκλοφορίας, σήμανση και σηματοδότηση) και αυτό βοήθησε ουσιαστικά στην αναγνώριση περιοχών που το πρόβλημα ήταν έντονο. Η απόδοση των μεταβλητών αυτών σε κοινό χάρτη κατέδειξε ξεκάθαρα το πρόβλημα, όπου αυτό υπήρχε. Ακόμα, βρέθηκε ο χωρικός μέσος όλων των τροχαίων ατυχημάτων, καθώς και μόνο των θανατηφόρων.

Για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας ακολουθήθηκε η μεθοδολογία που παρουσιάζεται συνοπτικά στο παρακάτω διάγραμμα.



4. Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζεται η εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας, καθώς και τα αποτελέσματα που προκύπτουν από αυτή τόσο στο επίπεδο του Κεντρικού Τομέα Αθηνών όσο και σε αυτό του Δήμου της Αθήνας.

4.1. Γεωκωδικοποίηση

Η γεωκωδικοποίηση (Address to Geocode) είναι η διαδικασία μετατροπής διευθύνσεων (όπως μια διεύθυνση δρόμου) σε γεωγραφικές συντεταγμένες (όπως γεωγραφικό πλάτος και μήκος), οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να τοποθετηθούν δείκτες σε έναν χάρτη ή να τοποθετηθεί ο χάρτης. Η αντίστροφη γεωκωδικοποίηση είναι η διαδικασία μετατροπής των γεωγραφικών συντεταγμένων σε μια αναγνώσιμη από τον άνθρωπο διεύθυνση.

Το MMQGIS είναι ένα σύνολο προσθηκών Python για τον χειρισμό επιπέδων διανυσματικών χαρτών στο Quantum GIS (qGIS): είσοδος/έξοδος/σύνδεση CSV, γεωκωδικοποίηση, μετατροπή γεωμετρίας, προσωρινή αποθήκευση, ανάλυση διανομέα, απλοποίηση, τροποποίηση στήλης και απλή κίνηση.

Το MMQGIS παρέχει αναλυτικές αναφορές προόδου, μια διαισθητική διεπαφή χρήστη, άμεση πρόσβαση στα αρχεία και ορισμένες πρόσθετες δυνατότητες που λείπουν από άλλα σύνολα προσθηκών, όπως η εργαλειοθήκη Επεξεργασίας.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα βήματα τα οποία πραγματοποιήθηκαν για την εισαγωγή των δεδομένων της ΕΛΣΤΑΤ.

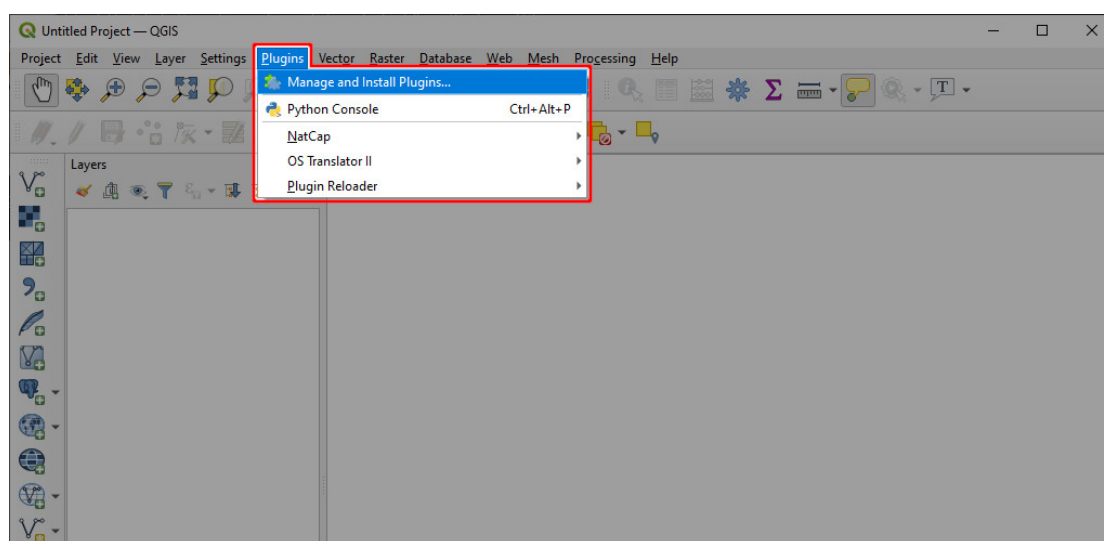
✓ *Μορφοποίηση των αρχείων*

Η μορφοποίηση πινάκων αναφέρεται στη διαδικασία τροποποίησης ενός πίνακα, προκειμένου να προσαρμοστεί σε συγκεκριμένες απαιτήσεις. Αυτή η διαδικασία μπορεί να περιλαμβάνει την αλλαγή της διάταξης των στοιχείων, την προσθήκη ή την αφαίρεση στοιχείων, την αλλαγή των τιμών στα κελιά του πίνακα ή την εφαρμογή οποιασδήποτε άλλης διαδικασίας, που εξυπηρετεί τον σκοπό της μορφοποίησης.

Οι λόγοι για τους οποίους ενδέχεται να απαιτείται η μορφοποίηση πινάκων μπορεί να είναι πολλοί, όπως η προετοιμασία δεδομένων για ανάλυση, η προβολή των δεδομένων σε έναν τρόπο που να είναι πιο κατανοητός για τους αναγνώστες, η επεξεργασία των δεδομένων για τη δημιουργία αναφορών ή γραφικών παραστάσεων, και πολλά άλλα.

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
YEAR_ID	MONTH_ID	IC_AA	ATICH	AA_DESMI	AA_DELTIC	AA_DELTIC	POLICE_CL	GEOCODE_AST_FLG	C_STREET_NK	ONOMASIA_ODOU	City	Country	KILOMETERS_NR	TURN_FLG	CL
2016	1	1001	1	1				4501000001		ΠΛΑΤΑΙΩΝ	ΔΗΜΟΣ ΑΘΗΝΑΙΩΝ	ΕΛΛΑΔΑ			
2016	1	1002	1	2				4501000001		ΜΟΥΣΕΙΩΝ	ΔΗΜΟΣ ΑΘΗΝΑΙΩΝ	ΕΛΛΑΔΑ			
2016	1	1003	1	3				4501000001	08	ΠΕΙΡΑΙΩΣ	ΔΗΜΟΣ ΑΘΗΝΑΙΩΝ	ΕΛΛΑΔΑ			
2016	1	1004	1	4				4501000001		ΠΑΡΑΣΚΕΥΟΠΟΥΛΟΥ	ΔΗΜΟΣ ΑΘΗΝΑΙΩΝ	ΕΛΛΑΔΑ			
2016	1	1005	1	5				4501000001		ΚΕΡΚΥΡΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΑΘΗΝΑΙΩΝ	ΕΛΛΑΔΑ			
2016	1	1006	1	6				4501000001		ΩΤΟΥ	ΔΗΜΟΣ ΑΘΗΝΑΙΩΝ	ΕΛΛΑΔΑ			
2016	1	1007	1	7				4501000001		ΩΤΟΥ	ΔΗΜΟΣ ΑΘΗΝΑΙΩΝ	ΕΛΛΑΔΑ			
2016	1	1008	1	8				4501000001		ΩΤΟΥ	ΔΗΜΟΣ ΑΘΗΝΑΙΩΝ	ΕΛΛΑΔΑ			
2016	1	1009	1	9				4501000001		ΩΤΟΥ	ΔΗΜΟΣ ΑΘΗΝΑΙΩΝ	ΕΛΛΑΔΑ			
2016	1	1010	1	10				4501000001		ΣΕΠΟΛΙΩΝ	ΔΗΜΟΣ ΑΘΗΝΑΙΩΝ	ΕΛΛΑΔΑ			
2016	1	1011	1	11				4501000001		ΝΑΤΖΗΛΙΩΤΟΛΟΥ	ΔΗΜΟΣ ΑΘΗΝΑΙΩΝ	ΕΛΛΑΔΑ			
2016	1	1012	1	12				4501000001		ΠΕΤΡΟΠΟΥΛΑΚΗ	ΔΗΜΟΣ ΑΘΗΝΑΙΩΝ	ΕΛΛΑΔΑ			
2016	1	1013	1	13				4501000001		ΠΗΓΑΣΟΥ	ΔΗΜΟΣ ΑΘΗΝΑΙΩΝ	ΕΛΛΑΔΑ			
2016	1	1014	1	14				4501000001		ΩΤΟΥ	ΔΗΜΟΣ ΑΘΗΝΑΙΩΝ	ΕΛΛΑΔΑ			
2016	1	1015	1	15				4501000001		ΔΡΟΣΕΠΟΥΛΟΥ ΙΩΑΝ.	ΔΗΜΟΣ ΑΘΗΝΑΙΩΝ	ΕΛΛΑΔΑ			
2016	1	1016	1	16				4501000001		ΠΑΤΗΣΙΩΝ	ΔΗΜΟΣ ΑΘΗΝΑΙΩΝ	ΕΛΛΑΔΑ			
2016	1	1017	1	17				4501000001	071	ΚΟΝΙΝΩΣ	ΔΗΜΟΣ ΑΘΗΝΑΙΩΝ	ΕΛΛΑΔΑ			
2016	1	1018	1	18				4501000001	086	ΙΕΡΑ ΟΔΟΣ	ΔΗΜΟΣ ΑΘΗΝΑΙΩΝ	ΕΛΛΑΔΑ			
2016	1	1019	1	19				4501000001		ΩΤΟΥ	ΔΗΜΟΣ ΑΘΗΝΑΙΩΝ	ΕΛΛΑΔΑ			
2016	1	1020	1	20				4501000001		ΩΤΟΥ	ΔΗΜΟΣ ΑΘΗΝΑΙΩΝ	ΕΛΛΑΔΑ			
2016	1	1021	1	21				4501000001		ΔΗΜΟΦΩΝΤΟΣ	ΔΗΜΟΣ ΑΘΗΝΑΙΩΝ	ΕΛΛΑΔΑ			
2016	1	1022	1	22				4501000001		ΠΑΝΟΡΜΟΥ	ΔΗΜΟΣ ΑΘΗΝΑΙΩΝ	ΕΛΛΑΔΑ			
2016	1	1023	1	23				4501000001		ΑΗΛΩΝΩΝ	ΔΗΜΟΣ ΑΘΗΝΑΙΩΝ	ΕΛΛΑΔΑ			

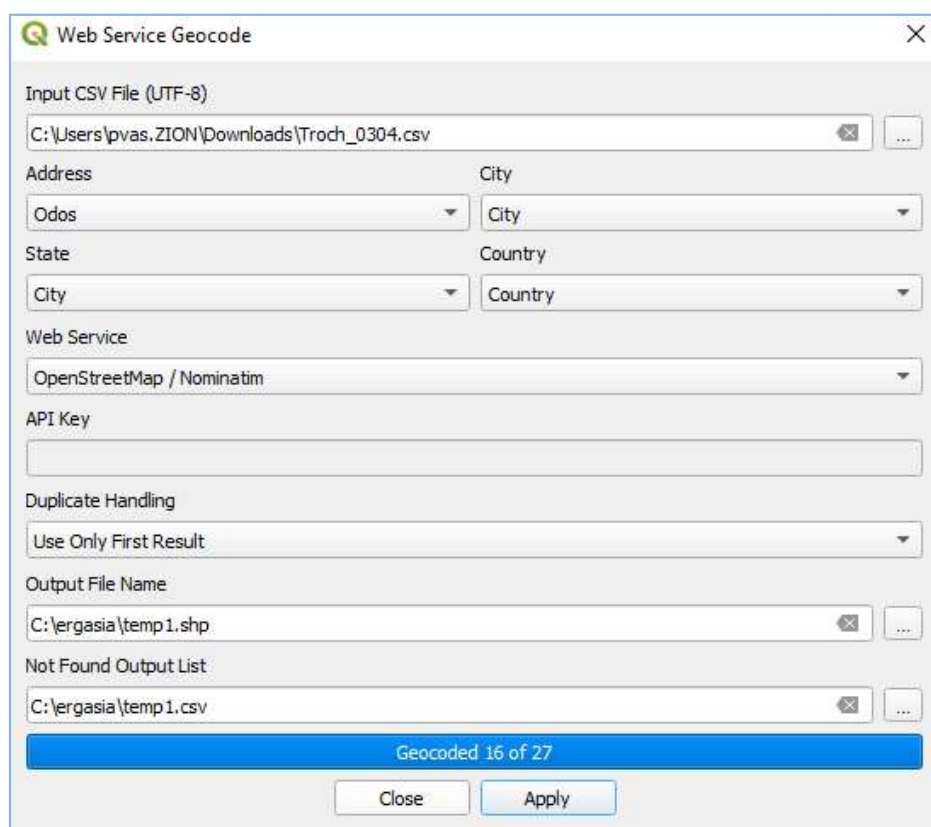
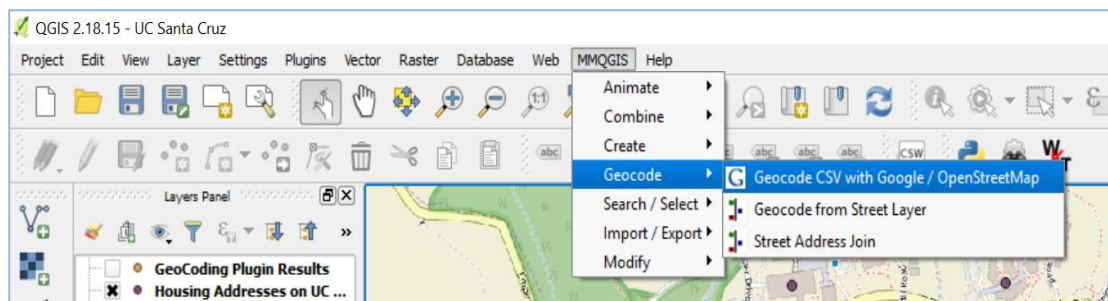
✓ Εγκατάσταση του MQGIS plugin



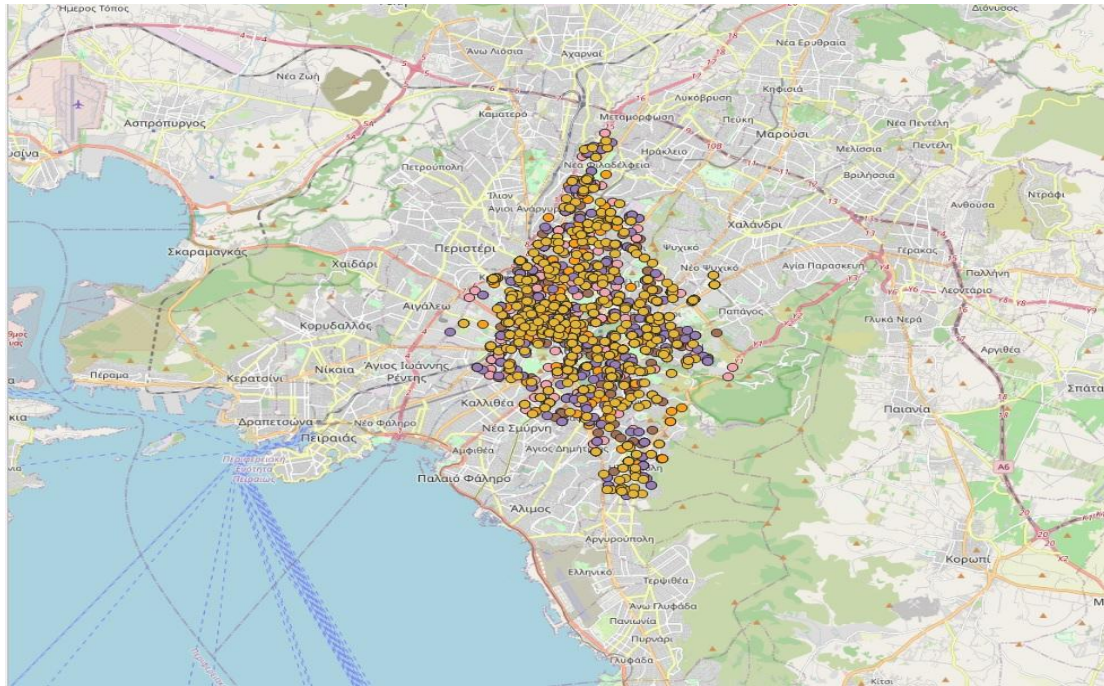
✓ Γεωκωδικοποίηση (Geocoding)

Η γεωκωδικοποίηση είναι μια μέθοδος κωδικοποίησης της γεωγραφικής θέσης ενός σημείου στην επιφάνεια της Γης χρησιμοποιώντας μια συντομευμένη ακολουθία χαρακτήρων ή αριθμών. Οι γεωκωδικοί είναι χρήσιμοι για την επικοινωνία γεωγραφικών θέσεων σε μια ποικιλία εφαρμογών, επιτρέποντας στους χρήστες να αναφέρουν γεωγραφικές θέσεις χωρίς τη χρήση μακρών συντεταγμένων και αποφεύγοντας τυχόν σύγχυση ή λάθη.

Το Geocoding στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε με τον τρόπο που φαίνεται στις παρακάτω εικόνες.



Με την ολοκλήρωση της γεωκωδικοποίησης δημιουργήθηκαν 5 layers, ένα για κάθε έτος. Η εικόνα που προκύπτει παρουσιάζεται στον Χάρτη 4-1.



Χάρτης 4-1: Ατυχήματα 2016 – 2020 στον Κεντρικό Τομέα Αθηνών.

Πηγή: ίδια επεξεργασία

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση των σημείων και τη δημιουργία συσχετίσεων μεταξύ των τροχαίων ατυχημάτων και της οδικής υποδομής.

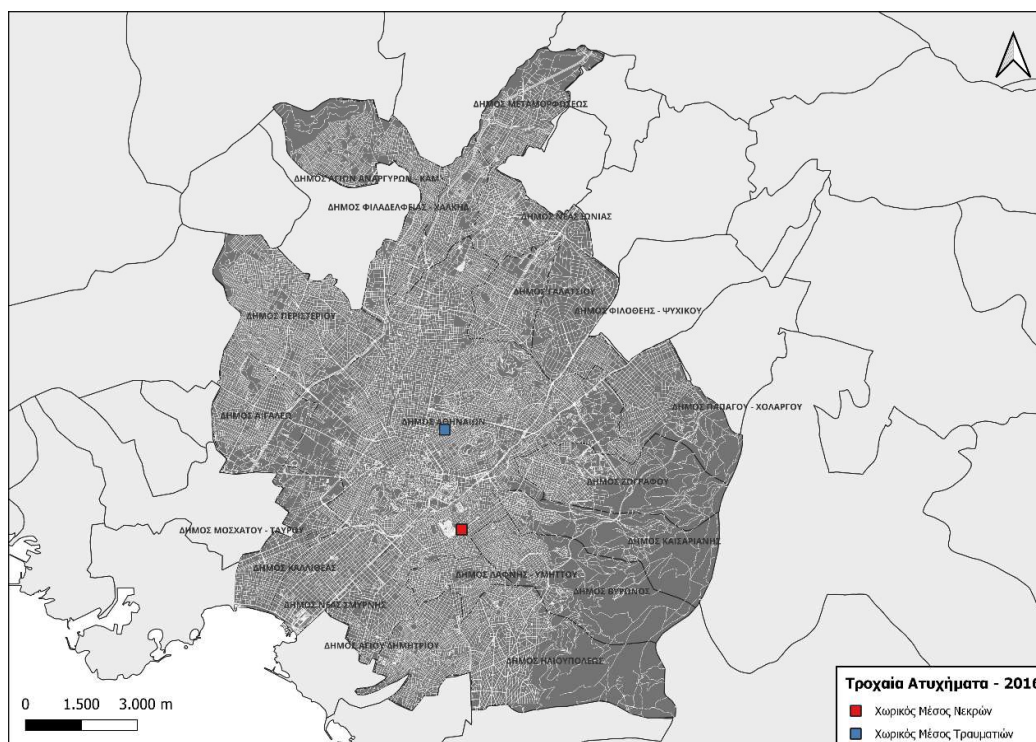
Η ανάλυση γίνεται για την περίοδο 2016-2020 σε δύο κλίμακες: στον κεντρικό Τομέα Αθηνών και στον Δ. Αθηναίων, για τον λόγο ότι τα θανατηφόρα ατυχήματα στον δήμο Αθηναίων αποτελούν μια σοβαρή και ανησυχητική πραγματικότητα. Το κέντρο της Αθήνας διανύει καθημερινά μεγάλος αριθμός κατοίκων της ευρύτερης περιοχής της πρωτεύουσας, με την ασφάλεια των πολιτών να αποτελεί μια σημαντική πρόκληση, καθώς η κυκλοφοριακή κίνηση, ο συνωστισμός και οι κακές καιρικές συνθήκες αυξάνουν τον κίνδυνο ατυχημάτων. Ως εκ τούτου, κρίθηκε απαραίτητο να μελετηθεί ο Δ. Αθηναίων ξεχωριστά.

4.2. Υπολογισμός Χωρικού Μέσου

Για τη γεωχωρική ανάλυση του ζητήματος που εξετάζει η εργασία χρησιμοποιήθηκε και ένας δείκτης χωρικής κεντρικότητας, ο χωρικός μέσος. Ο δείκτης αυτός «είναι εκείνη η θέση, που πάνω σε ένα χάρτη μπορεί να δώσει την κατανομή

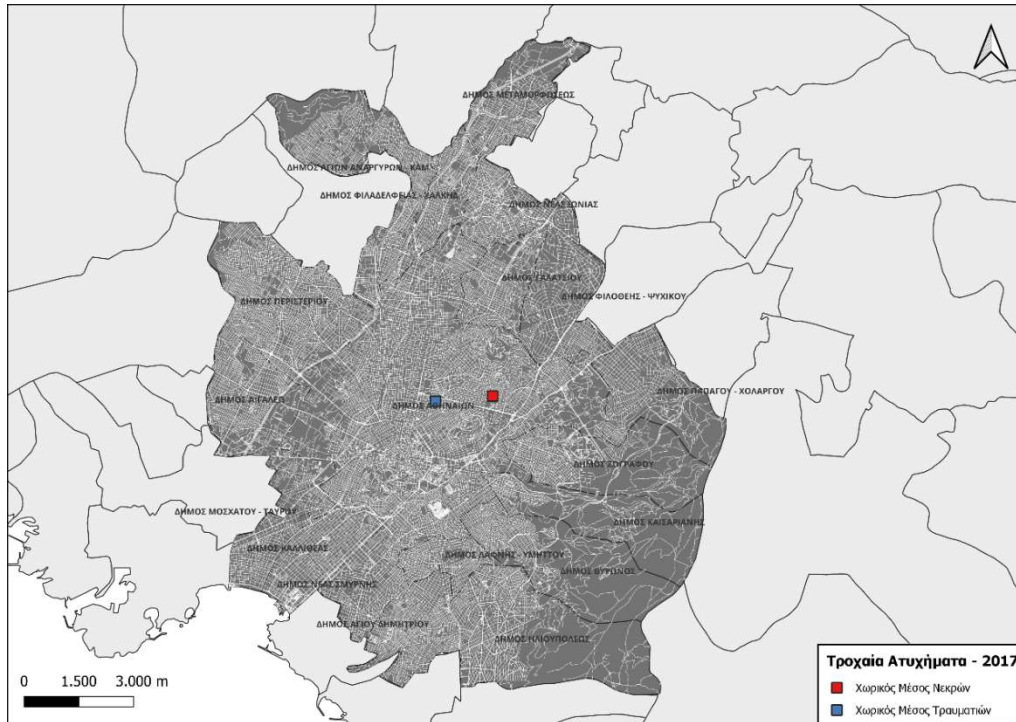
συγκεντρωμένη, αντιπροσωπεύει δηλαδή μια μέση θέση. Αυτή η μέση θέση, παρουσιάζομενη με την μορφή ενός σημείου, παρέχει στον ερευνητή έναν δείκτη, που ουσιαστικά αντιπροσωπεύει μια εκτενή λίστα σημείων που αποτελούν τη χωρική κατανομή. Επομένως, ένα σημαντικό χαρακτηριστικό του χωρικού μέσου είναι ότι δίνει τη δυνατότητα να παρατηρηθεί μια χωρική κατανομή που μεταβάλλεται διαχρονικά. Είναι βασικό να τονισθεί όμως ότι ο χωρικός μέσος δεν έχει τόσο νόημα όταν παρουσιάζεται σαν αριθμητική τιμή με τις συντεταγμένες του, αλλά όταν παρουσιάζεται γραφικά στον χάρτη σε σχέση με τα υπόλοιπα σημεία της γεωγραφικής του κατανομής. Τέλος, είναι πολύ σημαντικό να αναφερθεί ότι από τον χωρικό μέσο προκύπτει μακροσκοπική πληροφορία και όχι πληροφορία για τις ιδιαιτερότητες μικρών περιοχών.

Με βάση τα παραπάνω, υπολογίσθηκαν οι χωρικοί μέσοι για τους θανόντες και τους τραυματίες, καθώς και το χωρικό τους πρότυπο. Για τους χωρικούς μέσους πρέπει να τονιστεί ότι υπάρχει μια μικρή κινητικότητα κάθε έτος. Ωστόσο και τα πέντε έτη οι χωρικοί μέσοι βρίσκονται εντός του Δήμου Αθηναίων.



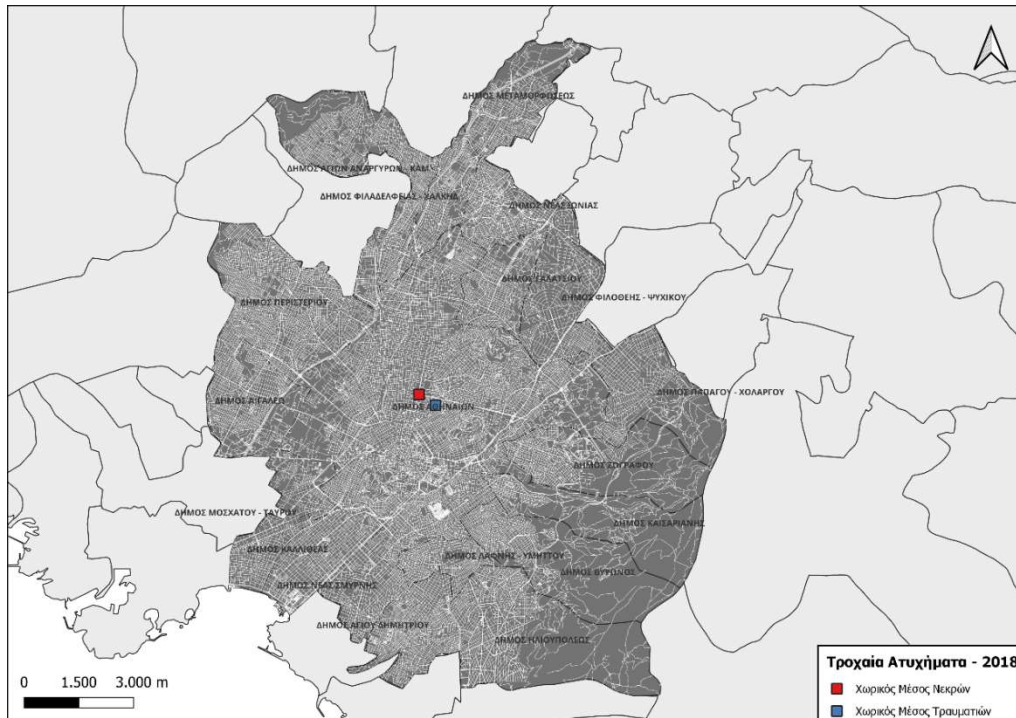
Χάρτης 4-2: Χωρικός Μέσος Θανόντων και Τραυματιών από Τροχαία Ατυχήματα 2016 στον Κεντρικό Τομέα Αθηνών

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



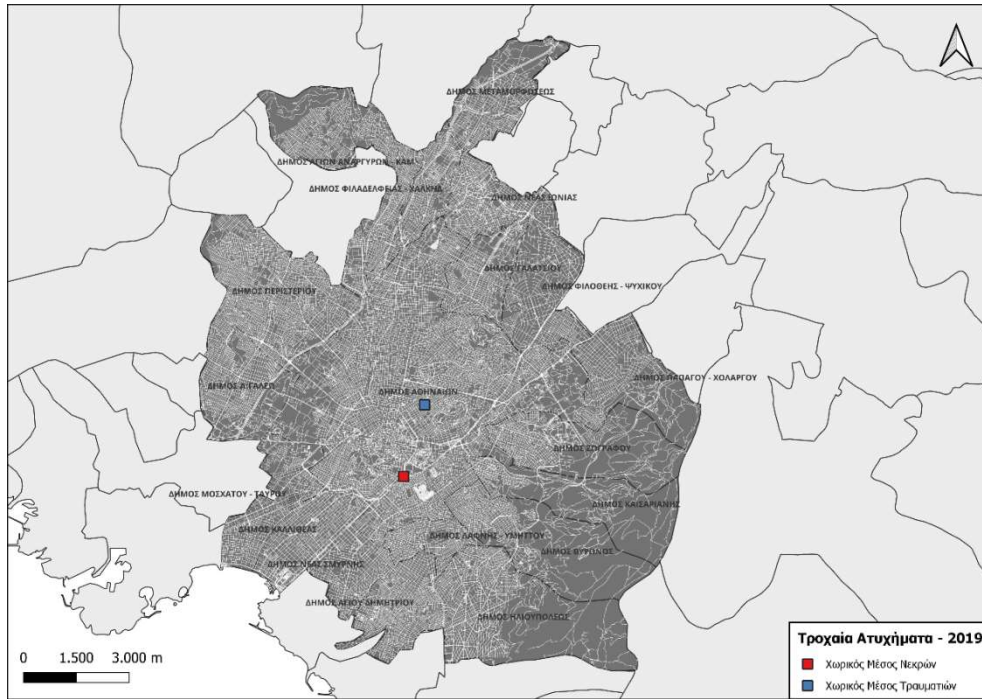
Χάρτης 4-3: Χωρικός Μέσος Θανόντων και Τραυματιών από Τροχαία Ατυχήματα 2017 στον Κεντρικό Τομέα Αθηνών

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



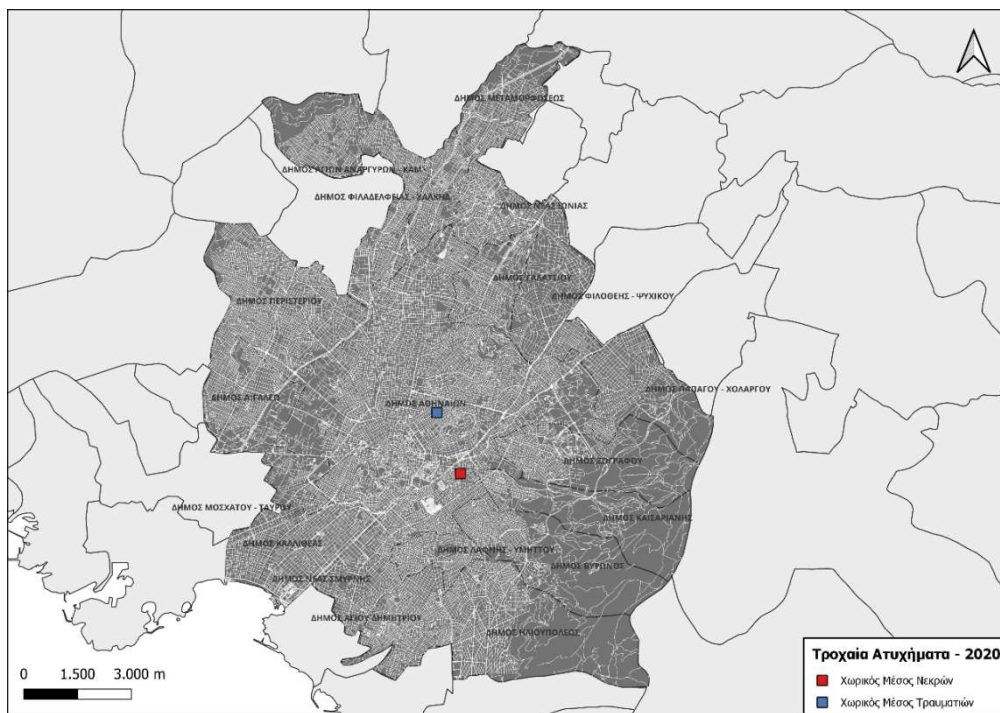
Χάρτης 4-4. Χωρικός Μέσος Θανόντων και Τραυματιών από Τροχαία Ατυχήματα 2018 στον Κεντρικό Τομέα Αθηνών

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



Χάρτης 4-5. Χωρικός Μέσος Θανόντων και Τραυματιών από Τροχαία Ατυχήματα 2019 στον Κεντρικό Τομέα Αθηνών

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



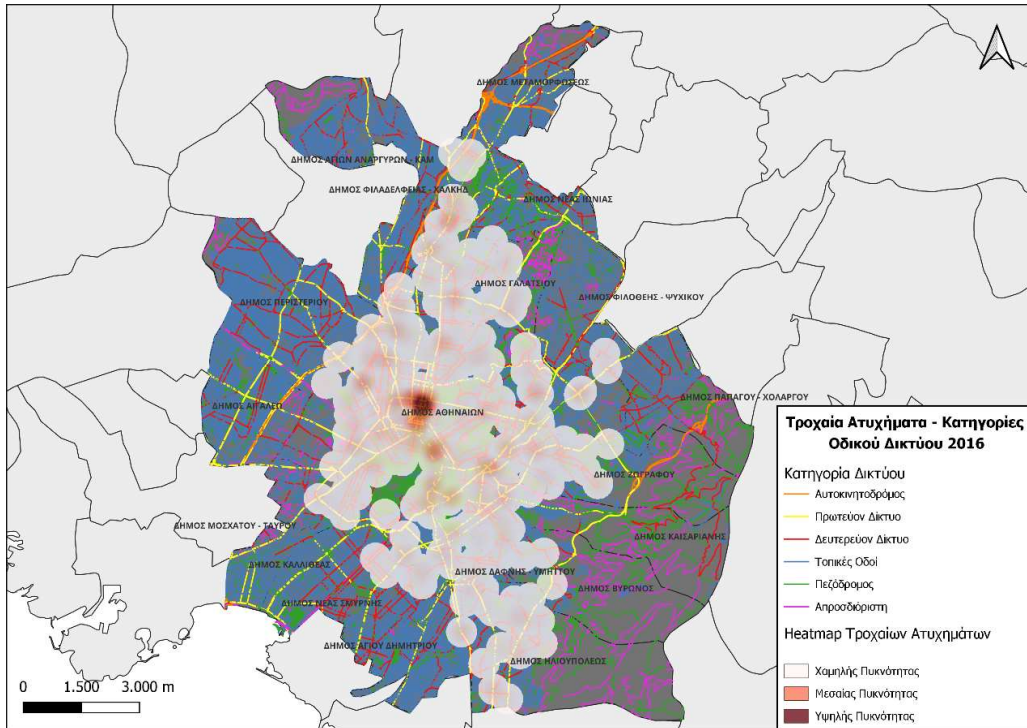
Χάρτης 4-6. Χωρικός Μέσος Θανόντων και Τραυματιών από Τροχαία Ατυχήματα 2020 στον Κεντρικό Τομέα Αθηνών

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

4.3. Μέθοδος Εκτίμησης Πυκνότητας Πυρήνα (Kernel Density Estimation)

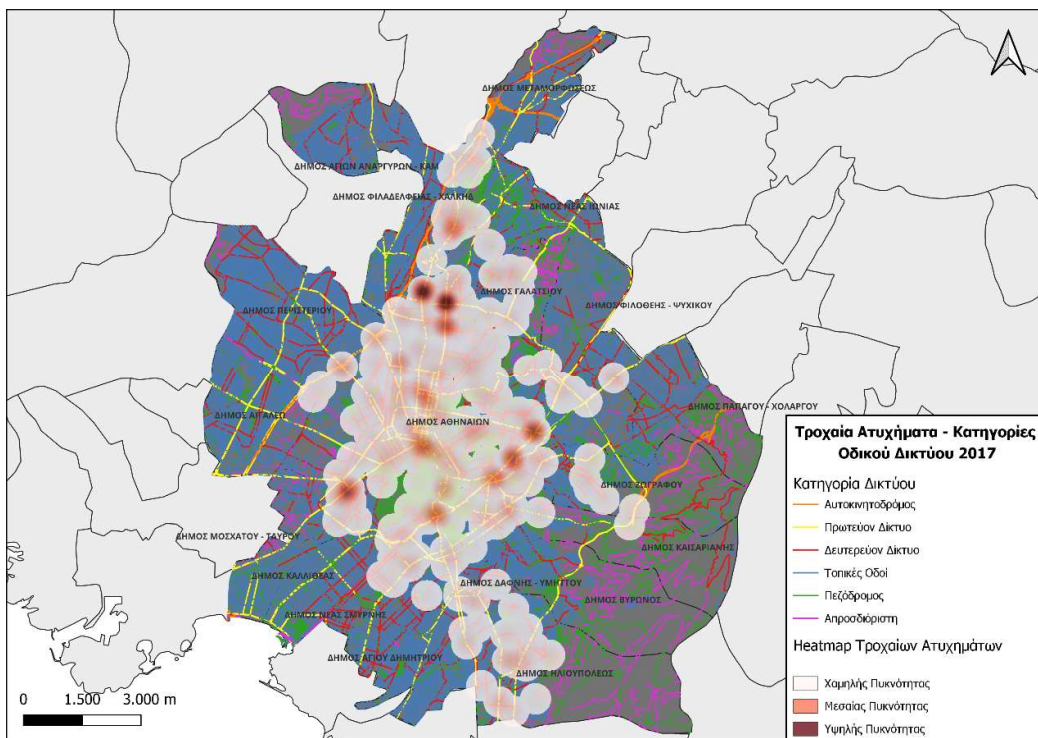
Το εργαλείο Kernel Density υπολογίζει την πυκνότητα των χαρακτηριστικών σε μια γειτονιά γύρω από αυτά. Υπολογίζει μία τιμή ανά μονάδα επιφάνειας από κάθε σημείο ή γραμμή, χρησιμοποιώντας την τεχνική χωρικής παρεμβολής. Η τιμή της επιφάνειας είναι υψηλότερη στη θέση του σημείου και μειώνεται με την αύξηση της απόστασης από το σημείο φθάνοντας το μηδέν. Στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, το αποτέλεσμα μιας διαδικασίας Kernel Density είναι ένα σύνολο δεδομένων raster (Longley, et al., 2005), όπου κάθε κελί έχει μια τιμή πυκνότητας, που είναι σταθμισμένη ανάλογα με την απόσταση από τα αρχικά χαρακτηριστικά. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει το μέγεθος του κελιού, το πεδίο του χαρακτηριστικού που πρέπει να χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό, τις μονάδες του μέτρου και της ακτίνας ή το εύρος ζώνης (Smith et al., 2007).

Τελικά το αποτέλεσμα μιας διαδικασίας Kernel Density είναι η αναπαράσταση της πυκνότητας των χαρακτηριστικών ως ένα συνεχές πεδίο (raster), όπου για κάθε σημείο του (κελί) έχει υπολογιστεί η τιμή της εκτίμησης της πυκνότητας των χαρακτηριστικών που δημιουργείται, από τα χαρακτηριστικά που βρίσκονται σε απόσταση μικρότερη της ακτίνας εφαρμογής του αλγορίθμου. Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκε ακτίνα Kernel 250 μέτρα και μέγεθος pixel 10, καθώς και βάρος στους θανάττες. Έγινε δοκιμή και με άλλες ακτίνες ώστε να προκύψει, αν αυτό είναι δυνατόν, περισσότερο ευδιάκριτο αποτέλεσμα, κάτι που δεν κατέστη δυνατό.



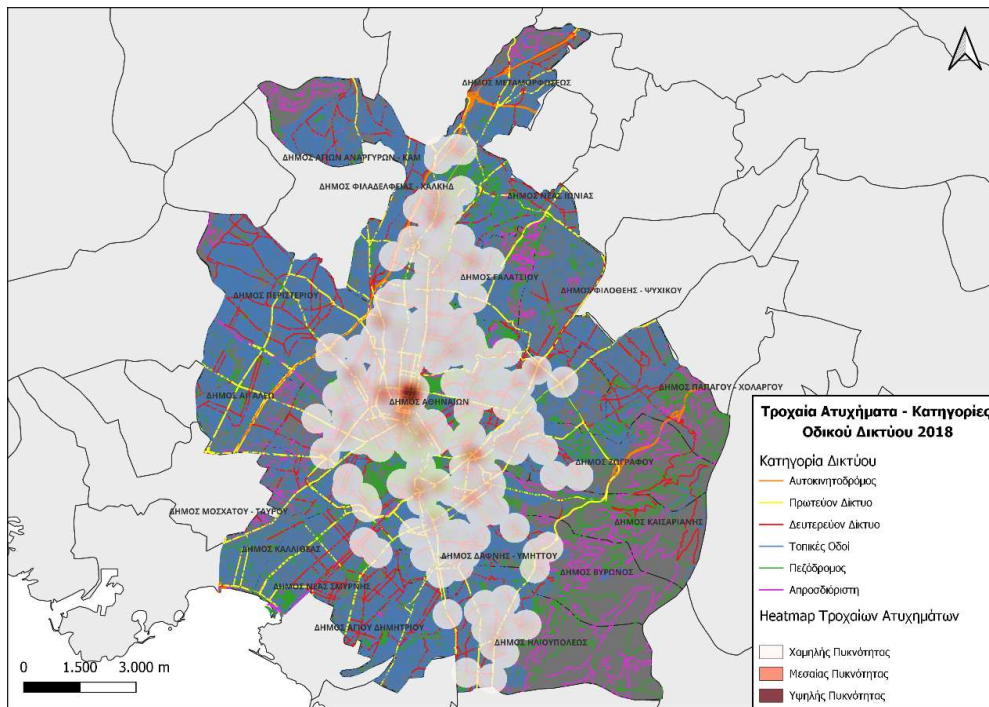
Χάρτης 4-7: Kernel Density Estimation 2016 στον Κεντρικό Τομέα Αθηνών

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



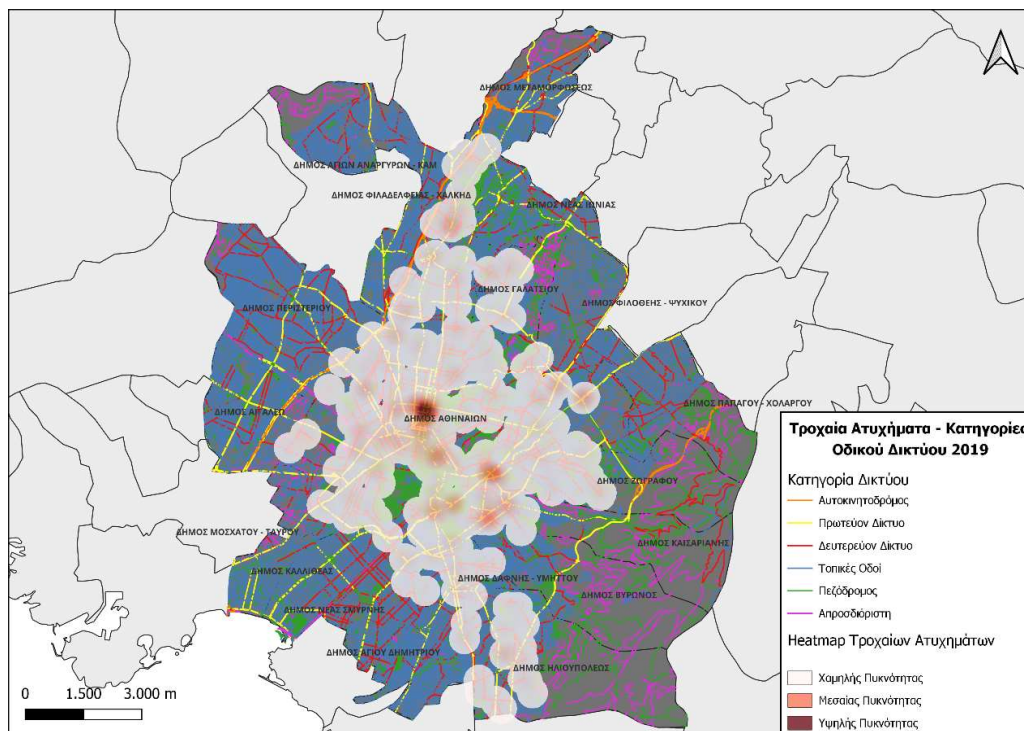
Χάρτης 4-8: Kernel Density Estimation 2017 στον Κεντρικό Τομέα Αθηνών

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



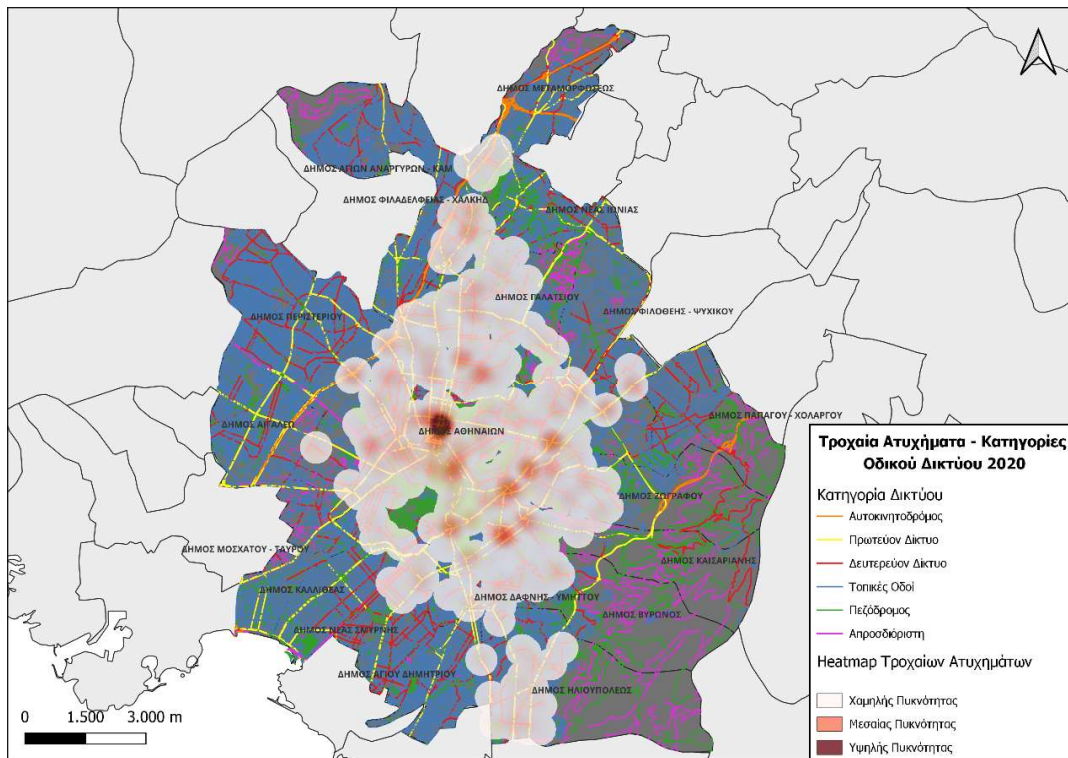
Χάρτης 4-9: Kernel Density Estimation 2018 στον Κεντρικό Τομέα Αθηνών

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



Χάρτης 4-10: Kernel Density Estimation 2019

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



Χάρτης 4-11: Kernel Density Estimation 2020 στον Κεντρικό Τομέα Αθηνών

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

4.4. Ανάλυση «Δείκτη Πλησιέστερου Γείτονα»

Η μέθοδος αφορά στη δυνατότητα εντοπισμού σημείων, γραμμών ή πολυγώνων που βρίσκονται πλησιέστερα σε σημεία, γραμμές ή πολύγωνα που καθορίζονται ανά τοποθεσία ή χαρακτηριστικό. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε έτσι ώστε να προσδιοριστεί το χωρικό πρότυπο που παρουσιάζουν τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα κάθε έτους.

Ο ορισμός του πρότυπου σημείων παρατίθεται αυτούσιος: «με τον όρο πρότυπο σημείων εννοείται ένα σύνολο δεδομένων, τα οποία αποτελούνται από μια συστοιχία σημειακών θέσεων ή τοποθετήσεων (s_1, s_2, s_3, \dots) σε συγκεκριμένη περιοχή μελέτης R , στην οποία συγκεντρώνονται – συμβαίνουν γεγονότα ενδιαφέροντος (events)» (Bailey and Gatrell, «Interactive Spatial Data Analysis», 1995, p. 75).

Ταυτόχρονα οι χωρικές διαδικασίες που παρατηρούνται στο πλαίσιο της ανάλυσης του χώρου είναι τρεις: i) η ομοιόμορφη, που παράγει ένα ομοιόμορφο πρότυπο σαν αποτέλεσμα της ομοιόμορφης κατανομής στον χώρο, ii) η τυχαία, που παράγει τυχαία πρότυπα σαν αποτέλεσμα της τυχαίας κατανομής των σημείων στον χώρο και iii) η

ομαδοποιημένη, που είναι αποτέλεσμα της ελκυστικής διαδικασίας η οποία δημιουργεί μια ομαδοποιημένη κατανομή και παράγει ένα ομαδοποιημένο ή συγκεντρωμένο χωρικό πρότυπο.

Ένα σημείο που είναι απαραίτητο να διευκρινιστεί είναι η μέθοδος που ακολουθήθηκε για την ανάλυση των χωρικών προτύπων. Η μέθοδος λοιπόν που επιλέχθηκε είναι η ανάλυση απόστασης από γειτονικό σημείο (nearest neighbour analysis) στην οποία: «υπολογίζονται οι αποστάσεις κάθε σημείου με το πλησιέστερό του, όπως αυτές θα προέκυπταν από μία τυχαία χωρική διαδικασία και με αυτούς τους υπολογισμούς αποκτάται το μέτρο σύγκρισης» (Φώτης Ν.Γ., «Ποσοτική Χωρική Ανάλυση», Εκδόσεις Γκοβότση, Αθήνα, 2009, σ. 132).

Όταν ο «Δείκτης Πλησιέστερου Γείτονα» (nearest neighbor index) που υπολογίζεται έχει τιμή 0, τότε όλα τα σημεία βρίσκονται στην ίδια θέση και προκύπτει η ακραία περίπτωση του ομαδοποιημένου προτύπου κατανομής. Όταν ο δείκτης λαμβάνει την τιμή 1, τότε το χωρικό πρότυπο κατανομής είναι τυχαίο. Τέλος, όταν ο δείκτης παίρνει τιμή 2,149, τότε το χωρικό πρότυπο είναι ομοιόμορφο. Γενικότερα, τιμές του «Δείκτη Πλησιέστερου Γείτονα» μικρότερες της μονάδας δείχνουν κατανομές που τείνουν προς ένα ομαδοποιημένο πρότυπο, ενώ τιμές του δείκτη μεγαλύτερες της μονάδας δείχνουν κατανομές που τείνουν σε ένα διεσπαρμένο χωρικό πρότυπο.

Πίνακας 4-1. Τιμές του «Δείκτη Πλησιέστερου Γείτονα» για θανόντες και τραυματίες από τροχαία ατυχήματα

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Έτος	Nearest Neighbor Index - Τραυματίες	Nearest Neighbor Index - Θανόντες
2016	0.312	2.483
2017	0.301	1.959
2018	0.311	-
2019	0.279	2.598
2020	0.316	1.356

Με βάση τα στοιχεία του Πίνακα 4-1, παρατηρείται ότι όσον αφορά τους τραυματίες, αυτοί εμφανίζεται να έχουν ένα συγκεντρωμένο χωρικό πρότυπο, το οποίο τείνει προς το ομαδοποιημένο για όλα τα έτη της περιόδου μελέτης. Αντίθετα ο δείκτης για την περίπτωση των θανόντων από τροχαία ατυχήματα παρουσιάζει ένα διεσπαρμένο χωρικό πρότυπο για το 2020 και ένα ομοιόμορφο χωρικό πρότυπο για τα υπόλοιπα έτη, εξαιρουμένου του 2018.

4.5. Συσχέτιση Θανατηφόρων Τροχαίων Ατυχημάτων με Μεταβλητές των Υποδομών του Δήμου Αθηναίων

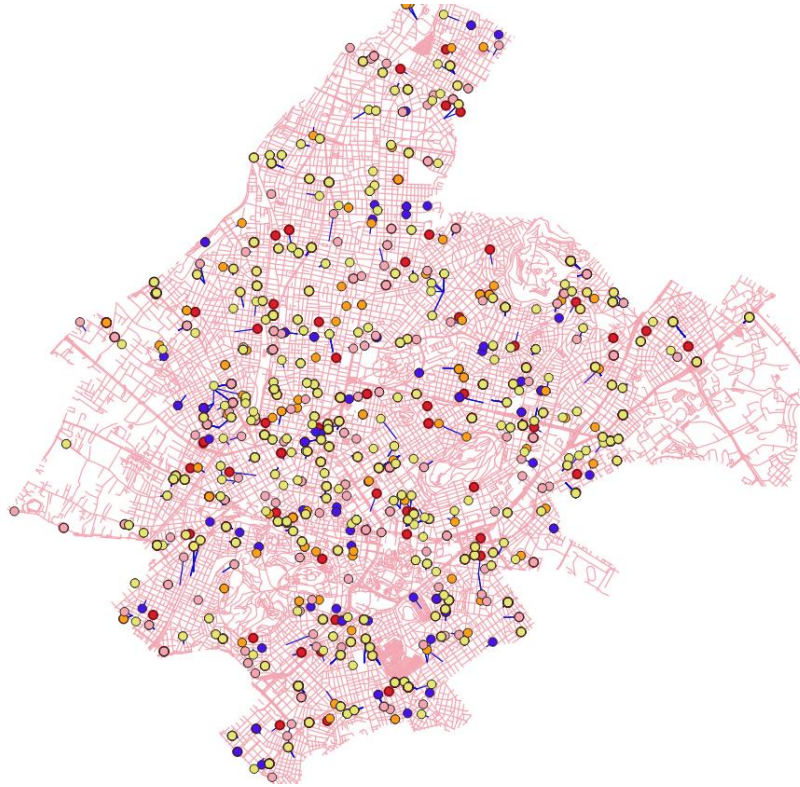
Μετά την περάτωση του σταδίου ανάλυσης του προβλήματος, ακολουθεί η συσχέτιση του πλήθους των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά Δήμο του Κεντρικού Τομέα Αθηνών με διάφορες μεταβλητές, προκειμένου να αναδειχθούν εκείνες οι μεταβλητές, οι οποίες έχουν υψηλή συσχέτιση με το πρόβλημα. Οι μεταβλητές αυτές αφορούσαν χαρακτηριστικά του οδικού δικτύου και των υποδομών, όπως το είδος οδοστρώματος, ο φωτισμός, η κατάσταση οδοστρώματος, η ρύθμιση κυκλοφορίας, η σήμανση και η σηματοδότηση.

Παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των τροχαίων ατυχημάτων του Κεντρικού Τομέα Αθηνών εντοπίζονται στον Δήμο Αθηναίων. Αυτό γίνεται σαφές και από μια απλή πρώτη ανάγνωση του χάρτη και εντοπισμού της τοποθεσίας των ατυχημάτων, αλλά και από την ανάλυση των δεδομένων. Αναλυτικότερα, οι θέσεις των χωρικών μέσων που προέκυψαν για τους θανόντες και τους τραυματίες από τροχαία ατυχήματα δείχνουν τη συγκέντρωση του προβλήματος στο κέντρο της Αθήνας και τον Δήμο Αθηναίων. Επομένως, γίνεται περαιτέρω ανάλυση των τροχαίων ατυχημάτων στον Δήμο Αθηναίων και λεπτομερέστερη συσχέτιση τους με τις υπάρχουσες υποδομές του οδικού δικτύου (είδος οδοστρώματος, τεχνητός φωτισμός, κατάσταση οδοστρώματος, σήμανση και σηματοδότηση). Επίσης, γίνεται ανάλυση απόστασης προς το κοντινό κέντρο (distance to near hub) .

4.6. Απόσταση προς το Κοντινό Κέντρο (Distance to Near Hub)

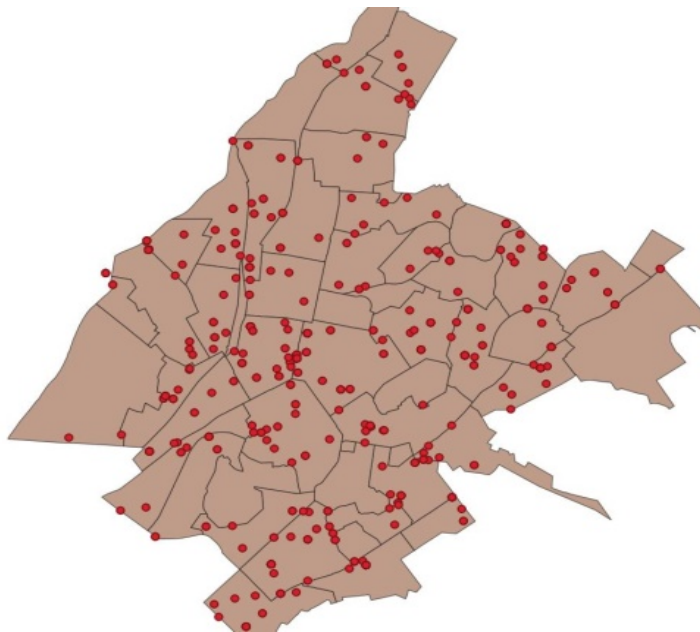
Η ανάλυση αναφέρεται στο μέτρο της απόστασης από ένα συγκεκριμένο σημείο ή τοποθεσία προς το πλησιέστερο κέντρο, σημείο ενδιαφέροντος ή κάποιο άλλο αναφερόμενο σημείο αναφοράς.

Αυτό το μέτρο απόστασης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πολλούς σκοπούς στη γεωγραφική ανάλυση. Στη παρούσα ανάλυση, χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της απόστασης από ένα διάνυσμα προς τον πλησιέστερο κόμβο.



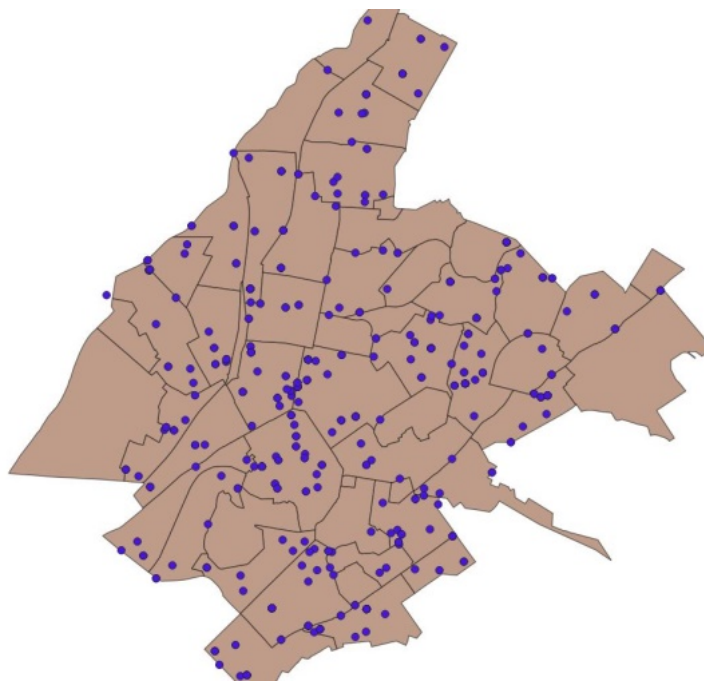
Χάρτης 4-12: Δήμος Αθηναίων – «Distance to Near Hub»

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



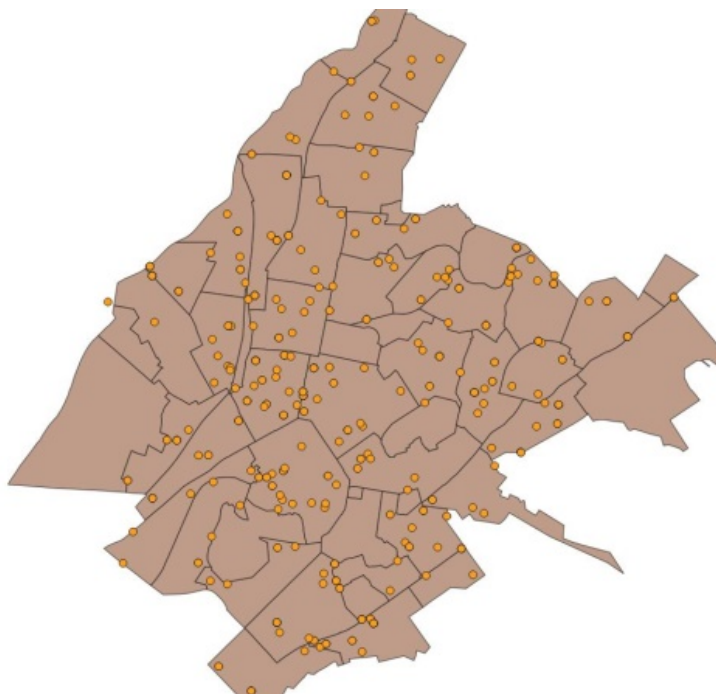
Εικόνα 4-1: Δήμος Αθηναίων - Θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα ανά συνοικία, 2016

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



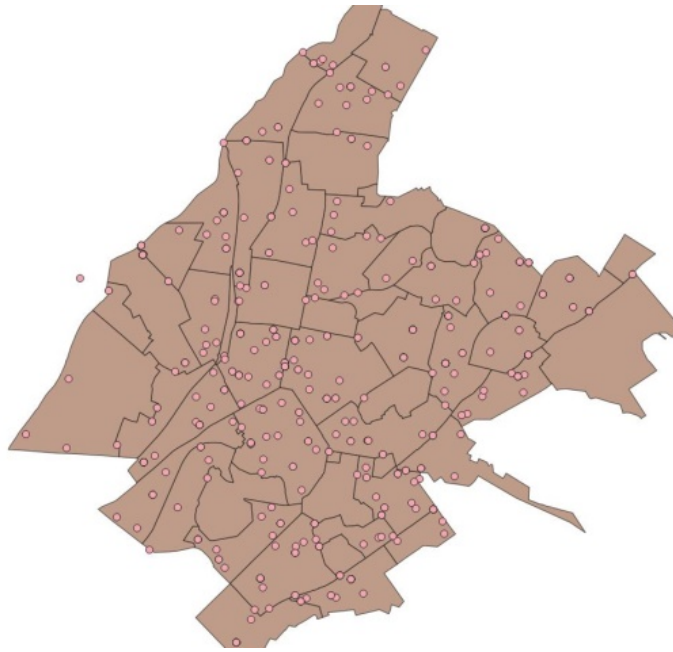
Εικόνα 4-2: Δήμος Αθηναίων - Θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα ανά συνοικία, 2017

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



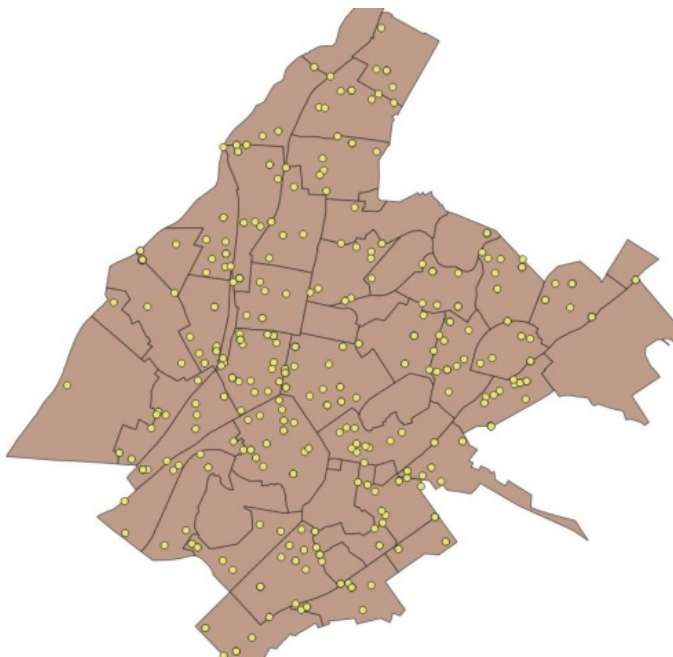
Εικόνα 4-3: Δήμος Αθηναίων - Θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα ανά συνοικία, 2018

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



Εικόνα 4-4: Δήμος Αθηναίων - Θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα ανά συνοικία, 2019

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



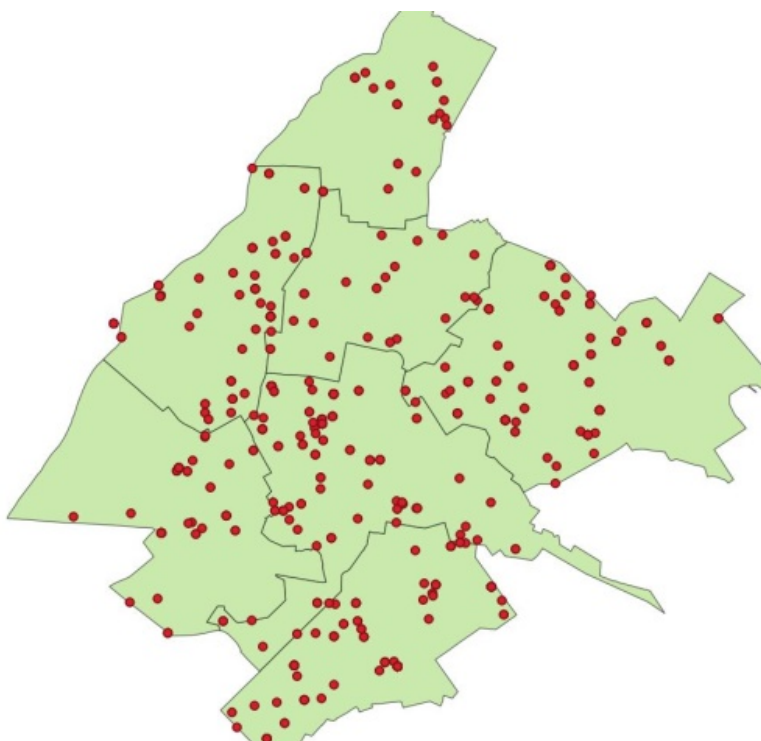
Εικόνα 4-5: Δήμος Αθηναίων - Θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα ανά συνοικία, 2020

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



Εικόνα 4-6: Δήμος Αθηναίων - Θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα ανά συνοικία, 2016 - 2020 και συνολικά

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



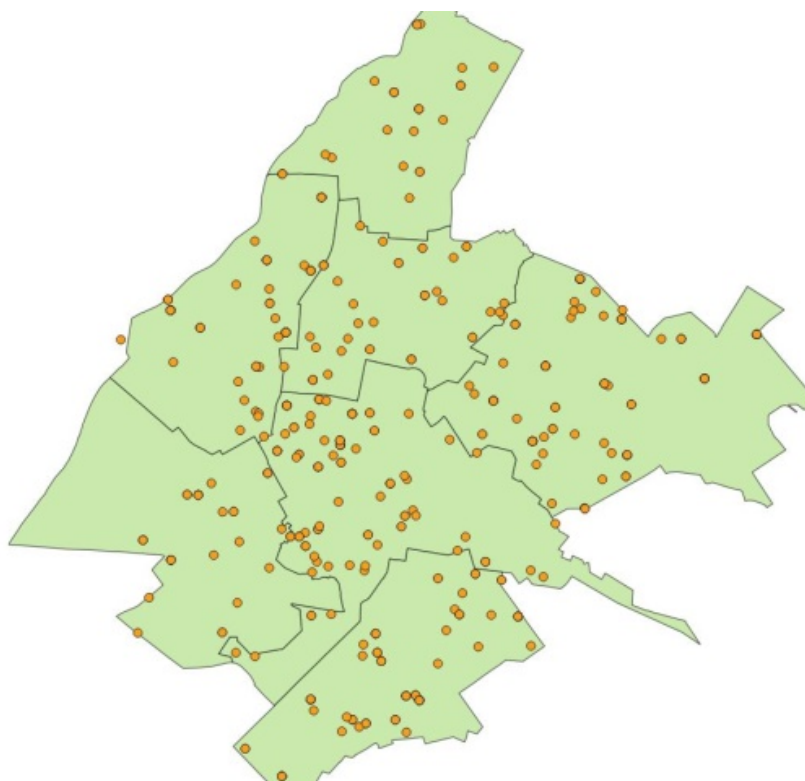
Εικόνα 4-7: Θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα ανά Διαμέρισμα Δ. Αθηναίων, 2016

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



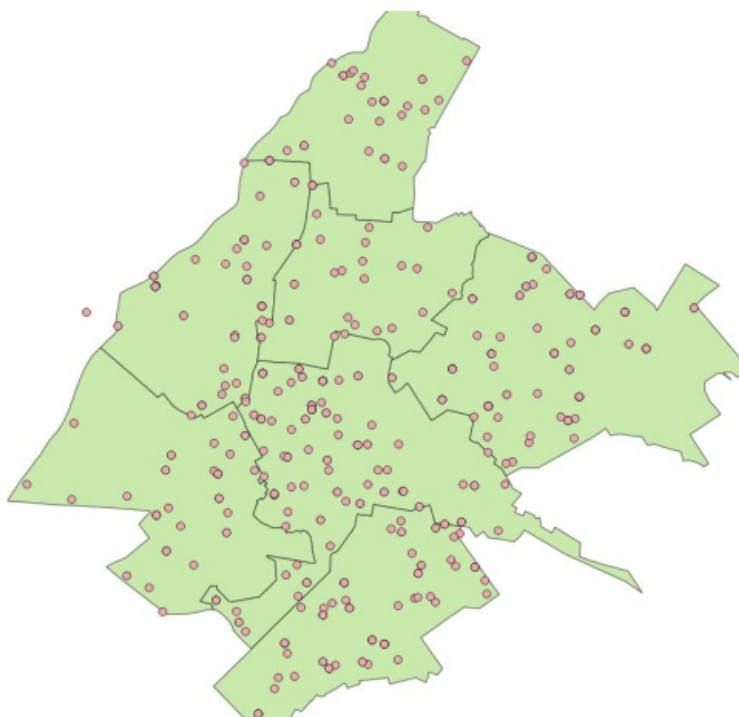
Εικόνα 4-8: Θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα ανά Διαμέρισμα Δ. Αθηναίων, 2017

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



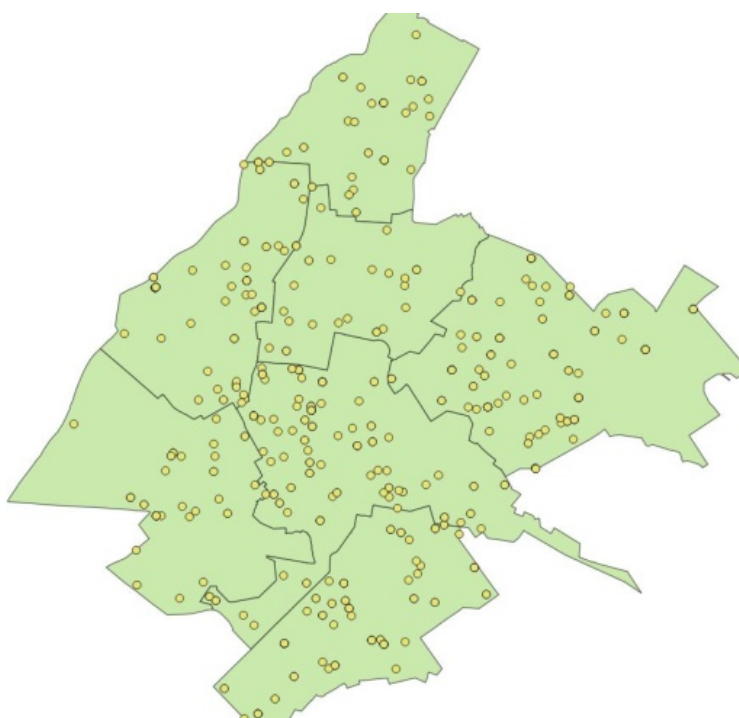
Εικόνα 4-9: Θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα ανά Διαμέρισμα Δ. Αθηναίων, 2018

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



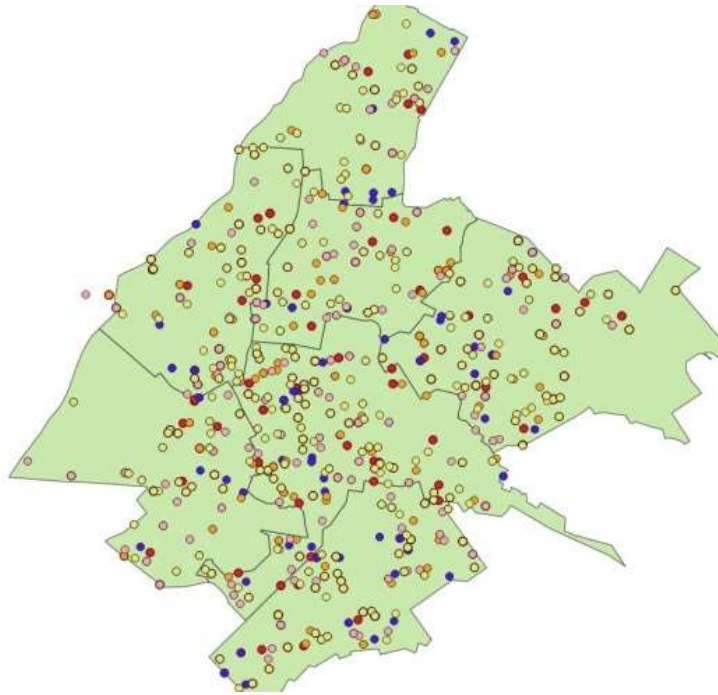
Εικόνα 4-10: Θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα ανά Διαμέρισμα Δ. Αθηναίων, 2019

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



Εικόνα 4-11: Θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα ανά Διαμέρισμα Δ. Αθηναίων, 2020

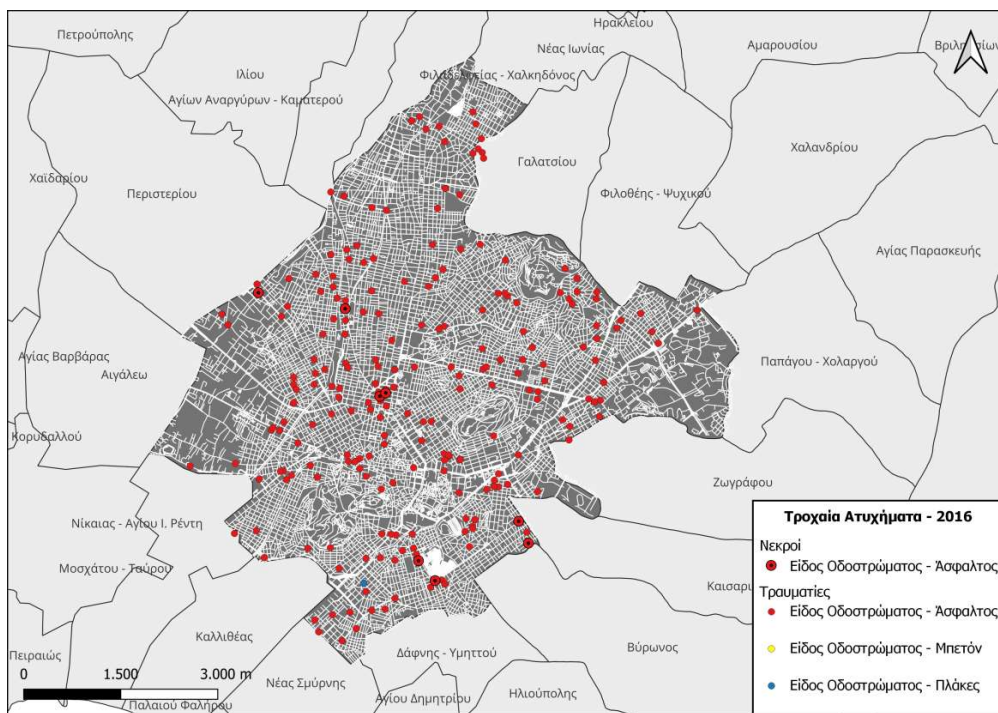
Πηγή: Ιδία επεξεργασία



Εικόνα 4-12: Θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα ανά Διαμέρισμα Δ. Αθηναίων συνολικά

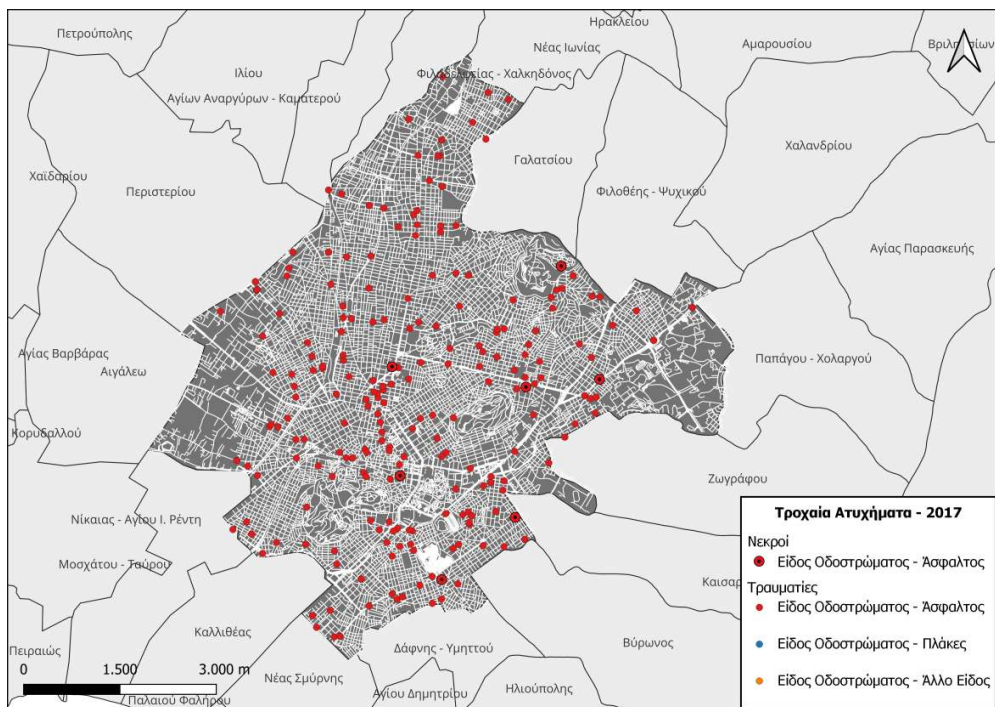
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

4.7. Είδος Οδοστρώματος



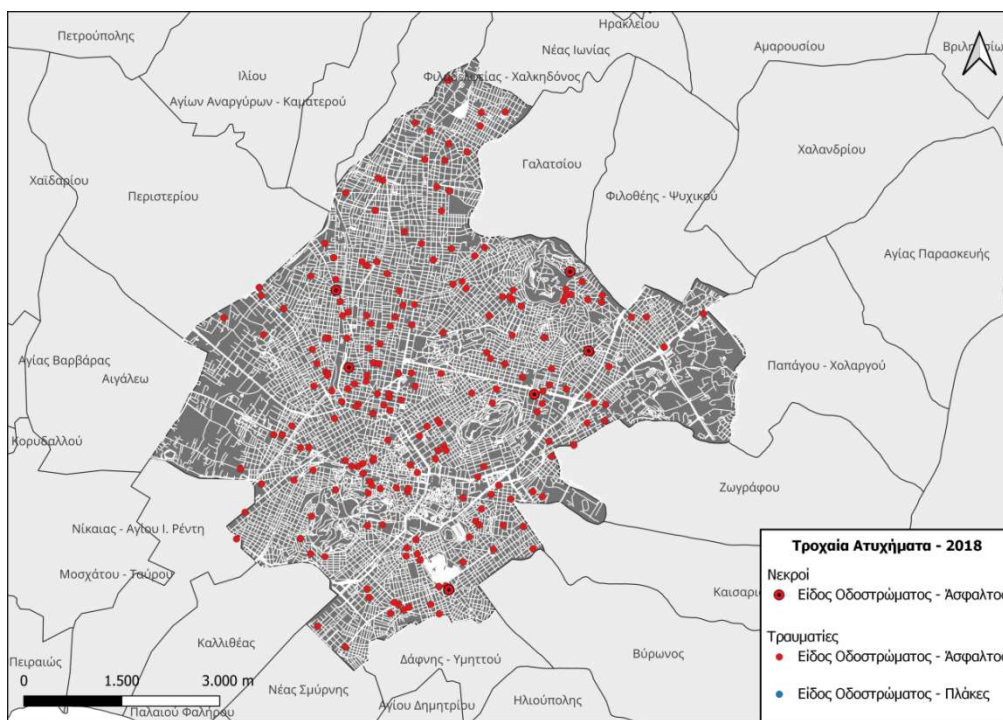
Χάρτης 4-13: Δήμος Αθηναίων - Τροχαία Ατυχήματα, 2016

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



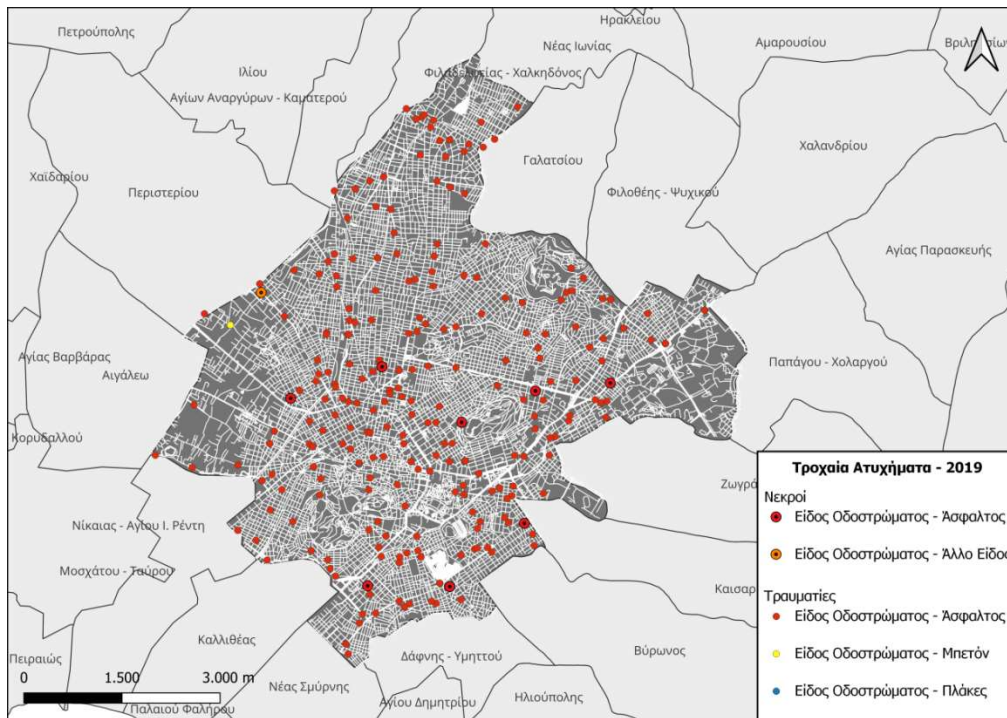
Χάρτης 4-14: Δήμος Αθηναίων - Τροχαία Ατυχήματα, 2017

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



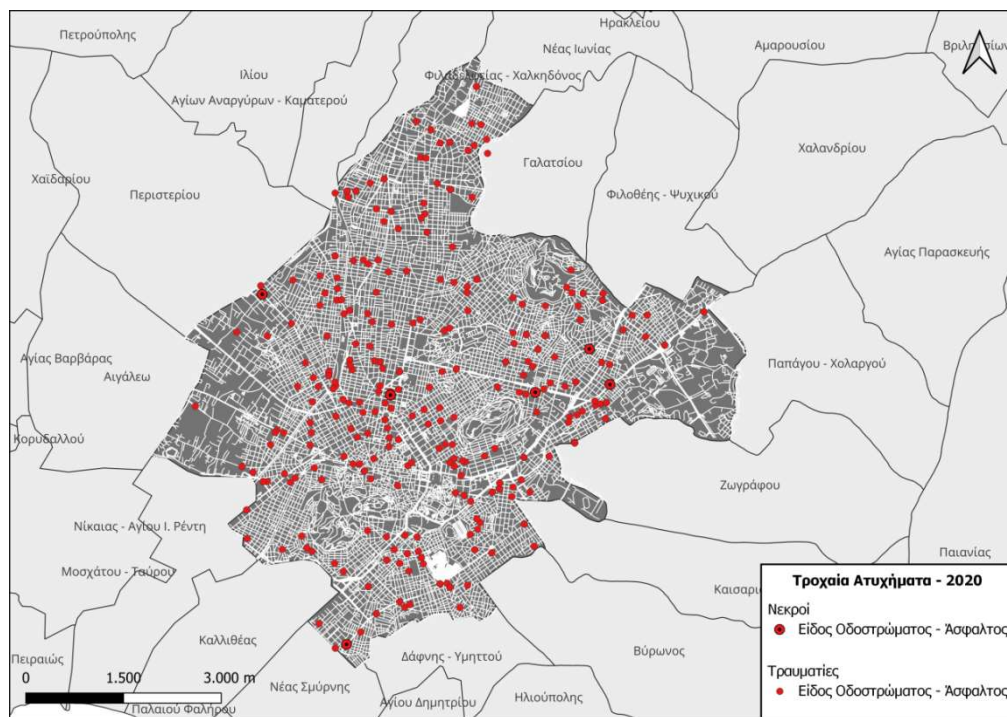
Χάρτης 4-15: Δήμος Αθηναίων - Τροχαία Ατυχήματα, 2018

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



Χάρτης 4-16: Δήμος Αθηναίων - Τροχαία Ατυχήματα, 2019

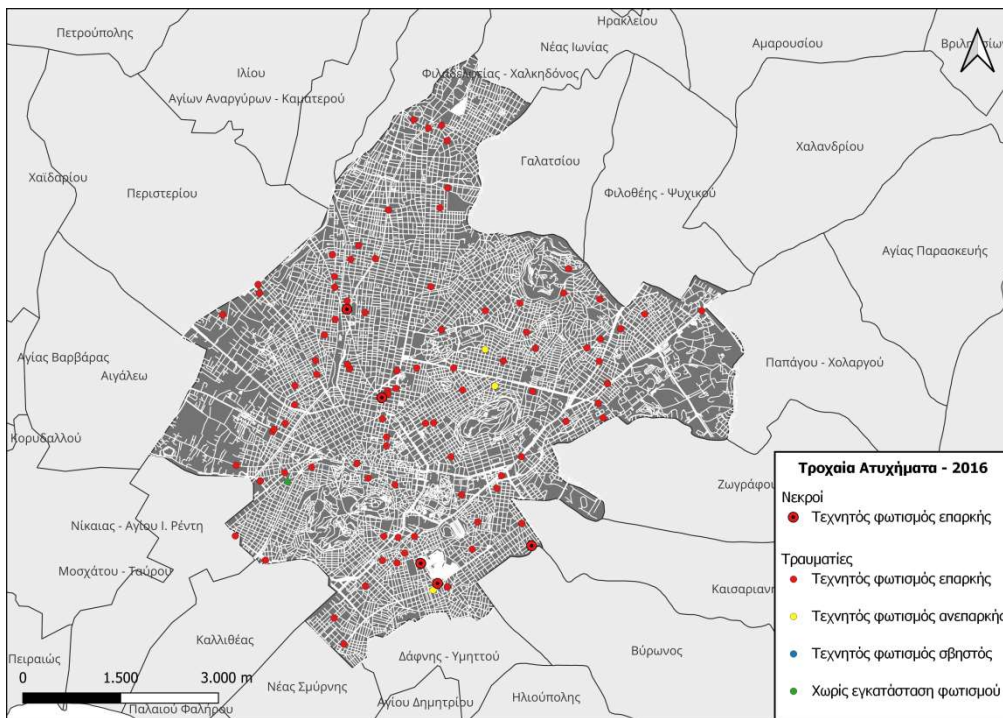
Πηγή: Ιδία επεξεργασία



Χάρτης 4-17: Δήμος Αθηναίων - Τροχαία Ατυχήματα, 2020

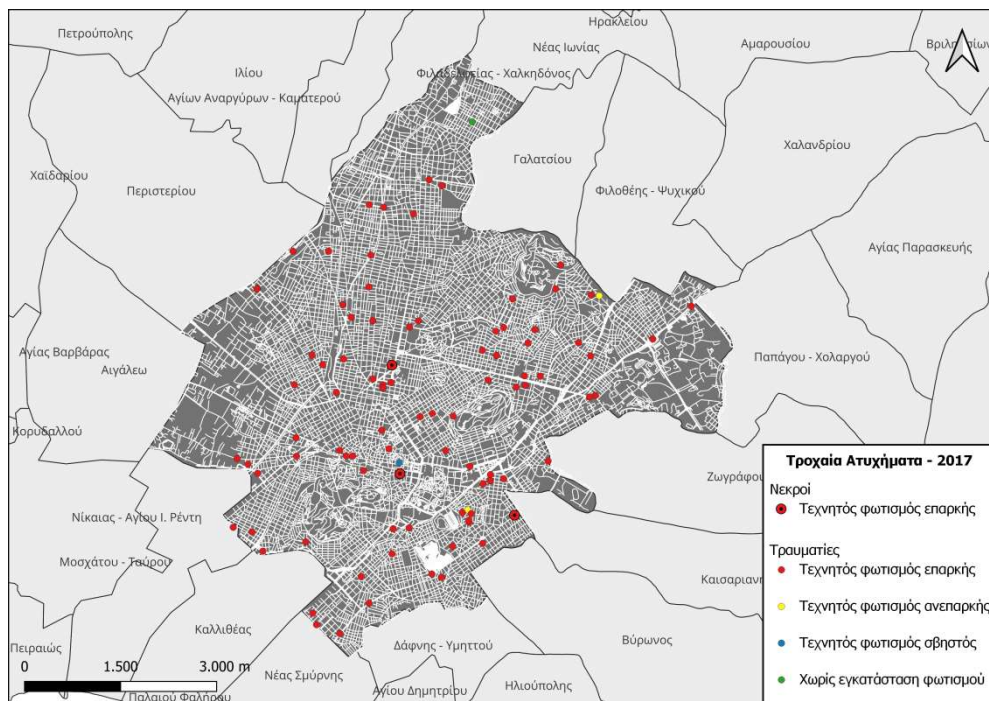
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

4.8. Τεχνητός Φωτισμός



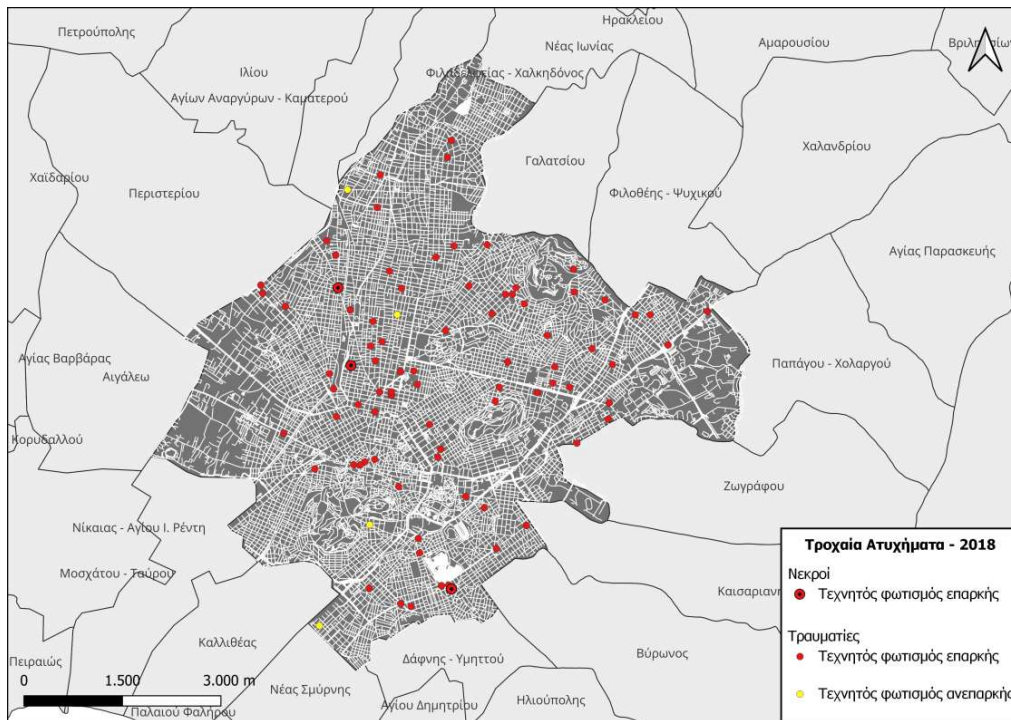
Χάρτης 4-18: Δήμος Αθηναίων - Τροχαία Ατυχήματα, 2016

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



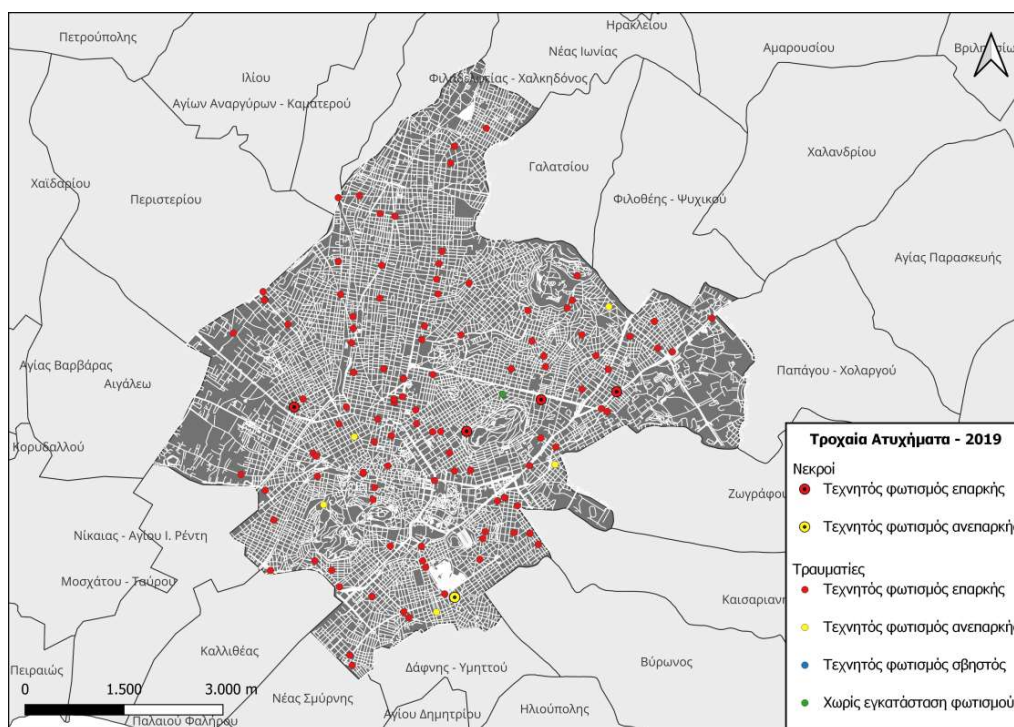
Χάρτης 4-19: Δήμος Αθηναίων - Τροχαία Ατυχήματα, 2017

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



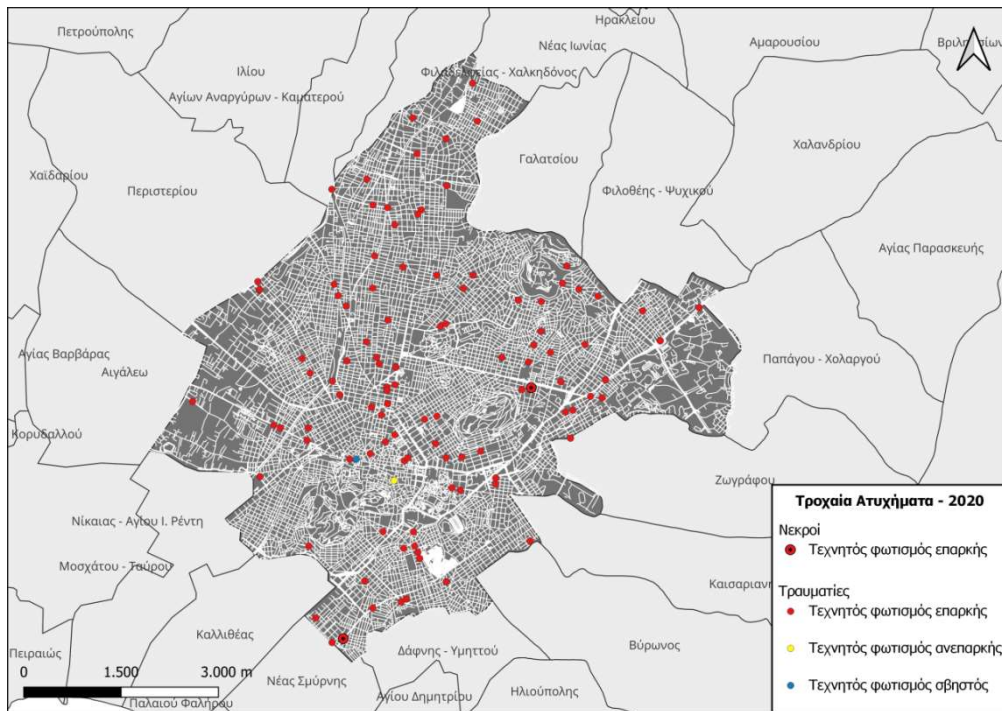
Χάρτης 4-20: Δήμος Αθηναίων - Τροχαία Ατυχήματα, 2018

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



Χάρτης 4-21: Δήμος Αθηναίων - Τροχαία Ατυχήματα, 2019

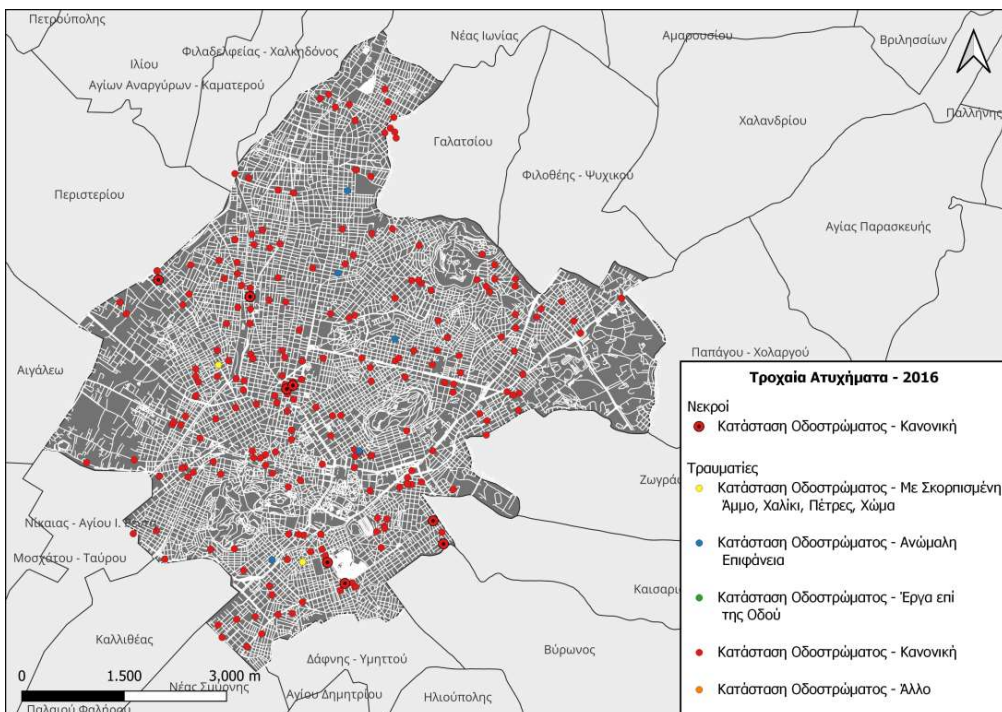
Πηγή: Ιδία επεξεργασία



Χάρτης 4-22: Δήμος Αθηναίων - Τροχαία Ατυχήματα, 2020

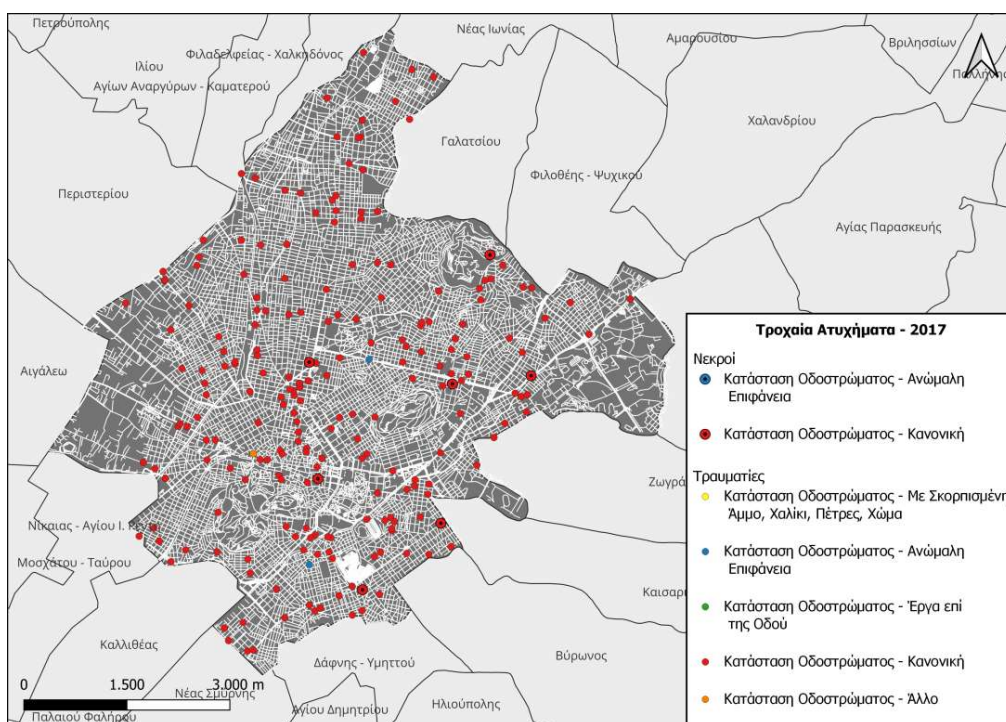
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

4.9. Κατάσταση Οδοστρώματος



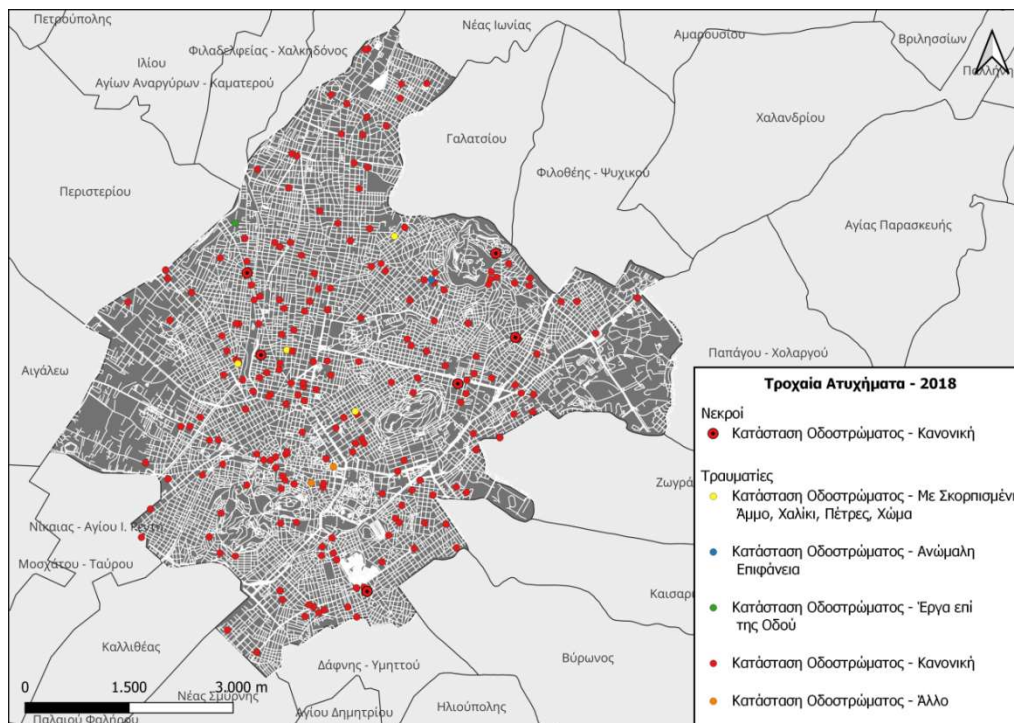
Χάρτης 4-23: Δήμος Αθηναίων - Τροχαία Ατυχήματα, 2016

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



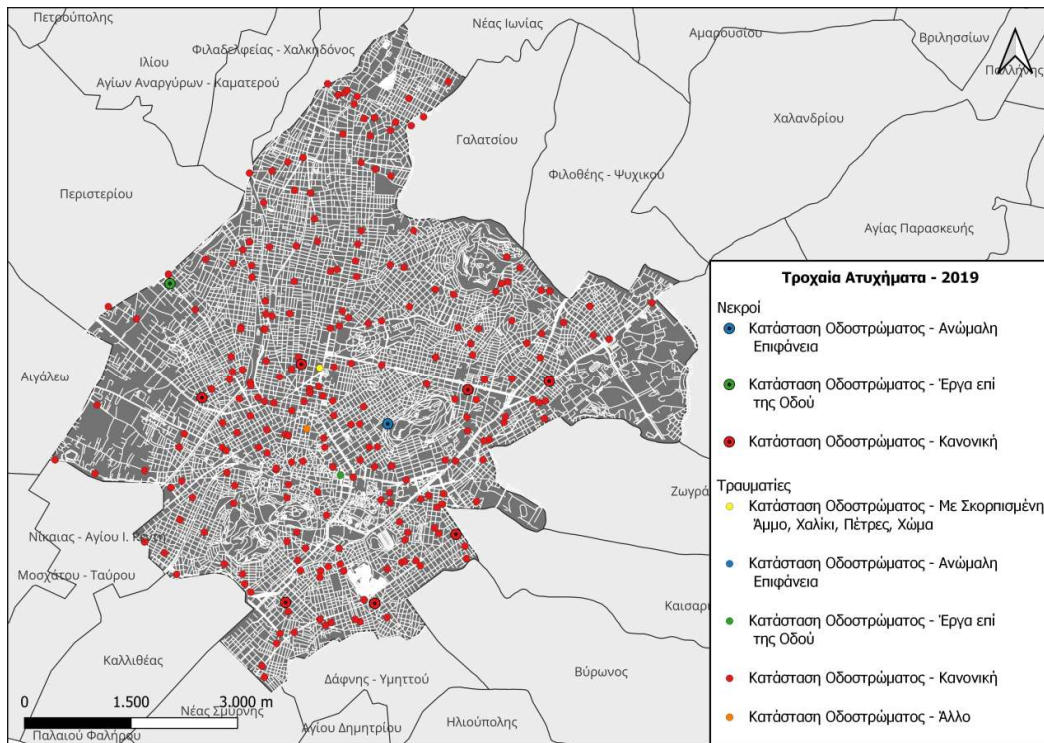
Χάρτης 4-24: Δήμος Αθηναίων - Τροχαία Ατυχήματα, 2017

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



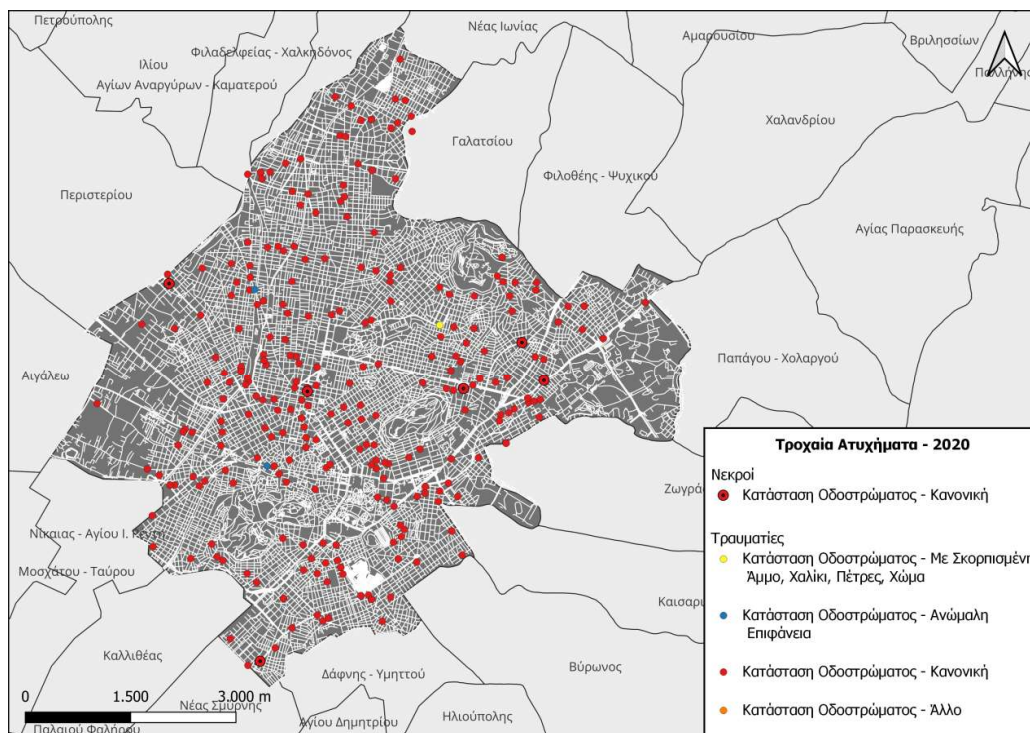
Χάρτης 4-25: Δήμος Αθηναίων - Τροχαία Ατυχήματα, 2018

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



Χάρτης 4-26: Δήμος Αθηναίων - Τροχαία Ατυχήματα, 2019

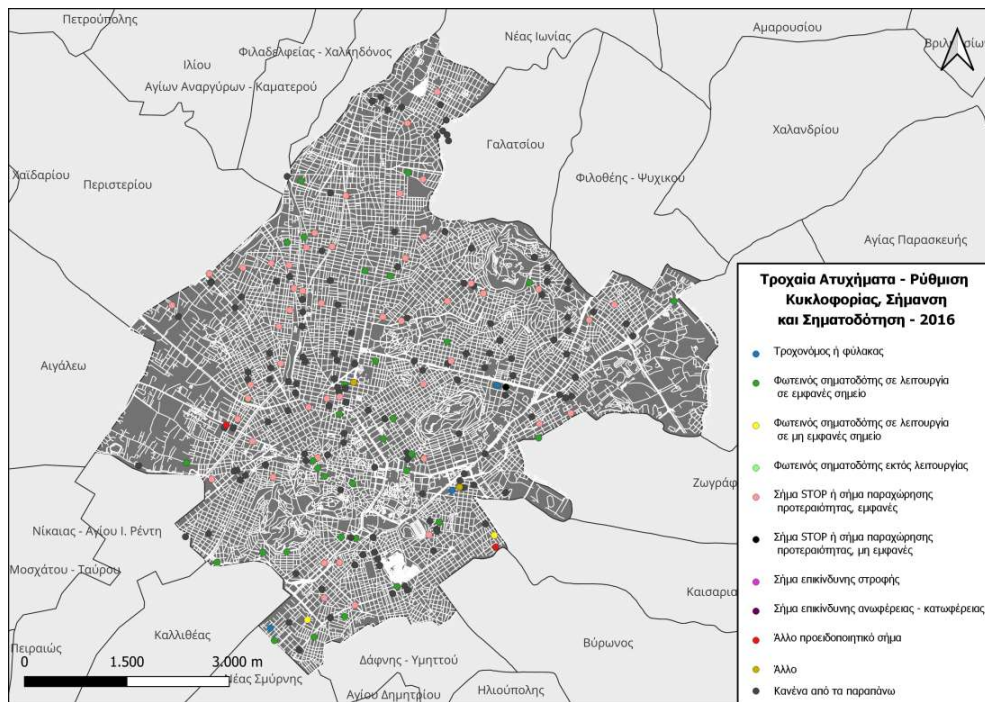
Πηγή: Ιδία επεξεργασία



Χάρτης 4-27: Δήμος Αθηναίων - Τροχαία Ατυχήματα, 2020

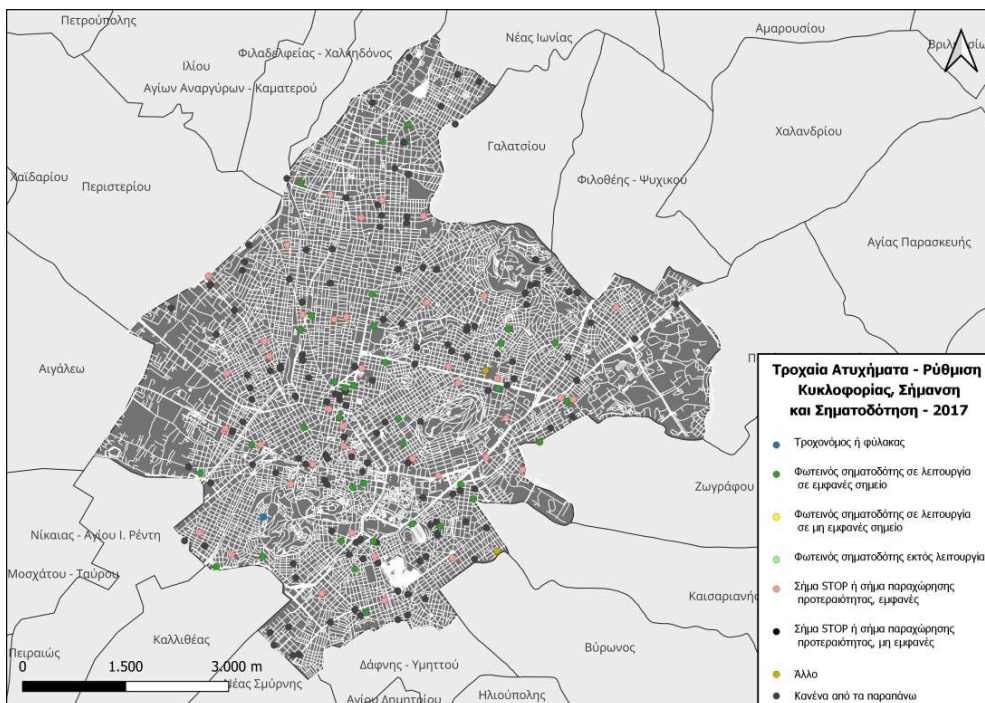
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

4.10. Σήμανση και Σηματοδότηση



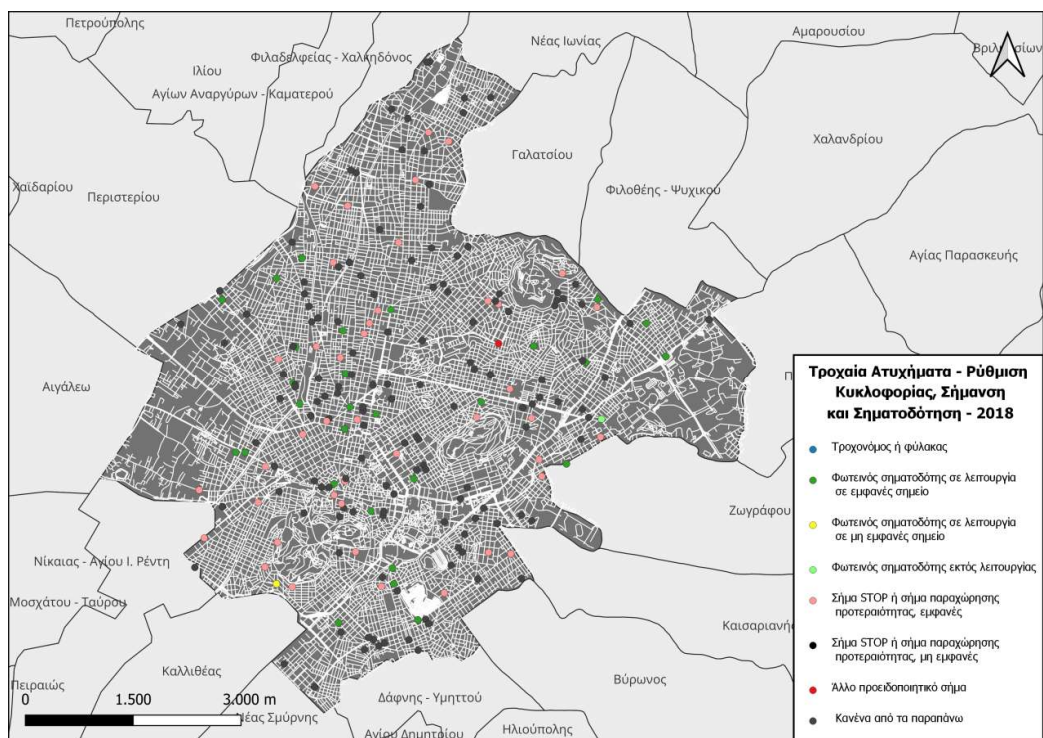
Χάρτης 4-28: Δήμος Αθηναίων - Τροχαία Ατυχήματα, 2016

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



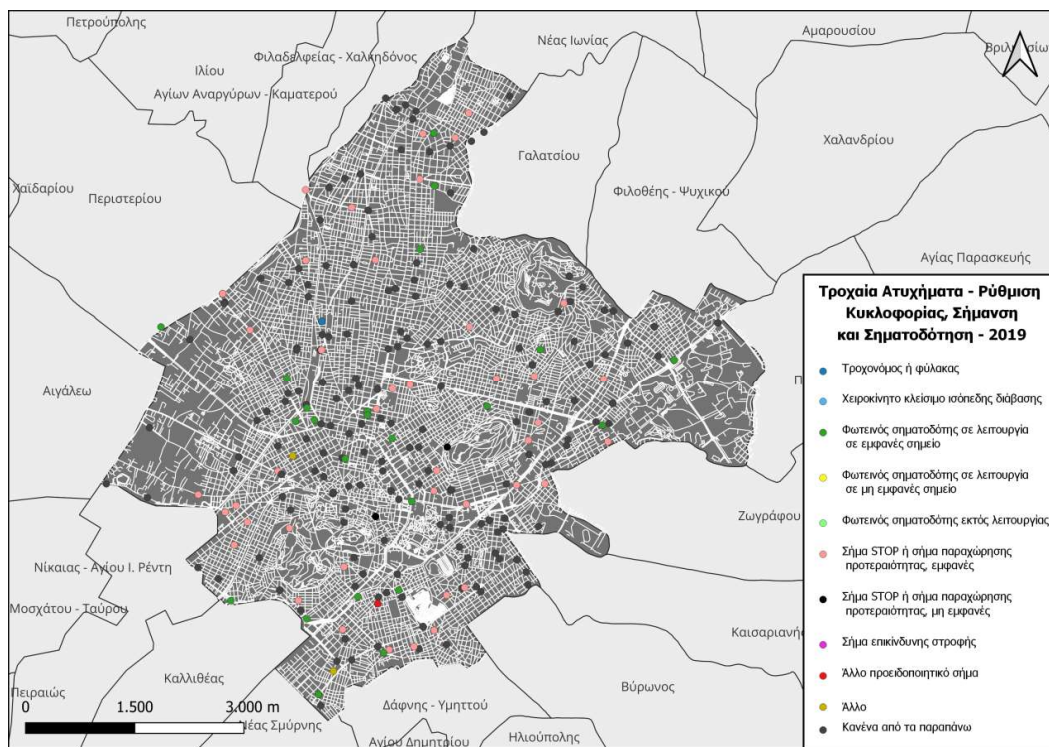
Χάρτης 4-29: Δήμος Αθηναίων - Τροχαία Ατυχήματα, 2017

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



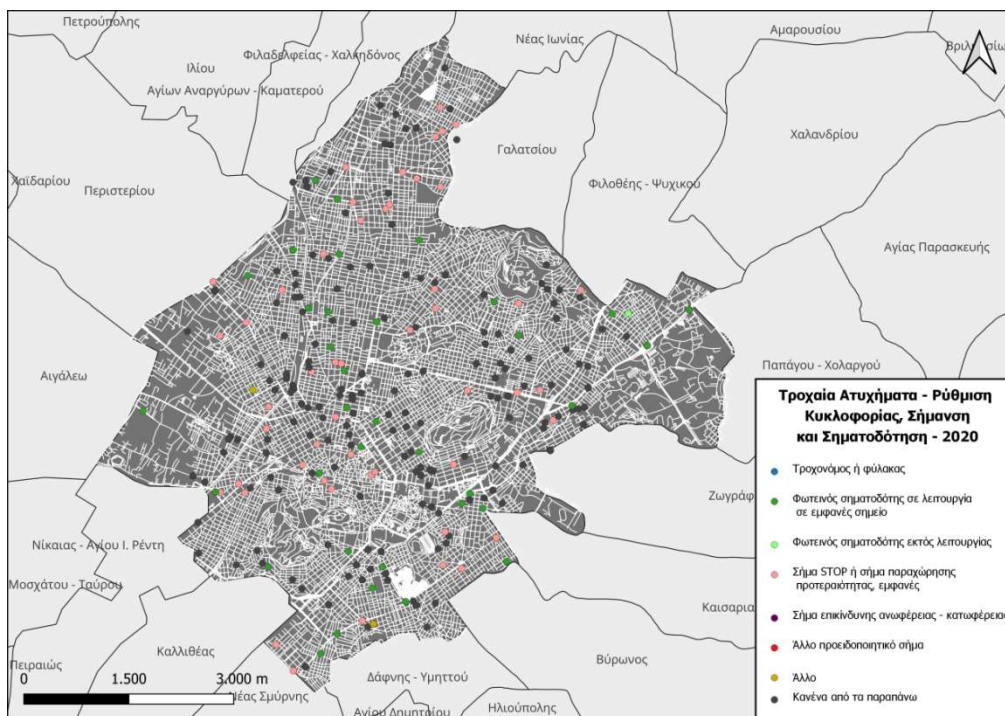
Χάρτης 4-30: Δήμος Αθηναίων - Τροχαία Ατυχήματα, 2018

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



Χάρτης 4-31: Δήμος Αθηναίων - Τροχαία Ατυχήματα, 2019

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



Χάρτης 4-32: Δήμος Αθηναίων - Τροχαία Ατυχήματα, 2020

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

5. Συμπεράσματα

Στην τελευταία αυτή ενότητα παρατίθενται τα συμπεράσματα της εργασίας σχετικά με τα θανατηφόρα ατυχήματα στον Κεντρικό Τομέα Αθηνών σε επίπεδο Δήμων και ΔΚ, όπως αυτά προκύπτουν από μία κριτική θεώρηση των αποτελεσμάτων που παρουσιάστηκαν στην προηγούμενη ενότητα.

Πιο συγκεκριμένα, η μεθοδολογική προσέγγιση και τα εργαλεία/μέθοδοι ανάλυσης που εντάχθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν στην προσέγγιση αυτή οδηγούν σε ορισμένες σημαντικές επισημάνσεις όσον αφορά στα τροχαία ατυχήματα στον Κεντρικό Τομέα Αθηνών. Ειδικότερα, παρατηρείται ότι η πλειοψηφία των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων σημειώνεται διαχρονικά στον Δήμο Αθηναίων, στον Δήμο Ζωγράφου, στον Δήμο Νέας Φιλαδέλφειας - Χαλκηδόνος και στον Δήμο Ηλιουπόλεως. Τα ατυχήματα αυτά εντοπίζονται στις κεντρικές αρτηρίες και πιο συγκεκριμένα:

- στον Δ. Αθηναίων τα ατυχήματα εντοπίζονται στις κεντρικές οδούς στη συμβολή Πατησίων - Αλεξάνδρας και επί της οδού Ιουλιανού μέχρι το σταθμό Λαρίσης·
- στον Δήμο Νέας Φιλαδέλφειας - Χαλκηδόνος εντοπίζονται στο τμήμα της εθνικής οδού που συμπεριλαμβάνεται στον οικείο δήμο·
- στον Δ. Ζωγράφου τα τροχαία ατυχήματα σημειώνονται κυρίως στο τμήμα της περιφερειακής Υμηττού από Παπάγου μέχρι Κατεχάκη·
- στον Δ. Ηλιουπόλεως τα ατυχήματα καταγράφονται κυρίως στο τμήμα Ελευθερίου Βενιζέλου μέχρι την πλατεία Ηλιουπόλεως.

Όσον αφορά τα Διαμερίσματα (Δημοτικές Κοινότητες – ΔΚ) του Δ. Αθηναίων στα οποία εντοπίζονται τα περισσότερα ατυχήματα είναι:

- η 1η ΔΚ, που περιλαμβάνει το κέντρο των Αθηνών με το λεγόμενο εμπορικό τρίγωνο·
- η 2η ΔΚ, που περιλαμβάνει το Παγκράτι· και
- η 7η ΔΚ, που περιλαμβάνει τους Αμπελόκηπους.

Όσον αφορά τους δρόμους του Δ. Αθηναίων, όπως και στους λοιπούς Δήμους που προαναφέρθηκαν, τα περισσότερα συμβάντα τροχαίων ατυχημάτων σημειώνονται

στους μεγάλους οδικούς άξονες, όπως είναι η Λεωφόρος Αλεξάνδρας, η οδός Πανόρμου, η Λεωφόρος Β. Κωνσταντίνου και η Λεωφόρος Υμηττού.

Περνώντας στο επίπεδο των τραυματιών από τροχαία ατυχήματα, παρατηρείται μια συγκέντρωση αυτών στο 1^ο διαμέρισμα του Δ. Αθηναίων για όλα τα έτη της περιόδου μελέτης· ενώ μιλώντας για τους θανόντες, αυτοί συγκεντρώνονται στο 2^ο διαμέρισμα του Δ. Αθηναίων. Τα αίτια των τροχαίων αυτών ατυχημάτων σε ορισμένες περιοχές του Δήμου Αθηναίων αποδίδονται στους στενούς δρόμους, στην έλλειψη πεζοδρομίων, στην έλλειψη ασφαλούς οδηγικής κουλτούρας, στην έλλειψη ποδηλατοδρόμων, καθώς και στις δυσκολίες σε χώρους στάθμευσης στις εν λόγω περιοχές.

Σχετικά με τα τροχαία ατυχήματα και τη συσχέτισή τους με τις λοιπές παραμέτρους της οδικής υποδομής σημειώνονται τα ακόλουθα:

- Κατάσταση Οδοστρώματος: Έργα επί της οδού καταγράφονται στο 1^ο και στο 2^ο διαμέρισμα του Δ. Αθηναίων.
- Φωτισμός: Σε όλες τις δημοτικές κοινότητες ο φωτισμός καταγράφεται ως επαρκής, με εξαίρεση το εμπορικό κέντρο, όπου καταγράφονται σημάνσεις ανεπαρκούς ή μη λειτουργία του τεχνητού φωτισμού.
- Σήμανση και Σηματοδότηση: Στην 1^η ΔΚ, στο κέντρο της Αθήνας και στο 7^ο διαμέρισμα παρατηρείται συγκέντρωση ατυχημάτων λόγω έλλειψης σήμανσης επικίνδυνης ανωφέρειας - κατωφέρειας, φωτεινού σηματοδότη σε λειτουργία σε εμφανές σημείο και σήματος STOP ή σήματος παραχώρησης προτεραιότητας σε εμφανές σημείο. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η 3^η ΔΚ, όπου παρατηρείται επάρκεια φωτισμού, καλή κατάσταση οδοστρώματος και επαρκής σήμανση και σηματοδότηση.

Η μεγαλύτερη πυκνότητα τροχαίων ατυχημάτων εντοπίζεται σταθερά στις διασταυρώσεις λεωφόρων και στα σημεία διεπαφής δρόμων υψηλής κυκλοφορίας και υψηλών ταχυτήτων, στοιχείο που επιβεβαιώνεται από τις μικρές αποστάσεις των περισσότερων τροχαίων ατυχημάτων από τους πλησιέστερους κόμβους.

Η λεπτομερέστερη ανάλυση των τροχαίων ατυχημάτων στον Δήμο Αθηναίων, η οποία κρίθηκε ως απαραίτητη στην πορεία της εργασίας, σε συνδυασμό με τη συσχέτιση των ατυχημάτων με τις υπάρχουσες υποδομές του οδικού δικτύου του

Δήμον κατέδειξε τη σημασία και τον πρωτεύοντα ρόλο της ποιότητας της οδικής υποδομής στην αύξηση του αριθμού και της σφοδρότητας των τροχαίων ατυχημάτων και των θανάτων.

Παρατηρείται ότι υπάρχει άμεση συσχέτιση της εμφανούς σήμανσης και της σηματοδότησης με τον αριθμό των τροχαίων ατυχημάτων και τη σφοδρότητά τους. Οι παράγοντες αυτοί παίζουν τον σπουδαιότερο ρόλο στην αύξηση των τροχαίων ατυχημάτων και στη σφοδρότητά τους, με το πρόβλημα να επεκτείνεται και σε μικρότερες οδούς, όταν και σε αυτές συντρέχουν οι ανωτέρω λόγοι. Ακόμη και η ρύθμιση της κυκλοφορίας με την ύπαρξη τροχονόμου δεν καθιστά δυνατή τη σημαντική μείωση των τροχαίων ατυχημάτων. Το είδος του οδοστρώματος και ο τεχνητός φωτισμός ή η απουσία αυτού φαίνονται να μην επηρεάζουν ιδιαίτερα τον αριθμό και τη σφοδρότητα των τροχαίων ατυχημάτων. Πέραν του προβλήματος των υποδομών, η συμπεριφορά οδηγών και πεζών ευθύνεται για τα ατυχήματα που συχνά συμβαίνουν λόγω αβλεψιών, όπως παραβάσεις των κανόνων κυκλοφορίας, υπερβολική ταχύτητα, χρήση κινητών τηλεφώνων κατά την οδήγηση και άλλες επικίνδυνες συμπεριφορές από οδηγούς και πεζούς.

Η ταυτόχρονη χαρτογράφηση των χαρακτηριστικών των υποδομών και των τροχαίων ατυχημάτων και η μελέτη της μεταξύ τους σχέσης διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη χάραξη κατάλληλων πολιτικών για τη μείωση ή/και την πρόληψη των θανατηφόρων ατυχημάτων στον Κεντρικό Τομέα της Αθήνας και στον Δήμο Αθηναίων.

Η παρούσα διπλωματική εργασία αναδεικνύει τη χρησιμότητα των παραπάνω, επιχειρώντας να συμβάλει στη χαρτογράφηση και παρακολούθηση των τροχαίων συμβάντων στην περιοχή μελέτης για την περίοδο 2016-2020 με τη χρήση των ΓΣΠ για:

- (i) Την **Ανάλυση της Θέσης των Τροχαίων Ατυχημάτων και των χαρακτηριστικών της Οδικής Υποδομής**: Με τη δημιουργία χαρτών που δείχνουν τις θέσεις των τροχαίων ατυχημάτων, η εργασία μπορεί να συμβάλει στον εντοπισμό περιοχών με υψηλό αριθμό ατυχημάτων. Επιπλέον, μπορούν να καταγραφούν παράγοντες της οδικής υποδομής που συνέβαλαν στα ατυχήματα, όπως ο φωτισμός, το είδος οδοστρώματος και η κατάστασή του, η σήμανση και η σηματοδότηση.

- (ii) Τον **Εντοπισμό Σημείων Επικινδυνότητας Ατυχημάτων**. Οι χάρτες μπορούν να αναδείξουν σημεία επικινδυνότητας ατυχημάτων, μέσα από τον εντοπισμό των σημείων εκείνων που επιδεικνύουν υψηλή συχνότητα ατυχημάτων ανά Δήμο του Κεντρικού Τομέα Αθηνών και ανά διαμέρισμα του Δ. Αθηναίων. Ο εντοπισμός αυτός μπορεί να επιτρέψει στις αρχές και τους ερευνητές να επικεντρωθούν σε αυτές τις περιοχές για την εφαρμογή περαιτέρω μέτρων μείωσης της επικινδυνότητας και πρόληψης των τροχαίων ατυχημάτων.
- (iii) Την **Εξαγωγή Στατιστικών Δεδομένων**. Οι πίνακες δεδομένων που συγκεντρώθηκαν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εξαγωγή στατιστικών αποτελεσμάτων σχετικά με τα ατυχήματα, όπως το έτος, η σοβαρότητα του ατυχήματος και οι παράγοντες που το προκαλούν. Αυτές οι πληροφορίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη λήψη αποφάσεων σχετικά με τη βελτίωση των υποδομών και των πρακτικών ασφαλείας.
- (iv) Τον **Σχεδιασμό και την Εφαρμογή Μέτρων Ασφαλείας**. Οι χάρτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον σχεδιασμό και την εφαρμογή μέτρων ασφαλείας, όπως η αλλαγή των ρυθμίσεων κυκλοφορίας, η βελτίωση των οδικών συνθηκών, η εκπαίδευση των οδηγών και πεζών, και η εγκατάσταση επιπλέον σημάτων ασφαλείας.
- (v) Την **Ενημέρωση των Πολιτών**. Για τη μείωση των θανατηφόρων ατυχημάτων, είναι σημαντικό να υιοθετηθούν προληπτικά μέτρα, όπως η βελτίωση της οδικής υποδομής, η αύξηση των πεζοδρομίων και ποδηλατοδρόμων, η ενίσχυση των προγραμμάτων ευαισθητοποίησης για την οδική ασφάλεια και η επιβολή των κανόνων κυκλοφορίας. Η συνεργασία των αρχών του Δήμου με την εκάστοτε κοινότητα στο πεδίο των τροχαίων ατυχημάτων είναι ουσιώδης για τη δημιουργία ασφαλών οδικών συνθηκών.

Βιβλιογραφία

Ελληνική

Καλογήρου, Σ. (2015). Χωρική Ανάλυση : «Μεθοδολογία και Εφαρμογές με τη γλώσσα R», Εκδόσεις Καλλιπος, Αθήνα, σελ. 15-17.

Φραντζεσκάκης, Ι. & Γκόλιας, Ι. (1994). «Οδική ασφάλεια». Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα, σελ. 23-34.

Φώτης, Γ. (2009). «Ποσοτική Χωρική Ανάλυση», Εκδόσεις Γκοβόστη, Αθήνα.

Φώτης, Γ. (2010). «Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών». Εκδόσεις Γκοβόστη, Αθήνα.

Ξενόγλωσση

Bailey, C.T. & Gatrell, C.A. (1995). «Interactive Spatial Data Analysis», Routledge, ISBN-13 978-0582244931.

Chen et al., (2019). “The global macroeconomic burden of road injuries: estimates and projections for 166 countries”, *Lancet Planet. Heal.*, Vol. 3, No. 9, pp. e390–e398, Doi: 10.1016/S2542-5196(19)30170-6.

De Smith, J.M., Goodchild, F.M. & Longley, A.P. (2007). “Geospatial Analysis – A Comprehensive Guide”, The Winchelsea Press, Leicester, ISBN-13 978-1912556038.

Fisher, M.M. (2006). “Spatial Analysis and GeoComputation: Selected Essays”, Springer, ISBN-13 978-3-540-35729-2.

Longley, A.P., Goodchild, F.M., Maguire, J.D. & Rhind, W.D (2005). “Geographic Information Systems and Science”. John Wiley & Sons, West Sussex, ISBN-13 978-0470721445.

Ziakopoulos, A. & Yannis, G. (2020). A review of spatial approaches in road safety Accid. Anal. Prev., 135, Article 105323, [10.1016/J.AAP.2019.105323](https://doi.org/10.1016/J.AAP.2019.105323).

Ιστοσελίδες

Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ) <https://www.statistics.gr/>

Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο , Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2019,2020),

<https://www.europarl.europa.eu/portal/el>

Ευρωπαϊκό Συμβούλιο Ασφάλειας Μεταφορών (ETSC) <https://etsc.eu/>

ETSC 15η Ετήσια Έκθεση Δείκτη Επίδοσης Οδικής Ασφάλειας (PIN) <https://www.nrso.ntua.gr/nrss2030/etsc-15th-annual-road-safety-performance-index-pin-report-june-2021>

Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (ΠΟΥ) www.who.int/gho/road_safety/en/

Παρατηρητήριο Οδικής Ασφάλειας ΕΜΠ <https://www.nrso.ntua.gr/nrss2030/statistics>

Υπουργείο Μεταφορών & Επικοινωνιών – Κώδικας Οδικής Κυκλοφορίας (Κ.Ο.Κ.)
<http://www.yme.gr>

Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας <https://ypen.gov.gr/>

Υπουργείο Προστασίας του Πολίτη, Ελληνική Αστυνομία <https://www.astynomia.gr/>

Υπουργείο Υποδομών & Μεταφορών <https://www.yme.gr/>

CARE (EU road accidents database) <https://road-safety.transport.ec.europa.eu/>.

Decade of Action for Road Safety 2010-2020 <https://www.who.int/groups/united-nations-road-safety-collaboration/decade-of-action-for-road-safety-2011-2020>

European Transport Safety Council, 9th Road Safety Performance Index Report, June 2015 <https://etsc.eu/9th-annual-road-safety-performance-index-pin-report/>

Towards Zero Foundation, 2017 <https://www.towardszerofoundation.org/>

WHO (2013). Global Status Report on Road Safety 2013.
http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2013/en