



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ – ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Διπλωματική Εργασία

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΤΗΣ
ΠΑΡΑΒΙΑΣΗΣ ΤΗΣ ΚΟΚΚΙΝΗΣ ΕΝΔΕΙΞΗΣ ΤΟΥ ΦΩΤΕΙΝΟΥ
ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗ ΑΠΟ ΠΕΖΟΥΣ

Κανελλόπουλος Γεώργιος

Επιβλέπουσα: Σπυροπούλου Ιωάννα, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια ΕΜΠ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ
ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ



Αθήνα, Ιούνιος 2023



**NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF
ATHENS**
**SCHOOL OF RURAL, SURVEYING AND
GEOMATICS ENGINEERING**
DEP. OF INFRASTRUCTURE AND RURAL DEVELOPMENT

Diploma Thesis

**INVESTIGATION OF THE CONTRIBUTORY FACTOR OF THE
VIOLATION OF THE RED LIGHT INDICATION
BY PEDESTRIANS**

Kanellopoulos Georgios

Supervisor: Spyropoulou Ioanna, Associate Professor NTUA

**LABORATORY OF
TRANSPORTATION ENGINEERING**



Athens, June 2023

Πρόλογος

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την κ. Σπυροπούλου Ιωάννα, Αναπληρώτρια καθηγήτρια της Σχολής Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών – Μηχανικών Γεωπληροφορικής Ε.Μ.Π. για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με την παρούσα εργασία και κυρίως για την συνεχή καθοδήγηση της σε όλα τα στάδια.

Κανελλόπουλος Γεώργιος

Αθήνα, Ιούνιος 2023

ΔΗΛΩΣΗ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΩΝ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΩΝ

Δηλώνω ότι η διπλωματική αυτή εργασία αποτελεί στο σύνολο της δικής μου εργασίας, και κανένα τμήμα της δεν έχει χρησιμοποιηθεί για την κτήση άλλου τίτλου σπουδών. Όπου έχει χρησιμοποιηθεί υλικό από άλλες πηγές, αυτές έχουν αναφερθεί με ακρίβεια και πληρότητα.

Κανελλόπουλος Γεώργιος

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποσκοπεί στον προσδιορισμό των παραμέτρων που επηρεάζουν τη συμπεριφορά των πεζών, σε σχέση με παραβατικές συμπεριφορές. Πιο συγκεκριμένα η εργασία εξετάζει τους παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν τον πεζό όσον αφορά στην απόφαση του να διασχίσει τη διάβαση πεζών όταν η ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη είναι κόκκινη ή όταν η ένδειξη είναι πράσινη. Για τον σκοπό αυτό διεξήχθη έρευνα πεδίου μέσω παρατηρήσεων και χρήση βιντεοκάμερας σε τρεις κόμβους του λεκανοπεδίου της Αθήνας, σε περιοχή του Παλαιού Φαλήρου (πλησίον του πάρκου Φλοίσβου), στην Αθήνα στο κόμβο δίπλα στο σταθμό μετρό Συγγρού-Φιξ και στην Αγία Παρασκευή στον κόμβο δίπλα στο σταθμό μετρό Νομισματοκοπείο. Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 11 ώρες παρατηρήσεων και στους τρεις κόμβους, στις οποίες καταγράφηκαν 1581 πεζοί εκ των οποίων οι 408 διέσχισαν με κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη, ενώ 1173 δεν υπέπεσαν σε παράβαση του φωτεινού σηματοδότη. Κατά τη διάρκεια των μετρήσεων καταγράφηκαν μια σειρά από παραμέτρους που θεωρήθηκε ότι μπορεί να επηρεάζουν την απόφαση και τη συμπεριφορά του πεζού για διάσχιση με κόκκινη ένδειξη. Οι παράμετροι αυτές επιλέχθηκαν με βάση αντίστοιχες διεθνείς έρευνες, και διαχωρίζονται σε παραμέτρους που αφορούν τα ατομικά χαρακτηριστικά, τα χαρακτηριστικά του κόμβου, της διάσχισης, της κυκλοφορίας και του εξωτερικού περιβάλλοντος. Την καταγραφή των μετρήσεων ακολούθησε η επεξεργασία και η στατιστική ανάλυση των δεδομένων που συλλέχθηκαν μέσω του μοντέλου logit. Συγκεντρωτικά σχεδιάστηκαν έξι μοντέλα που παρουσιάζουν τη συμπεριφορά του συνόλου του δείγματος, ενώ σχεδιάστηκαν μοντέλα και για τους πεζούς και τη συμπεριφορά τους σε κάθε κόμβο ξεχωριστά. Συνολικά, τα αποτελέσματα υπέδειξαν ότι οι νεότεροι σε ηλικία πεζοί είναι πιο πιθανό να παραβιάσουν την κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη, ενώ αντίθετα το φύλο του πεζού δεν φαίνεται να έχει κάποια επίδραση. Επιπλέον, τα αποτελέσματα των μοντέλων υποδεικνύουν ότι η υψηλή ταχύτητα των οχημάτων που πλησιάζουν κάθε επιλεγμένο κόμβο, είναι πιο πιθανό να επηρεάσει το πεζό που αναμένει στο πεζοδρόμιο να παραβιάσει την κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη. Τέλος, η παρουσία συνοδών πεζών κατά τη διάρκεια της διάσχισης παρατηρήθηκε, ότι έχει μεγαλύτερη πιθανότητα επιρροής στην απόφαση του πεζού να παραβιάσει την κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη, ενώ στη περίπτωση που δεν υπάρχει παρουσία συνοδού είναι μικρή η πιθανότητα επιρροής στη συμπεριφορά του πεζού.

ABSTRACT

This present thesis aims to determine the parameters that affect the behavior of pedestrians, considering red light violations. For this purpose, a field study was conducted through observations and the use of video cameras in three urban signal-controlled junctions. The junctions are located in different areas of Athens, and more specifically in the area of Palaio Faliro (near Flisvos Park), in central Athens close to the Syngrou-Fix metro station and at city suburb (Agia Paraskevi/Chalandri) close to the Nomismatokopio metro station. A total of 11 hours of observations were carried out at all three junctions, while 1581 pedestrians were recorded, out of which 408 violated the red signal indication. Within the framework of the field survey several parameters were recorded which were anticipated to influence the pedestrian crossing decision. These parameters were selected based on relevant international surveys, and can be classified into parameters related to individual characteristics, junction characteristics, traffic and the external environment characteristics. Statistical analysis was performed, and in particular logit models were designed. Three models describing the behavior of the entire sample were designed, while three additional models were also designed to capture the behavior at each investigated junction. Overall, results suggest that younger pedestrians are more likely to violate the red light indication, while the gender of the pedestrians did not appear to have any effect on pedestrian behaviour. In addition, model results suggest that the velocity of vehicles approaching each selected Junction also affect pedestrian behaviour, the higher the speed the more likely pedestrians are to violate the red light. Finally, the presence of accompanying pedestrians during the crossing was observed to affect negatively pedestrians increasing the probability of red-light violations.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	- 11 -
2. ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ	- 13 -
2.1 Εισαγωγή	- 13 -
2.2 Στοιχεία οδικής ασφάλειας πεζών	- 13 -
2.2.1 Ευρώπη	- 14 -
2.2.2 Ελλάδα	- 17 -
2.3 Παραβατική συμπεριφορά πεζών	- 19 -
2.3.1 Συναφείς έρευνες	- 19 -
2.3.2 Γενικά συμπεράσματα	- 31 -
3. ΕΡΕΥΝΑ ΠΕΔΙΟΥ	- 34 -
3.1 Εισαγωγή	- 34 -
3.2 Επιλογή κόμβων μελέτης.....	- 34 -
3.2.1 Κόμβος Λ. Ανδρέα Συγγρού - Δράκου.....	- 35 -
3.2.2 Κόμβος Λ. Ποσειδώνος – Νηρηίδων.....	- 37 -
3.2.3 Κόμβος Λ. Μεσογείων - Κονδυλάκη	- 39 -
3.3 Μέθοδος συλλογής δεδομένων	- 41 -
3.3.1 Συλλογή δεδομένων μέσω βιντεοκάμερας	- 42 -
3.3.2 Συλλογή δεδομένων μέσω παρατηρήσεων (επί της οδού).....	- 42 -
3.4 Παράμετροι Έρευνας.....	- 43 -
3.4.1 Χαρακτηριστικά Κόμβου	- 43 -
3.4.2 Ατομικά Χαρακτηριστικά	- 45 -
3.4.3 Χαρακτηριστικά Διάσχισης	- 46 -
3.4.4 Χαρακτηριστικά Κυκλοφορίας.....	- 47 -
3.4.5 Χαρακτηριστικά Εξωτερικού Περιβάλλοντος	- 48 -
3.5 Πραγματοποίηση έρευνας πεδίου	- 48 -
3.5.1 Δοκιμαστικές μετρήσεις.....	- 48 -
3.5.2 Πραγματοποίηση μετρήσεων	- 48 -
3.6 Χαρακτηριστικά δείγματος.....	- 49 -
4. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	- 56 -
4.1 Εισαγωγή	- 56 -
4.2 Μοντέλα διακριτών επιλογών.....	- 56 -
4.2.1 Μοντέλο logit.....	- 56 -
4.2.2 Μοντέλο probit	- 57 -
4.3 Ανάλυση αποτελεσμάτων	- 58 -

4.3.1 Καταγραφή δεδομένων και η αποκωδικοποίησή τους	- 58 -
4.3.2 Το περιβάλλον της R	- 60 -
4.3.3 Διαδικασία ανάλυσης δεδομένων στην R	- 61 -
4.3.4 Ανάλυση των μοντέλων	- 63 -
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	- 73 -
5.1 Εισαγωγή	- 73 -
5.2 Περιορισμοί της παρούσας έρευνας	- 73 -
5.3 Συμπεράσματα έρευνας	- 74 -
5.4 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα	- 75 -
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ	- 76 -

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 2.1: Στόχος και χαρακτηριστικά δείγματος ερευνών	28
Πίνακας 2.2: Τρόπος συλλογής και τρόπος ανάλυσης των στοιχείων απο κάθε έρευνα	30
Πίνακας 3.1: Υπολογισμός πλάτους κάθε κύριας αρτηρίας κόμβου	44
Πίνακας 3.2: Υπολογισμός του κύκλου φωτεινού σηματοδότη	44
Πίνακας 3.3: Χρονικά διαστήματα φωτεινού σηματοδότη	45
Πίνακας 3.4: Ώρες και ημέρες μετρήσεων.....	48
Πίνακας 3.5: Χαρακτηριστικά δείγματος	49
Πίνακας 3.6: Χαρακτηριστικά παραβατών πεζών	51
Πίνακας 3.7: Χαρακτηριστικά μη παραβατών πεζών	52
Πίνακας 4.1: Κωδικοποίηση ανεξάρτητων μεταβλητών.....	58
Πίνακας 4.2: Τιμές z-value και επίπεδα εμπιστοσύνης	63
Πίνακας 4.3: Ανεξάρτητες μεταβλητές κάθε μοντέλου με το πρόσημο που εμφανίζονται από την ανάλυση	64
Πίνακας 4.4: Αποτελέσματα ανάλυσης πρώτου μοντέλου	65
Πίνακας 4.5: Αποτελέσματα ανάλυσης δεύτερου μοντέλου	66
Πίνακας 4.6: Αποτελέσματα ανάλυσης τρίτου μοντέλου	67
Πίνακας 4.7: Αποτελέσματα ανάλυσης τέταρτου μοντέλου	69
Πίνακας 4.8: Αποτελέσματα ανάλυσης πέμπτου μοντέλου	70
Πίνακας 4.9: Αποτελέσματα ανάλυσης έκτου μοντέλου	71

Ευρετήριο Σχημάτων

Σχήμα 2.1: Ποσοστό χρηστών του οδικού δικτύου που πεθαίνουν από οδικά ατυχήματα στην Ευρωπαϊκή Ένωση	15
Σχήμα 2.2: Ποσοστό χρηστών του οδικού δικτύου ανά ηλικιακή ομάδα που πεθαίνουν από οδικά ατυχήματα στην Ευρωπαϊκή Ένωση	15
Σχήμα 2.3: Ποσοστό πεζών ανά ηλικιακή ομάδα που πεθαίνουν από οδικά ατυχήματα στην Ευρωπαϊκή Ένωση.....	15
Σχήμα 2.4: Θάνατος από οδικά ατυχήματα ανά ομάδα χρηστών του οδικού δικτύου σε ποσοστό επί του συνόλου	17
Σχήμα 2.5: Θάνατος χρηστών οδικού δικτύου ανά ηλικιακή ομάδα κάθε φύλου από οδικά ατυχήματα στην Ελλάδα	18
Σχήμα 2.6: Ποσοστό θανάτου πεζών ανά φύλο από οδικά ατυχήματα στην Ελλάδα	18
Σχήμα 2.7: Θάνατος πεζών ανά ηλικιακή ομάδα κάθε φύλου από οδικά ατυχήματα στην Ελλάδα...	19
Σχήμα 3.1: Συσχέτιση φύλου-ηλικίας παραβατών πεζών	53
Σχήμα 3.2: Συσχέτιση φύλου-ηλικίας μη παραβατών πεζών	54
Σχήμα 3.3: Συσχέτιση φύλου πεζών με τη χρήση κινητού τηλεφώνου κατά τη διάσχιση	54
Σχήμα 3.4: Συσχέτιση πεζού με παρουσία συνοδού κατά τη διάσχιση	55
Σχήμα 4.1: Γραφική παράσταση της πιθανότητας επιλογής μίας εναλλακτικής i σε συνάρτηση με την συστηματική χρησιμότητα της.....	57

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι πεζοί είναι από τους πιο ευάλωτους χρήστες του οδικού δικτύου, καθώς έχουν ελάχιστη ή καθόλου προστασία σε περίπτωση σύγκρουσης με όχημα. Για αυτό το λόγο η οδική ασφάλεια, αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα ζητήματα και τα μέτρα ασφάλειας των πεζών αποσκοπούν στην πρόληψη ατυχημάτων και κατ' επέκταση στη μείωση του αριθμού και της σοβαρότητας των τραυματισμών. Οι πεζοί, συμπεριλαμβανομένων των παιδιών, των ηλικιωμένων και των ατόμων με αναπηρίες, είναι πιο επιρρεπείς σε σοβαρούς τραυματισμούς ή θανάτους σε οδικά ατυχήματα. Δίνοντας προτεραιότητα στην ασφάλεια των πεζών, είναι πιθανόν να μειωθεί ο κίνδυνος ατυχημάτων και να δημιουργηθεί ένα ασφαλέστερο περιβάλλον για τους πεζούς. Ωστόσο, δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις που την ευθύνη φέρουν οι πεζοί, καθώς αποδεικνύεται ότι υπάρχει η τάση για παραβατικότητα, που αυξάνει την έκθεση τους στον κίνδυνο. Αυτό αποτελεί ένα σημαντικό ζήτημα, κατά συνέπεια είναι σημαντικό να εντοπιστούν οι παράγοντες που ωθούν τους πεζούς σε παραβατική συμπεριφορά ώστε να βελτιωθούν τα επίπεδα ασφάλειας τους στο οδικό δίκτυο. Η παρούσα διπλωματική εργασία αποσκοπεί στη διερεύνηση των παραμέτρων επιρροής που συσχετίζονται με την παραβατική συμπεριφορά των πεζών σε διαβάσεις πεζών με φωτεινή σηματοδότηση σε αστικές περιοχές.

Στο δεύτερο κεφάλαιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας πραγματοποιείται ανάλυση αντίστοιχων ερευνών που έχουν εκπονηθεί διεθνώς. Το κεφάλαιο αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό καθώς βοηθάει στον εμπλουτισμό των γνώσεων, στην ευκαιρία να δημιουργηθούν νέες ιδέες για θέματα που αφορούν τη διπλωματική εργασία και συμβάλει στο σχεδιασμό της έρευνας πεδίου που ακολουθεί στη συνέχεια. Αρχικά από τις προγενέστερες έρευνες δίνονται αρκετά δεδομένα που αφορούν τους παράγοντες που ωθούν τους πεζούς σε παραβατικές συμπεριφορές. Στη συνέχεια πραγματοποιείται η ανάλυση των αντίστοιχων ερευνών που έχουν εκπονηθεί και αφορούσαν την παραβίαση της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη. Τέλος, γίνεται αναφορά σε μέτρα αντιμετώπισης του φαινομένου αυτού, όπως έχουν διατυπωθεί σε αντίστοιχες έρευνες.

Στο τρίτο κεφάλαιο πραγματοποιείται μια εκτενής ανάλυση της διαδικασίας συλλογής δεδομένων στο πεδίο. Πιο συγκεκριμένα στην αρχή του κεφαλαίου αναλύονται τα κριτήρια με τα οποία πραγματοποιήθηκε η επιλογή των κόμβων μελέτης, καθώς επίσης περιγράφονται και οι κόμβοι που επιλέχθηκαν. Στη συνέχεια αναφέρεται ο τρόπος συλλογής των δεδομένων, καθώς και ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε για την επίτευξή του. Έπειτα πραγματοποιείται ανάλυση των παραμέτρων που παρατηρήθηκαν κατά τη διάρκεια των μετρήσεων. Οι παράμετροι αυτές κατηγοριοποιούνται τόσο σε ατομικά χαρακτηριστικά του πεζού, όσο και σε χαρακτηριστικά του κόμβου, της κυκλοφορίας, της διάσχισης πεζού και σε χαρακτηριστικά εξωτερικού περιβάλλοντος. Τέλος, παρουσιάζεται μία αρχική ανάλυση του δείγματος που συλλέχθηκε από τις μετρήσεις στο πεδίο, καθώς επίσης και διαγράμματα που αναπαριστούν τη συσχέτιση κάποιων παραμέτρων.

Στο τέταρτο κεφάλαιο πραγματοποιείται η στατιστική ανάλυση των δεδομένων που συλλέχθηκαν από τις μετρήσεις. Αρχικά πραγματοποιείται μια αναφορά στο μαθηματικό μοντέλο logit που χρησιμοποιήθηκε για τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων αλλά και της οικογένειας που ανήκει, δηλαδή των μοντέλων ανάλυσης διακριτών επιλογών. Στη συνέχεια γίνεται αναφορά στην προγραμματιστική γλώσσα R και το περιβάλλον της όπου πραγματοποιήθηκε η στατιστική ανάλυση των δεδομένων. Τέλος, πραγματοποιείται η παρουσίαση των έξι μοντέλων που δημιουργήθηκαν και των παραμέτρων που εμπεριέχονται σε αυτά περιγράφοντας τον τρόπο με τον οποίο επηρεάζουν το κάθε μοντέλο.

Στο πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο της διπλωματικής εργασίας παρουσιάζονται κάποιοι περιορισμοί που συναντήθηκαν κατά την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας στο στάδιο των μετρήσεων. Στη συνέχεια αναλύονται τα συμπεράσματα στα οποία οδήγησε η ανάλυση των δεδομένων με τις παραμέτρους που βρέθηκαν να επηρεάζουν την απόφαση του πεζού σε σχέση με την παραβίαση της

κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη. Τέλος, παρατίθενται ορισμένες προτάσεις για μελλοντική έρευνα.

2. ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

2.1 Εισαγωγή

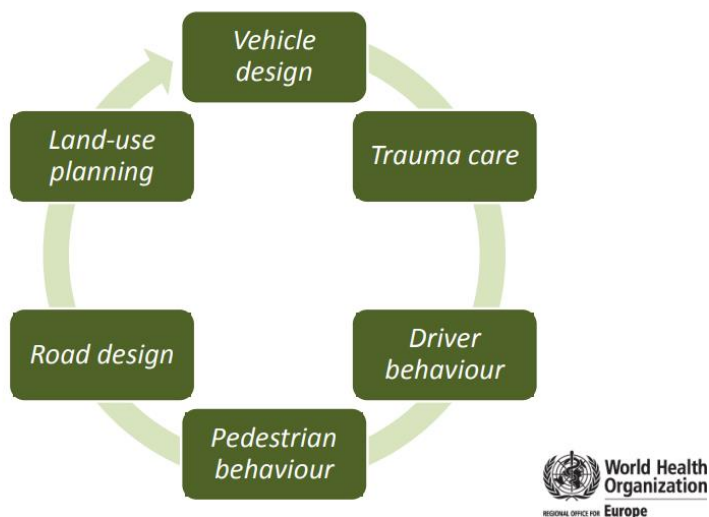
Η διάσχιση του δρόμου είναι μια καθημερινή δραστηριότητα για τους πεζούς. Ωστόσο, μπορεί να είναι ιδιαίτερα επικίνδυνη εάν δεν γίνεται με προσοχή. Σε κόμβο ο οποίος λειτουργεί με φωτεινή σηματοδότηση, εάν η ένδειξη των πεζών είναι κόκκινη, η δυνατότητα ασφαλούς διάσχισης καθορίζεται από τους χρόνους σηματοδότησης. Ταυτόχρονα, ορισμένοι πεζοί τείνουν να διασχίζουν τον δρόμο ανεξαρτήτως της ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη, ενώ η πλειοψηφία των πεζών περιμένει την πράσινη ένδειξη φωτεινού σηματοδότη για να διασχίσει το δρόμο.

Οι ερευνητές έχουν εντοπίσει αρκετά βασικά χαρακτηριστικά (μεταβλητές) που συμβάλλουν στην ανάληψη κινδύνων από τους πεζούς σε προηγούμενες έρευνες. Τα μη κοινωνικά χαρακτηριστικά (όπως η κυκλοφορία και οι οδικές υποδομές) και τα κοινωνικά χαρακτηριστικά (όπως ο αριθμός των πεζών σε μια ομάδα που προσπαθούν να διασχίσουν τη διάβαση κατά τη φάση της κόκκινης ένδειξης) είναι μεταξύ των πιθανών χαρακτηριστικών που συμβάλλουν σημαντικά στις αποφάσεις των πεζών για διάσχιση (Rosenbloom, 2009, Zhou et al., 2009). Εκτός από τα μη κοινωνικά και κοινωνικά χαρακτηριστικά, τα χαρακτηριστικά των πεζών (όπως το φύλο, η ηλικία και η ταχύτητα βάρδισης) παρατηρήθηκαν επίσης να επηρεάζουν τη συμπεριφορά τους.

Από τους 1,35 εκατομμύρια θανάτους που οφείλονται σε οδικά ατυχήματα ετησίως, σχεδόν το ένα τέταρτο (23%) είναι πεζοί. Τα οδικά ατυχήματα στα οποία εμπλέκονται πεζοί αποτελούν μείζον πρόβλημα οδικής ασφάλειας σε ολόκληρο τον κόσμο, ιδιαίτερα στις αναπτυσσόμενες χώρες. Οι πεζοί είναι από τις πιο συχνά παραμελημένες ομάδες σε πολλές χώρες κατά τον σχεδιασμό συστημάτων οδικής κυκλοφορίας. Αυτό μπορεί να αποδοθεί κυρίως στη ραγδαία αύξηση του πληθυσμού, στην αύξηση του αριθμού των μηχανοκίνητων οχημάτων στα αστικά κέντρα και στην παραβίαση των κανόνων κυκλοφορίας από πεζούς, οδηγούς και άλλους χρήστες του δρόμου. Επομένως, υπάρχει επιτακτική ανάγκη να κατανοηθούν οι παράγοντες κινδύνου που επηρεάζουν την ασφάλεια των πεζών στους δρόμους (Choi and Tezcan, 2019).

2.2 Στοιχεία οδικής ασφάλειας πεζών

Οι πεζοί είναι πιο ευάλωτοι στα οδικά ατυχήματα σε σχέση με οποιονδήποτε άλλο χρήστη του οδικού δικτύου. Αυτό συμβαίνει διότι ο πεζός δεν διαχωρίζεται από το οδικό περιβάλλον μέσω κάποιας υποδομής (π.χ. όχημα) και δεν κυκλοφορεί με κράνος για να προστατευτεί, με αποτέλεσμα να είναι εκτεθειμένος στον κίνδυνο τραυματισμού με τις μικρότερες πιθανότητες να επιβιώσει από ένα ατύχημα. Τα περισσότερα οδικά ατυχήματα στα οποία εμπλέκονται πεζοί, σύμφωνα με τους Gitelman et. al. (2012), έχει αποδειχθεί ότι συμβαίνουν σε αρτηρίες μεγάλων πόλεων, με πολλές λωρίδες ανά κατεύθυνση όπου επικρατούν υψηλοί κυκλοφοριακοί φόρτοι και υψηλές ταχύτητες σε περιοχές με μεικτές χρήσεις γης και δραστηριότητες.



Πηγή: Mobility & Transport - Road Safety in Europe ,DATE 2016

Εικόνα 2.1: Σημαντικοί κίνδυνοι για τους πεζούς

Οι θάνατοι από τροχαία ατυχήματα στην Ελλάδα το 2021 παρουσίασαν μικρή αύξηση (4%) σε σύγκριση με τα στοιχεία του 2020, σύμφωνα με τα προσωρινά στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ. Η μικρή αυτή αύξηση αποδίδεται κυρίως στην επιστροφή στην κανονική κυκλοφορία από την πανδημική περίοδο. Την τελευταία δεκαετία, η Ελλάδα παρουσίασε εντυπωσιακή βελτίωση της οδικής ασφάλειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση, με μείωση κατά 38% των θανάτων από τροχαία ατυχήματα από το 2012 και μείωση των σοβαρών τραυματισμών κατά 60%. Το ποσοστό θανάτων ανά εκατομμύριο οχημάτων μειώθηκε κατά 42% από το 2012.

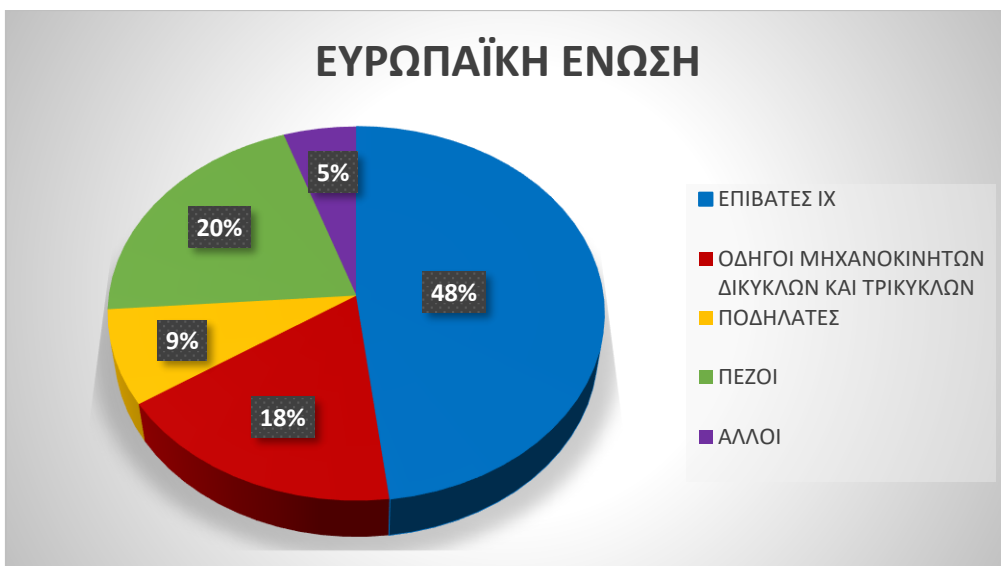
Περίπου το 21% όλων των θανάτων από τροχαία ατυχήματα στην ΕΕ είναι πεζοί και το μεγαλύτερο ποσοστό αυτών είναι 65 ετών και άνω. Επισημαίνεται, ότι στο οδικό δίκτυο κάθε τέσσερις στους δέκα ανθρώπους που σκοτώνονται στο δρόμο είναι πεζοί, ποδηλάτες ή μοτοσικλετιστές.

Πώς μπορεί όμως να μειωθεί ο αριθμός των θανάτων;

Το ποσοστό των συγκρούσεων που αφορούν πεζούς μπορεί να μειωθεί αν: μειωθούν τα όρια ταχύτητας σε όλη την περιοχή, υπάρχουν συνεχόμενα πεζοδρόμια, υπάρχει σωστός φωτισμός του οδικού δικτύου και καλύτερες οδικές υποδομές.

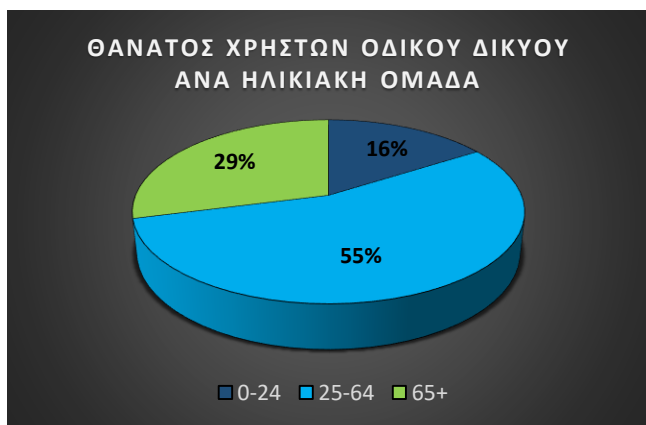
2.2.1 Ευρώπη

Οι πεζοί και οι ποδηλάτες αντιπροσωπεύουν το 29% όλων των θανάτων από οδικά ατυχήματα στην Ευρώπη, με εκείνους που χρησιμοποιούν μηχανοκίνητα δίκυκλα και τρίκυκλα να αποτελούν ένα 18%. Αυτοί οι ευάλωτοι χρήστες του οδικού δικτύου δεν προστατεύονται καλά από τις επιπτώσεις μιας σύγκρουσης και μαζί αποτελούν το 47% όλων των θανάτων από τροχαία ατυχήματα (Σχ.2.1). Σε σύγκριση με τις χώρες εκτός της Ευρωπαϊκής Ένωσης και της χώρες εντός, τα ποσοστά των θανάτων ποδηλατών και μοτοσικλετιστών είναι υψηλότερα στην ΕΕ.

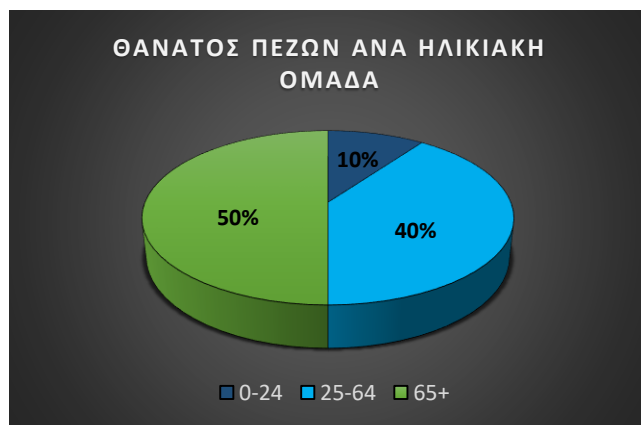


Πηγή: WHO (12) ,DATE 2018

Σχήμα 2.1: Ποσοστό χρηστών του οδικού δικτύου που πεθαίνουν από οδικά ατυχήματα στην Ευρωπαϊκή Ένωση.



Σχήμα 2.2: Ποσοστό χρηστών του οδικού δικτύου ανά ηλικιακή ομάδα που πεθαίνουν από οδικά ατυχήματα στην Ε.Ε.



Πηγή: European Road Safety Observatory, Date 2020

Σχήμα 2.3: Ποσοστό πεζών ανά ηλικιακή ομάδα που πεθαίνουν από οδικά ατυχήματα στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Ο πεζός είναι η πιο καθολική μορφή κίνησης, ο μόνος τρόπος μεταφοράς χωρίς όχημα, και η πρώτη μορφή κίνησης που μαθαίνει κάθε άτομο. Όπως τα ποδήλατα, αυτός ο τρόπος μεταφοράς δεν έχει το όριο ηλικίας, εφαρμόζεται συχνά από παιδιά και ηλικιωμένους πολίτες και είναι επωφελής για την υγεία και το περιβάλλον. Ταυτόχρονα, οι πεζοί είναι ιδιαίτερα ευάλωτοι. Συνήθως δεν φορούν προστατευτικό ρουχισμό και, σε σύγκριση με άλλους τρόπους μεταφοράς, έχουν χαμηλή και ευάλωτη θέση στο δρόμο. Συνεπώς, σχεδόν όλοι οι θάνατοι σε ατυχήματα πεζών (98%) είναι οι ίδιοι οι πεζοί.

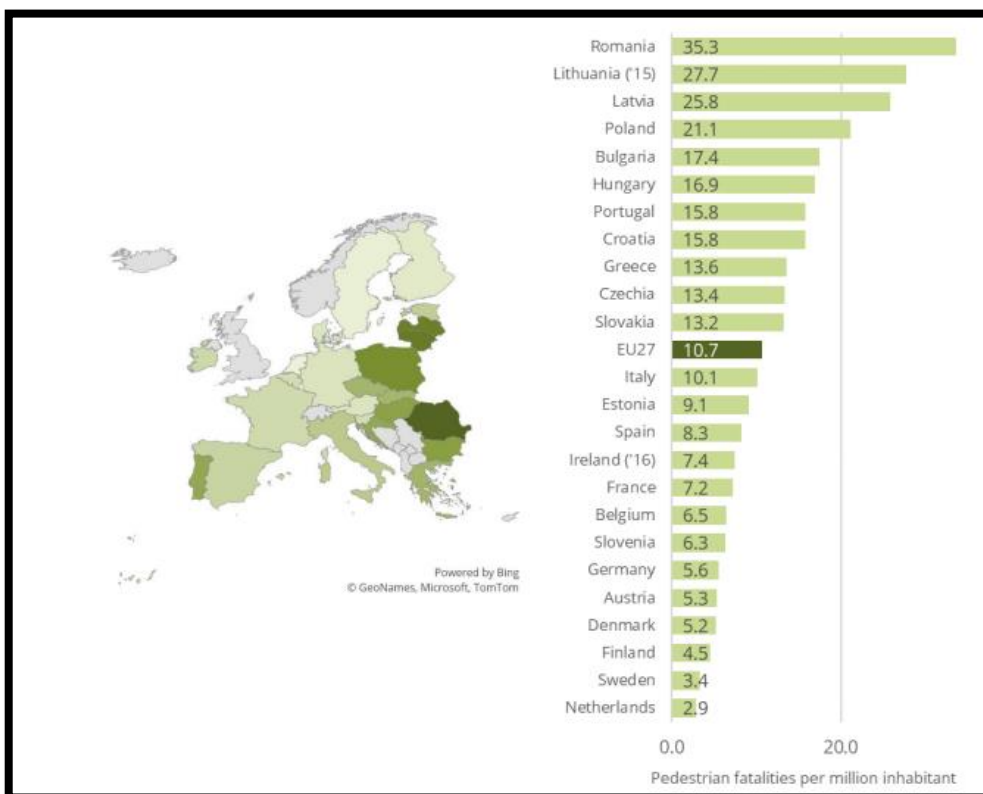
Ένας στους πέντε από όλους τους θανάτους από οδικά ατυχήματα σε ολόκληρη την ΕΕ είναι πεζοί. Το ποσοστό αυτό είναι υψηλότερο από άλλους ευάλωτους χρήστες του οδικού δικτύου, δηλαδή 9% για τους ποδηλάτες, 3% για τα μοτοποδήλατα και 15% για τις μοτοσικλέτες. Αν και ο αριθμός των θανάτων πεζών μειώθηκε από 5.952 σε 4.763 θανάτους μεταξύ 2010 και 2018 (-20%), ο συνολικός αριθμός των θανάτων από οδικά ατυχήματα μειώθηκε σε ίδια έκταση (-21%), διατηρώντας σταθερό το ποσοστό των πεζών στο συνολικό αριθμό των θανάτων από οδικά ατυχήματα.

Η μεγαλύτερη μείωση των θανάτων πεζών σημειώθηκε στην Πολωνία, αν και εξακολουθεί να έχει τον υψηλότερο αριθμό θανάτων πεζών με βάση τις μελέτες του 2018. Τόσο το ποσοστό θανάτων πεζών στο συνολικό αριθμό θανάτων από οδικά ατυχήματα όσο και η θνησιμότητα πεζών είναι υψηλότερα στα κράτη μέλη της Κεντρικής και Ανατολικής ΕΕ. Τουλάχιστον 1 στους 2 θανάτους πεζών (50%) το 2018 είναι ηλικιωμένοι ηλικίας 65 ετών και άνω. Αυτό είναι πολύ υψηλότερο από το ποσοστό των ηλικιωμένων στο συνολικό αριθμό των θανάτων από οδικά ατυχήματα (29%) και το μερίδιό τους στον πληθυσμό (20%). Κατά συνέπεια, το ποσοστό θνησιμότητας μεταξύ των ηλικιωμένων πεζών είναι πολύ υψηλό: 3 φορές υψηλότερο από ό,τι για τους πεζούς ηλικίας 25-64 ετών.

Όσον αφορά την ώρα και τη θέση των θανάτων πεζών, παρατηρείται ως πιο έντονη η πρωινή και βραδινή αιχμή από ό,τι για όλους τους θανάτους από οδικά ατυχήματα. Επιπλέον, η μηνιαία κατανομή είναι πολύ διαφορετική από άλλους τύπους χρηστών του δρόμου, με έως και δύο φορές περισσότερους πεζούς να σκοτώνονται στο οδικό δίκτυο τους χειμερινούς μήνες. Έναντι σε όλους τους θανάτους από τροχαία ατυχήματα, πολλοί περισσότεροι πεζοί σκοτώνονται σε αστικούς δρόμους (73% έναντι 38% το 2018). Ωστόσο, οι αυτοκινητόδρομοι αντιπροσωπεύουν επίσης το 5% των πεζών που σκοτώθηκαν.

Με βάση τη θνησιμότητα ο αριθμός των θανάτων πεζών ανά εκατομμύριο κατοίκους είναι υψηλότερος στην Κεντρική Ευρώπη και στα κράτη μέλη της Ανατολικής Ευρώπης της ΕΕ. Στη Ρουμανία, τη Λιθουανία, τη Λετονία και τη Πολωνία, το ποσοστό θνησιμότητας για τους πεζούς το 2018 είναι τουλάχιστον 2 φορές υψηλότερο από το μέσο όρο της ΕΕ. Στο νότο της ΕΕ, η Πορτογαλία και η Ελλάδα παρουσιάζουν στοιχεία άνω του μέσου όρου.

Λόγω του μικρού αριθμού θανάτων, η Κύπρος, η Μάλτα και το Λουξεμβούργο δεν συμπεριλαμβάνονται στις στατιστικές αυτές.



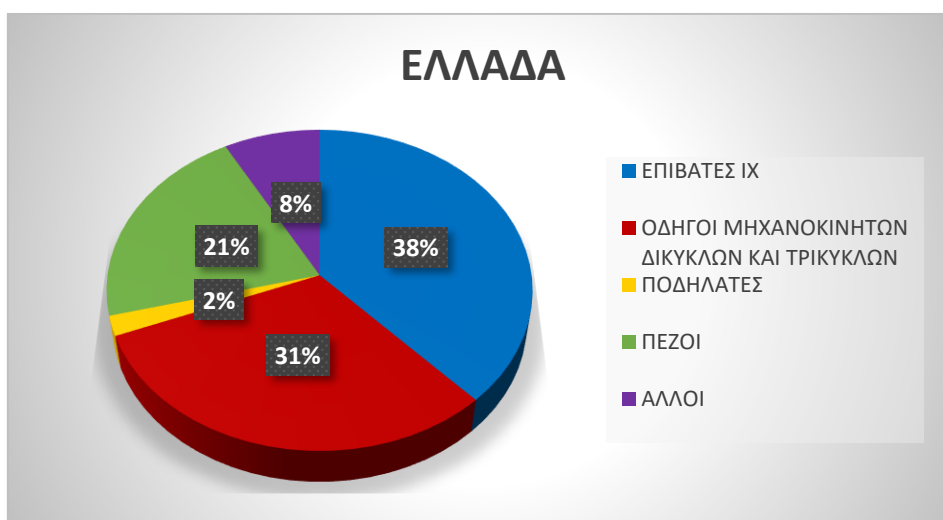
Πηγές: CARE & EUROSTAT, Date 2018

Εικόνα 2.2: Θάνατος πεζών ανά εκατομμύριο κατοίκους ανά χώρα στην ΕΕ των 27

2.2.2 Ελλάδα

Τα στοιχεία που αφορούν θανάτους από τις ομάδες χρηστών του οδικού δικτύου δείχνουν ότι οι επιβάτες επιβατικών αυτοκινήτων συνεχίζουν να αποτελούν την ομάδα που επηρεάζεται περισσότερο από οδικά ατυχήματα. Οι θάνατοι μοτοσικλετιστών περιλαμβάνουν επίσης ένα σημαντικό μερίδιο των συνολικών θανάτων από οδικά ατυχήματα στην Ελλάδα. Το 2018, οι επιβάτες αυτοκινήτων αντιπροσώπευαν το μεγαλύτερο ποσοστό θανάτων από τροχαία ατυχήματα με το 38% του συνόλου. Ακολούθησαν μοτοσικλετιστές (27%), πεζοί (21%) και αναβάτες μοτοποδηλάτων (4%).

Σε σύγκριση με το 2017, σε όλες τις ομάδες χρηστών του οδικού δικτύου ο αριθμός των θανάτων από οδικά ατυχήματα μειώνεται, με εξαίρεση των πεζών και των ποδηλατών. Η μακροπρόθεσμη τάση δείχνει ότι η κυκλοφορία στην Ελλάδα έχει γίνει ασφαλέστερη για όλες τις ομάδες χρηστών του οδικού δικτύου. Οι ισχυρότερες μειώσεις καταγράφηκαν μεταξύ των επιβατών αυτοκινήτων και των αναβατών μοτοποδηλάτων, που υπήρξαν ετήσιες μειώσεις θανάτων από τροχαία ατυχήματα κατά 70% μεταξύ 2000 και 2018. Η ομάδα χρηστών που έχει επωφεληθεί λιγότερο από τις βελτιώσεις της οδικής ασφάλειας από το 2000 είναι οι ποδηλάτες, στους οποίους ο αριθμός των ετήσιων θανάτων από μετωπική σύγκρουση να μειώνεται κατά 46% .

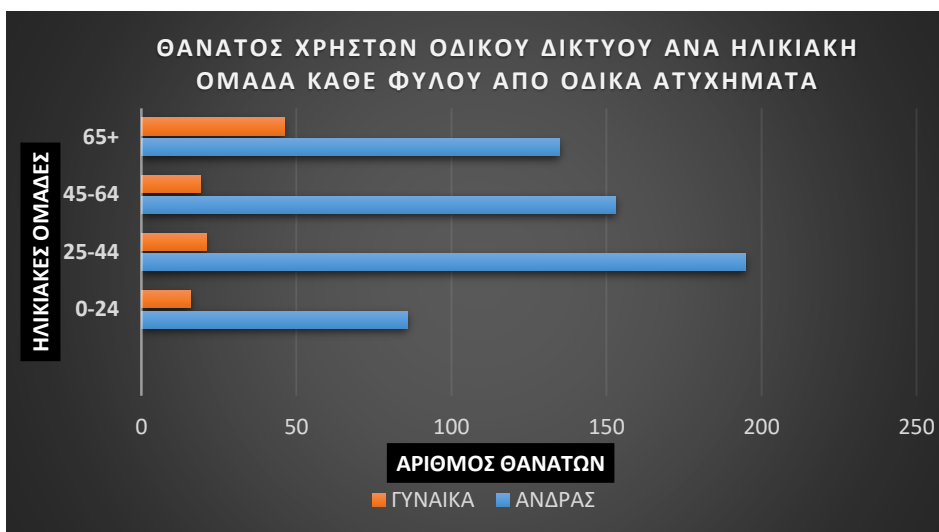


Πηγή: International Transport Forum -Greece,DATE 2018

Σχήμα 2.4: Θάνατος από οδικά ατυχήματα ανά ομάδα χρηστών του οδικού δικτύου σε ποσοστό επί του συνόλου

Σύμφωνα με τα στοιχεία της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής (ΕΛΣΤΑΤ), 688 άτομα σκοτώθηκαν στην Ελλάδα το 2019: 470 οδηγοί, 73 επιβάτες και 145 πεζοί. Οι άνδρες οδηγοί αντιπροσωπεύουν το 64% όλων των θανάτων από τροχαία ατυχήματα στην Ελλάδα. Οι νεαροί άνδρες οδηγοί ηλικίας 15-24 ετών αντιπροσωπεύουν το 15% όλων των θανάτων ανδρών οδηγών και οι ηλικιωμένοι αντιπροσωπεύουν το 46% όλων των θανάτων πεζών. Η υψηλότερη σοβαρότητα των ατυχημάτων διαπιστώθηκε σε ατυχήματα που αφορούσαν ηλικιωμένους (6,2 θανάτους ανά 100 ατυχήματα) και νέους 15-24 ετών (3,3 θανάτους ανά 100 ατυχήματα).

Εξετάζοντας τη μακροπρόθεσμη τάση, από το 2000 ο αριθμός των θανάτων από οδικά ατυχήματα έχει μειωθεί για όλες τις ομάδες. Οι ισχυρότερες μειώσεις θνησιμότητας κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου σημειώθηκαν μεταξύ των νέων. Το ηλικιακό εύρος άνω των 65 ετών επωφελήθηκαν λιγότερο από τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, καθώς οι θάνατοι από οδικά ατυχήματα για αυτήν την ηλικιακή ομάδα μειώθηκαν μόνο κατά 24%. Παρά τις πρόσφατες βελτιώσεις, οι ενήλικες (25-44) εξακολουθούν να διατρέχουν υψηλό κίνδυνο στην κυκλοφορία, με ποσοστό θνησιμότητας πολύ πάνω από το μέσο όρο.



Πηγή: NRSO.NTUA., Greece 2019

Σχήμα 2.5: Θάνατος χρηστών οδικού δικτύου ανά ηλικιακή ομάδα κάθε φύλου από οδικά ατυχήματα στην Ελλάδα

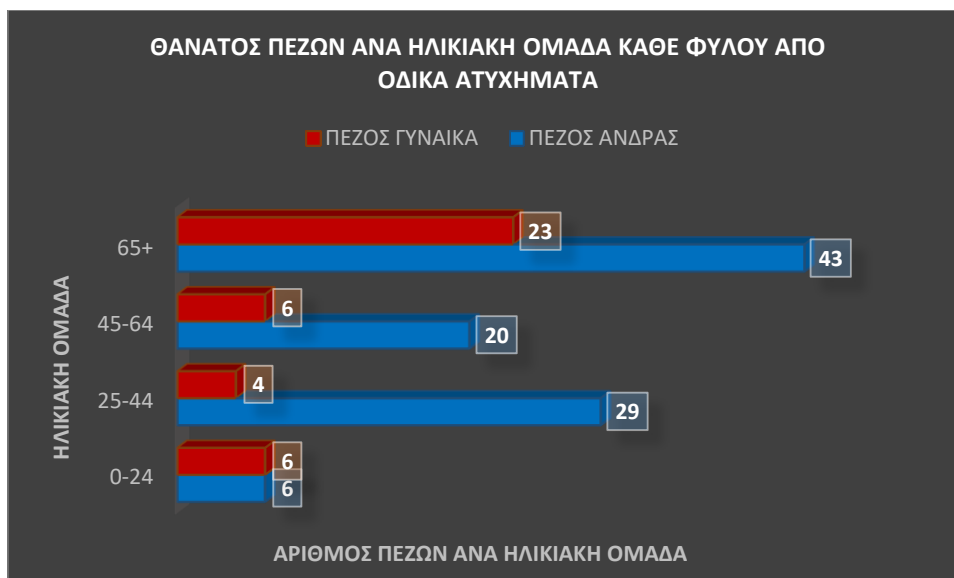
Οι άνδρες πεζοί αντιπροσωπεύουν το 70% των θανάτων των πεζών από οδικά ατυχήματα, ενώ οι γυναίκες αντιπροσωπεύουν το 30% (δεδομένα από ΕΛΣΤΑΤ). Σύμφωνα με την έρευνα των Biswas και Ghosh (2017) οι γυναίκες πεζοί είναι λιγότερο πιθανό να διασχίσουν το δρόμο με τη κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη σε σχέση με τους άνδρες. Επίσης, διαπιστώθηκε ότι οι γυναίκες πεζοί συμμορφώνονται περισσότερο με τους κανονισμούς κυκλοφορίας από τους άνδρες πεζούς. Άρα αυτό έχει ως επακόλουθο οι άνδρες πεζοί να αντιπροσωπεύουν το μεγαλύτερο ποσοστό θανάτων από οδικά ατυχήματα από τα δυο φύλα.



Πηγή: NRSO.NTUA., Greece 2019

Σχήμα 2.6: Ποσοστό θανάτου πεζών ανά φύλο από οδικά ατυχήματα στην Ελλάδα.

Σύμφωνα με τις ηλικιακές ομάδες κάθε φύλου, το μεγαλύτερο ποσοστό θνησιμότητας παρουσιάζουν οι ηλικιωμένοι άνδρες (65+) και ακολουθούν οι άνδρες πεζοί (25-44). Μεγάλο ποσοστό, επίσης αντιπροσωπεύουν οι ηλικιακές ομάδες (65+) των γυναικών και (45-64) των ανδρών πεζών.



Πηγή: NRSO.NTUA., Greece 2019

Σχήμα 2.7: Θάνατος πεζών ανά ηλικιακή ομάδα κάθε φύλου από οδικά ατυχήματα στην Ελλάδα.

2.3 Παραβατική συμπεριφορά πεζών

2.3.1 Συναφείς έρευνες

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση που πραγματοποιήθηκε οδήγησε στη συλλογή αρκετών στοιχείων από έρευνες που αφορούν την παραβατικότητα των πεζών σε αρκετές χώρες του κόσμου, με την ταυτόχρονη ανάλυση των χαρακτηριστικών των πεζών, τον τρόπο συλλογής δεδομένων και τον τρόπο ανάλυσης των στοιχείων. Πολλές έρευνες έχουν στόχο τη διερεύνηση των παραβάσεων των πεζών με επιτόπια παρατήρηση, ερωτηματολόγια και εγγραφή βίντεο.

Με βάση την έρευνα των Gong et al. (2019) που διεξήχθη στην περιοχή Anning District του Lanzhou της Κίνας, τα δεδομένα που μετρήθηκαν, αναλύουν τους παράγοντες επιρροής των παραβιάσεων της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη από πεζούς και προτείνουν στοχευμένη βελτίωση για τη μείωση του ποσοστού ατυχημάτων. Οι πληροφορίες που συλλέγονται αφορούν ένα δείγμα πεζών και περιλαμβάνουν: την ηλικία, το φύλο, το μέγεθος της ομάδας διάσχισης, την ένδειξη αντίστροφης μέτρησης, τον χρόνο αναμονής, τον χρόνο πράσινης ένδειξης για πεζούς, το μήκος διάβασης, τον κυκλοφοριακό φόρτο και τον αριθμό πεζών που περιμένουν στην αρχή της διάβασης.

Τα δεδομένα της διάσχισης πεζών συλλέχθηκαν με βιντεοκάμερα και καταγράφηκαν. Σε αυτή την έρευνα, επιλέχθηκαν σηματοδοτούμενοι κόμβοι στην περιοχή Anning. Έξι από αυτούς βρίσκονται σε κύριες αρτηρίες και δύο σε δευτερεύουσες αρτηρίες. Οι πέντε είναι τετρασκελείς κόμβοι και οι τρεις είναι κόμβοι τύπου T. Ο κυκλοφοριακός φόρτος μετρήθηκε κυρίως με χειροκίνητη μέθοδο, ενώ τα χαρακτηριστικά των πεζών και οι συνθήκες κυκλοφορίας συλλέχθηκαν με εγγραφή βίντεο. Η χρονική περίοδος συλλογής δεδομένων που επιλέχθηκε, χωρίζεται σε τρεις περιόδους: 8:00-9:00 (πρωινή ώρα αιχμής), 12:30-13:30 (μεσημεριανή αιχμή) και 17:30-18:30 (βραδινή ώρα αιχμής). Ο καιρός τις ημέρες που πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις ήταν ηλιόλουστος.

Κατά τη συλλογή δεδομένων η τοποθέτηση της κάμερας ήταν σε ανοιχτό οπτικό πεδίο, για να καταγράψει τα χαρακτηριστικά όλων των πεζών σε απόσταση 20 μέτρων από το πεζοδρόμιο που

αποτελούσε το σημείο παρατήρησης. Η βιντεοσκόπηση κατέγραψε 25 διαβάσεις πεζών στην περιοχή, χρησιμοποιώντας συνεχείς μεθόδους παρατήρησης. Σε κάθε σημείο παρατήρησης πραγματοποιήθηκε συλλογή στοιχείων σε δυο χρονικά διαστήματα και κάθε βίντεο διήρκησε περισσότερο από 15 λεπτά.

Τα συμπεράσματα που προέκυψαν είναι τα εξής: για τα χαρακτηριστικά των πεζών το ποσοστό διάσχισης κατά τη διάρκεια παραβάσεων μεταξύ των ηλικιωμένων πεζών είναι υψηλότερο από άλλες ηλικιακές κατηγορίες και το ποσοστό των ανδρών είναι λίγο υψηλότερο από των γυναικών. Επιπλέον, το μήκος διάβασης πεζών, ο χρόνος διάσχισης και η πορεία του μηχανοκίνητου οχήματος σχετίζονται με το ποσοστό παραβίασης. Η μεγαλύτερη διάρκεια, επίσης, της κόκκινης ένδειξης φωτεινού σηματοδότη σημαίνει μεγαλύτερος χρόνος αναμονής και το ποσοστό των παραβατικών πεζών αυξάνεται σημαντικά. Τέλος, προκύπτει ότι οι σηματοδότες αντίστροφης μέτρησης συμβάλλουν στη μείωση του ποσοστού παραβίασης.

Οι Dommès et al. (2019) στοχεύουν μέσω της διερεύνησης τους να καλύψουν τα κενά που υπάρχουν στην έρευνα για ενήλικες πεζούς και τη συμπεριφορά τους σε σηματοδοτούμενους κόμβους, συμπεριλαμβανομένης της παραβίασης της κόκκινης ένδειξης μελετώντας τους ανθρώπινους παράγοντες υπό τρεις πτυχές: (i) τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των ατόμων (ηλικία και φύλο), (ii) το πλαίσιο στο οποίο τα άτομα διασχίζουν το δρόμο (μέγεθος ομάδας, παρουσία σταθμευμένων οχημάτων, πυκνότητα κυκλοφορίας) και (iii) γενικά πρότυπα κινητικότητας των ατόμων αυτών. Για την επίτευξη αυτών των στόχων, η παρούσα έρευνα συνδυάζει δεδομένα παρατήρησης (που συλλέγονται κατά τη διάρκεια της διάσχισης πεζού) και χαρακτηριστικά και αντιλήψεις του πεζού (δηλαδή από τις απαντήσεις του/της σε ερωτηματολόγιο, που σχετίζονται κυρίως με πρότυπα κινητικότητας). Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η απόκτηση γνώσεων για τους ανθρώπινους παράγοντες που σχετίζονται με την ασφάλεια των ενήλικων πεζών και τη συμπεριφορά τους σε σηματοδοτούμενες διαβάσεις πεζών.

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε δεκαπέντε αστικές διαβάσεις πεζών που βρίσκονται σε έξι διαφορετικούς σηματοδοτούμενους κόμβους. Επιλέχθηκαν, λοιπόν κόμβοι στην πόλη Λιλ, στη βόρεια Γαλλία ως πειραματικές τοποθεσίες. Οι κόμβοι αποτελούνταν από οδούς διπλής κατεύθυνσης, με νησίδες, είχαν διαβάσεις πεζών, φωτεινούς σηματοδότες και όριο ταχύτητας τα 50 χλ/ώρα.

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της παρατήρησης και τη χρήση ερωτηματολογίου. Δύο ερευνητές ήταν παρόντες στο σημείο, μπροστά στη διάβαση πεζών. Ο πρώτος περιέγραφε με παρατήρηση σε πραγματικό χρόνο τη συμπεριφορά των πεζών σε ένα μαγνητόφωνο. Μόλις οι παρατηρούμενοι πεζοί είχαν διασχίσει το δρόμο, ο δεύτερος τους ζητούσε να απαντήσουν σε μερικές ερωτήσεις, καταγράφοντας την πραγματική τους ηλικία και έτσι γινόταν η κατανομή των συμμετεχόντων για κάθε ηλικιακή ομάδα με μια προσέγγιση ισοκαταμεμημένη, όπως νέοι (18–29 ετών), ενήλικες (30–49), μεσήλικες (50–64), ηλικιωμένοι (65–74) και πολύ ηλικιωμένοι πεζοί (>75) και συλλέγοντας δεδομένα που σχετίζονται με τους δείκτες κινητικότητας: όπως πρότυπα κινητικότητας του παρατηρούμενου πεζού, δυσκολίες που βιώνει το άτομο ως προς τη διάσχιση της διάβασης και τα ατυχήματα που πιθανόν είχε ως πεζός.

Η ανάλυση δεδομένων έγινε με συντελεστές Phi που έχουν υπολογιστεί για την έρευνα των σχέσεων μεταξύ όλων των συμπεριφορών, πριν και κατά τη διάσχιση. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε ανάλυση λογιστικής παλινδρόμησης σε κάθε έναν από τους 12 δείκτες συμπεριφοράς που παρατηρήθηκαν πριν και κατά τη διάρκεια της διάσχισης, ως συνάρτηση των δέκα δημογραφικών μεταβλητών που σχετίζονται με την κινητικότητα. Τέλος, τα αποτελέσματα της ανάλυσης έδειξαν ότι η διάσχιση των πεζών στο φωτεινό σηματοδότη δεν επηρεάζεται από την ηλικία, το φύλο ή την κινητικότητα των πεζών, αλλά από δύο άλλους παράγοντες, το μέγεθος της ομάδας πεζών και τη στάθμευση οχημάτων.

Από την παρούσα έρευνα μπορούν να εξαχθούν αρκετά συμπεράσματα για τη βελτίωση των υποδομών των πεζών, στις οποίες το 30% της διάσχισης της διάβασης πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη. Με την αύξηση της ορατότητας (αφαίρεση σταθμευμένων οχημάτων) και τη μείωση του χρόνου αναμονής στο πεζοδρόμιο, υποδομές όπως επεκτάσεις πεζοδρομίων και στενότερες λωρίδες πρέπει να είναι μέρος της λύσης και μπορεί να οδηγήσουν στη συμμόρφωση της συμπεριφοράς των πεζών και των οδηγών. Οι ηλικιωμένοι πεζοί λόγω του φόβου τους εστιάζουν περισσότερο στον δρόμο για διερχόμενα οχήματα, καθώς η διάσχιση τους κάποιες φορές δεν ρυθμίζεται από σηματοδότηση. Η βελτίωση της ποιότητας του οδοστρώματος της διάβασης και του πεζοδρόμιου πιθανόν να βοηθήσουν στη μείωση αυτού του φόβου.

Η έρευνα των Raoniar και Maurya (2022) είχε στόχο να διερευνήσει την επιρροή των κοινωνικών παραγόντων στην παραβίαση της κόκκινης ένδειξης πεζών σε σύγκριση με τους μη κοινωνικούς παράγοντες. Να μελετήσει, δηλαδή, αν η απόφαση του πεζού για διάσχιση της διάβασης, εξαρτάται από το αν ο πεζός περιμένει μόνος του στο πεζοδρόμιο ή με άλλους πεζούς. Επίσης, να μελετήσει την πιθανότητα διάσχισης στη φάση της κόκκινης ένδειξης, σε σχέση με την ύπαρξη άλλων πεζών που παραβιάζουν την κόκκινη ένδειξη και σε σχέση με το χρόνο αναμονής στο πεζοδρόμιο. Η διερεύνηση έγινε με βάση τα μη κοινωνικά χαρακτηριστικά (όπως η κυκλοφορία και οι οδικές υποδομές), τα κοινωνικά χαρακτηριστικά (όπως ο αριθμός των πεζών σε μια ομάδα που προσπαθούν να διασχίσουν κατά τη φάση της κόκκινης ένδειξης) και τα χαρακτηριστικά των πεζών (όπως το φύλο, η ηλικία και η ταχύτητα βάρδισης) που παρατηρήθηκε ότι επηρεάζουν τη συμπεριφορά τους.

Η συλλογή δεδομένων πραγματοποιήθηκε με καταγραφή βίντεο χρησιμοποιώντας δύο βιντεοκάμερες υψηλής ευκρίνειας. Μια κάμερα εγκαταστάθηκε σε μεγάλο υψόμετρο για να υπάρχει μια συνολική άποψη της διάβασης πεζών. Μια άλλη κάμερα τοποθετήθηκε σε έναν στύλο που βλέπει στη διάβαση πεζών στα 12 πόδια πάνω από το έδαφος, για να καταγράφονται με ευκρίνεια τα δημογραφικά στοιχεία των πεζών (φύλο και ηλικία), τα χαρακτηριστικά διέλευσης και οι κινήσεις των οχημάτων. Η καταγραφή πραγματοποιήθηκε από τις 10 π.μ. έως τις 2 μ.μ. (ώρες εκτός αιχμής) για μία μόνο ημέρα της εβδομάδας υπό φωτεινές, ξηρές καιρικές συνθήκες. Στην παρούσα έρευνα, κατά τις ώρες αιχμής (8:30 π.μ.-10:00 π.μ.) δεν πραγματοποιήθηκε καταγραφή, καθώς αυτό το χρονικό διάστημα παρουσίαζε αυξημένη κυκλοφορία οχημάτων και πεζών που οδηγούν σε κυκλοφοριακή συμφόρηση στους κόμβους.

Επιλέχθηκαν τρεις κόμβοι, οι οποίοι παρουσιάζουν αυξημένο κυκλοφοριακό φόρτο και μεγάλη δραστηριότητα των πεζών. Οι τρεις διαβάσεις πεζών αποτελούνται από σηματοδοτούμενους κόμβους με τρεις λωρίδες κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση, εξοπλισμένους με φωτεινούς σηματοδότες αντίστροφης μέτρησης του χρόνου των πεζών και μικτή κυκλοφορία. Καμία από τις διασταυρώσεις που παρατηρήθηκαν δεν είχε κουμπί για πεζούς.

Η κάλυψη βίντεο περιλάμβανε τον χώρο αναμονής των πεζών στην απέναντι πλευρά, τη διάβαση και την ένδειξη των πεζών, ώστε να παρατηρηθούν με ακρίβεια τα δημογραφικά στοιχεία των πεζών (φύλο και ηλικία), τα χαρακτηριστικά διάσχισης και οι κινήσεις των οχημάτων. Για την εξαγωγή των δεδομένων από το βίντεο χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό «AVS video editor» με ακρίβεια χιλιοστών του δευτερολέπτου. Τα δεδομένα κυκλοφορίας και τα χαρακτηριστικά διάβασης πεζών παρατηρήθηκαν και καταγράφηκαν σε προσχεδιασμένο υπολογιστικό φύλλο.

Για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο δυαδικής λογιστικής παλινδρόμησης τα αποτελέσματα του οποίου υποδεικνύουν ότι η ταχύτητα διάσχισης, ο χρόνος αναμονής για ασφαλή διάσχιση και η διάρκεια του κύκλου του φωτεινού σηματοδότη επηρεάζουν σημαντικά τη συμπεριφορά των πεζών. Όσο περισσότεροι πεζοί περιμένουν στο πεζοδρόμιο, τόσο περισσότερο μειώνεται η πιθανότητα παραβίασης της κόκκινης ένδειξης από έναν πεζό. Παρατηρήθηκε, επίσης, ότι οι πιθανότητες παραβίασης της ένδειξης των πεζών είναι σημαντικά υψηλές εάν ένας πεζός διαπιστώσει ότι και τα άλλα άτομα διασχίζουν το δρόμο, παραβιάζοντας τη κόκκινη ένδειξη. Τέλος,

από τα αποτελέσματα του μοντέλου, προέκυψε ότι εάν οι πεζοί έχουν μεγαλύτερο χρόνο αναμονής, γίνονται ανυπόμονοι και οδηγούνται σε παράνομη διάσχιση.

Στο Βέλγιο μια διερεύνηση του Diependaele (2019) περιγράφει μια έρευνα παρατήρησης σχετικά με τη συμμόρφωση των πεζών στην ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη σε αστικό περιβάλλον. Στόχος ήταν μια γενική εκτίμηση του εύρους του προβλήματος που αφορά στην παραβίαση των πεζών σε σχέση με το κυκλοφοριακό φόρτο, τα χαρακτηριστικά υποδομής (π.χ. ποιότητα οδικής σήμανσης) και χρονικά χαρακτηριστικά (π.χ. χρόνος, ημέρα). Στόχος επίσης, της παρούσας έρευνας ήταν η διερεύνηση της συχνότητας παραβίασης της κόκκινης ένδειξης από πεζούς στις εννέα πιο πυκνοκατοικημένες πόλεις του Βελγίου. Οι διαβάσεις αυτές βρίσκονταν σε περιοχές με υψηλούς φόρτους οχημάτων και πεζών. Σε κάθε πόλη επιλέχθηκαν οκτώ διαφορετικοί σηματοδοτούμενοι κόμβοι με βάση στοιχεία από το Google Street View. Η παρατήρηση έγινε ακριβώς για 15 λεπτά και περιλάμβανε πάντα μια ενιαία διάβαση. Οι φωτεινοί σηματοδότες δεν λειτουργούσαν με ένδειξη αντίστροφης μέτρησης.

Όλοι οι πεζοί που διέσχισαν τη διάβαση κατά τη διάρκεια της περιόδου παρατήρησης των 15 λεπτών καταμετρήθηκαν, είτε ως «διάσχιση στην πράσινη ένδειξη» είτε «ως παραμονή στην κόκκινη ένδειξη». Για να γίνει αυτή η διάκριση, το χρώμα της ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη λήφθηκε υπόψη όταν ο πεζός άρχιζε να διασχίζει το δρόμο.

Η παρακολούθηση για τη συμπεριφορά των πεζών πραγματοποιήθηκε με την υποστήριξη βιντεοκάμερας. Η έναρξη κάθε παρατήρησης συμπίπτει με την έναρξη της πράσινης φάσης σηματοδότησης των πεζών. Η καταμέτρηση σταμάτησε μετά από 15 λεπτά, ανεξάρτητα από την ένδειξη της σηματοδότησης των πεζών εκείνη τη στιγμή. Προκειμένου να διερευνηθεί η συσχέτιση της παραβίασης με τον κυκλοφοριακό φόρτο, καταμετρήθηκαν και όσα μηχανοκίνητα οχήματα πέρασαν τη διάβαση πεζών. Η έρευνα διήρκεσε έξι μέρες μεταξύ 7:15 π.μ. και 7:30 μ.μ.. Αποτελούνταν από τέσσερις διαδοχικές μετρήσεις σε ένα κόμβο, δηλαδή, οι πεζοί και η κυκλοφορία μετρήθηκαν για 15 λεπτά, τέσσερις διαφορετικές φορές. Κάθε ομάδα αποτελούνταν από δύο παρατηρητές. Ο πρώτος παρατηρητής ήταν υπεύθυνος για την καταμέτρηση των πεζών. Μετρούσε όλους τους πεζούς συνεχώς για 15 λεπτά χρησιμοποιώντας δύο χειροκίνητους μηχανικούς μετρητές. Με το ένα χέρι μετρήσε όλους τους πεζούς που διέσχισαν το δρόμο με την πράσινη ένδειξη και με το άλλο χέρι τους πεζούς που διέσχισαν με την κόκκινη ένδειξη. Το δεύτερο μέλος της ομάδας ήταν υπεύθυνο να μετρήσει την ακριβή χρονική στιγμή της διάσχισης.

Επιπλέον, καταγράφηκαν οι ώρες της ημέρας, οι υποδομές των δημόσιων μεταφορών, η συχνότητα των παραβιάσεων στην κόκκινη ένδειξη, η παρουσία κουμπιών, η παρουσία οπτικών ή/και ακουστικών μηνυμάτων, οι καιρικές συνθήκες και η ποιότητα της οδικής σήμανσης. Στο τέλος κάθε παρατήρησης καταγραφόταν και ο αριθμός τυχών περιστατικών π.χ. ατύχημα. Για κάθε περιστατικό σημειωνόταν επίσης αν είχε συμβεί κατά τη διάρκεια της κόκκινης ή της πράσινης ένδειξη των πεζών. Για κάθε παρατήρηση, η ομάδα κατέγραφε την ώρα έναρξης και τις μετεωρολογικές μεταβλητές όπως ηλιοφάνεια, συννεφιά, βροχή, ομίχλη, θυελλώδης αέρας, ζεστή ή κρύα θερμοκρασία.

Πιο συγκεκριμένα για κάθε διάσχιση των πεζών κατέγραφαν τα εξής χαρακτηριστικά: τον αριθμό των οχημάτων, αριθμό λωρίδων ανά κατεύθυνση, παρουσία/απουσία λωρίδας και στάσης δημόσιας συγκοινωνίας τραμ ή λεωφορείων, παρουσία/απουσία κουμπιού, οπτικού μηνύματος(π.χ. μήνυμα για επιβεβαίωση όταν πατήθηκε το κουμπί), ακουστικού μηνύματος (δηλαδή υποστήριξη για άτομα με αναπηρία όρασης) στους φωτεινούς σηματοδότες, ποιότητα οδικής σήμανσης πεζών (καλή/κακή) και τη παρουσία γειτονικών κόμβων.

Η ανάλυση δεδομένων έγινε με βάση τέσσερις εξαρτημένες μεταβλητές:

1. Ο συνολικός αριθμός πεζών που διέσχισαν το δρόμο κατά τη διάρκεια της πράσινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη (γΑ).

2. Ο συνολικός αριθμός των πεζών που διέσχισαν το δρόμο κατά τη διάρκεια της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη (γB).
3. Ο συνολικός αριθμός μηχανοκίνητων οχημάτων που πέρασαν τη διάβαση πεζών κατά τις φάσεις της πράσινης ένδειξης για οχήματα (γC).
4. Ο αριθμός των πράσινων φάσεων για οχήματα (γD).

Η ανάλυση αυτών των μεταβλητών έγινε από ένα πολυμεταβλητό, λογαριθμικό γραμμικό μοντέλο μικτών επιδράσεων. Στόχος ήταν η περιγραφή των χαρακτηριστικών (δηλαδή ο μέσος όρος) των διαφορετικών εξαρτημένων μεταβλητών, αλλά και η αλληλεπίδρασή τους (δηλαδή η συσχέτιση).

Η τρέχουσα έρευνα δείχνει ότι ο κυκλοφοριακός φόρτος, οχημάτων και πεζών και τα χαρακτηριστικά της κυκλοφοριακής κατάστασης, δηλαδή οι ώρες αιχμής, ο αριθμός λωρίδων ανά κατεύθυνση και η παρουσία λωρίδας τραμ ή λεωφορείου αποτελούν παραμέτρους θετικής επιρροής. Πιο συγκεκριμένα, όσο περισσότερα μηχανοκίνητα οχήματα/πεζοί και όσο πιο περίπλοκη είναι η κατάσταση της κυκλοφορίας, τόσο χαμηλότερη είναι η συχνότητα παραβίασης της κόκκινης ένδειξης. Εκτός από τις μεταβλητές που σχετίζονται με τις συνθήκες κυκλοφορίας, μια σειρά από τεχνικά χαρακτηριστικά της διάβασης πεζών φάνηκε να ασκούν επίσης σημαντική επίδραση όπως η κακή ποιότητα οδικής σήμανσης πεζών τα οποία οδηγούν σε αύξηση της συχνότητας των παραβιάσεων. Από την άλλη πλευρά, τα βοηθητικά σήματα, είτε οπτικά είτε ακουστικά, έχουν θετική επίδραση και οδηγούν σε λιγότερο συχνές παραβιάσεις.

Οι Zhu και Bai (2021) , μέσω της έρευνας τους στόχευαν να εντοπίσουν τους παράγοντες που περιλαμβάνουν ατομικά χαρακτηριστικά πεζού, συμπεριφορές άλλων πεζών, κατάσταση κυκλοφορίας, χρόνο σηματοδότησης και οδικό περιβάλλον, που επηρεάζουν την απόφαση του πεζού για παραβίαση της κόκκινης ένδειξης φωτεινού σηματοδότη μέσω βιντεοπαρατήρησης που πραγματοποιήθηκε στην αστική περιοχή του Χονγκ Κονγκ.

Σε αυτή τη διερεύνηση, εξετάστηκε η συμπεριφορά των πεζών σε κόμβους κατά τη διάρκεια του κόκκινης ένδειξης, σε έξι σηματοδοτούμενες διαβάσεις πεζών τόσο σε περιόδους αιχμής όσο και σε περιόδους εκτός αιχμής. Οι παράμετροι που εξετάστηκαν ήταν τα δημογραφικά και κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά του πεζού (άντρες-γυναίκες, νέοι-έφηβοι-ηλικιωμένοι), ο έλεγχος κυκλοφορίας και ο γεωμετρικός σχεδιασμός, όπως ο αριθμός των λωρίδων κυκλοφορίας, το μήκος της διάβασης πεζών, η ταχύτητα οχήματος που πλησιάζει, ο φόρτος οχημάτων και ο διαθέσιμος χρόνος διακένου.

Σε κάθε τοποθεσία, η διάρκεια της παρατήρησης ήταν πέντε ώρες (2 ώρες το πρωί και 3 ώρες το απόγευμα). Ο καιρός, ο φωτισμός, η ορατότητα και οι συνθήκες επιφάνειας του οδοστρώματος ήταν καλές κατά τη διάρκεια της έρευνας. Για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε δυαδική παλινδρόμηση, logit. Αυτή η προσέγγιση χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της συσχέτισης μεταξύ της απόφασης των πεζών για διάσχιση με τη κόκκινη ένδειξη και τους πιθανούς παράγοντες επιρροής.

Τα αποτελέσματα υπέδειξαν ότι, τόσο σε ατομικό επίπεδο (δημογραφικά στοιχεία και συμπεριφορά πεζού) όσο και σε επίπεδο κυκλοφορίας και χρόνου σήματος, οι παράγοντες που εξετάστηκαν επηρεάζουν την απόφαση του πεζού να παραβιάσει τη κόκκινη ένδειξη. Δεύτερον, η επιρροή των κοινωνικών κανόνων (παρουσία άλλων πεζών και η παραβίαση της κόκκινης ένδειξη άλλων πεζών) επί της ατομικής απόφασης εξετάστηκε σαν παράμετρος. Για τους ατομικούς παράγοντες, είναι γνωστό ότι οι γυναίκες πεζοί έχουν γενικά χαμηλότερη τάση να παραβιάζουν τη κόκκινη ένδειξη, σε σύγκριση με τους άνδρες.

Αυτή η εργασία αποκαλύπτει ότι η παρουσία ενός παραβάτη πεζού και ο φόρτος κυκλοφορίας μπορεί να μετριάσει τη συσχέτιση μεταξύ του φύλου του πεζού με τη παραβίαση της κόκκινης ένδειξης. Ωστόσο, αποκαλύπτει ότι οι μεγαλύτεροι σε ηλικία πεζοί έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα να

παραβιάσουν τη κόκκινη ένδειξη. Τέλος, οι πεζοί που έχουν συνοδό πιθανόν, να επηρεαστούν ακόμη περισσότερο σε σύγκριση με τους πεζούς που αναμένουν στο πεζοδρόμιο μόνοι τους.

Η έρευνα των Zhang και Deng (2019) διερεύνησαν με βάση το βίντεο που καταγράφει τη συμπεριφορά 890 πεζών κατά τη διάρκεια της κόκκινης ένδειξης φωτεινού σηματοδότη. Αρχικά, η συμπεριφορά των πεζών στην κόκκινη ένδειξη χωρίστηκε σε συμμόρφωση και παραβίαση της, η οποία θεωρήθηκε ως δυαδική μεταβλητή. Στη συνέχεια, η εργασία διερεύνησε τον βαθμό επιρροής σημαντικών παραγόντων που οδηγούν στη παραβίαση της κόκκινης ένδειξης φωτεινού σηματοδότη. Στην ανάλυση, χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης, στο οποίο η εξαρτημένη μεταβλητή είναι η συμπεριφορά των πεζών στην κόκκινη ένδειξη που ήταν δυαδική: συμμόρφωση στην κόκκινη ένδειξη και παραβίαση της. Έτσι, επιλέχθηκε το διωνυμικό μοντέλο logit.

Προκειμένου να διερευνηθούν οι παράγοντες που είχαν σημαντική επιρροή στη συμπεριφορά των πεζών, μετρήθηκε το ποσοστό συμμόρφωσης των πεζών στην κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη και το ποσοστό παραβίασης της κόκκινης ένδειξης. Ταυτόχρονα πραγματοποιήθηκε καταγραφή των ατομικών χαρακτηριστικών, των χαρακτηριστικών της ομάδας πεζών και του κυκλοφοριακού περιβάλλοντος. Η συλλογή δεδομένων πραγματοποιήθηκε σε τρεις σηματοδοτούμενους κόμβους και σε ώρα αιχμής (από τις 5:00 έως τις 6:00 μ.μ.) από τον Απρίλιο έως τον Μάιο.

Αυτή η εργασία επέλεξε 10 ανεξάρτητες μεταβλητές με βάση τα ατομικά χαρακτηριστικά, χαρακτηριστικά της ομάδας πεζών και χαρακτηριστικά του κυκλοφοριακού περιβάλλοντος. Για τις ανεξάρτητες μεταβλητές, οκτώ μεταβλητές, που είναι το φύλο, ο χρόνος αναμονής, η ταχύτητα διάσχισης, η αντίστροφη μέτρηση της κόκκινης-πράσινης ένδειξης φωτεινού σηματοδότη, το μήκος της διάβασης πεζών, η αναμονή των πεζών στο πεζοδρόμιο και η διάσχιση τους στη διάρκεια της κόκκινης ένδειξης. Διαπιστώθηκε ότι πέντε μεταβλητές είχαν σημαντική επιρροή στη συμπεριφορά των πεζών κατά τη διάρκεια της κόκκινης ένδειξης, συμπεριλαμβανομένου του χρόνου αναμονής, του αριθμού των πεζών που αναμένουν την εμφάνιση της πράσινης ένδειξης για να αρχίσουν να διασχίζουν το δρόμο και των πεζών που διασχίζουν κατά τη διάρκεια της κόκκινης ένδειξης καθώς και η αντίστροφη μέτρηση της κόκκινης ένδειξης.

Μόλις πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις, διαπιστώθηκε ότι ο χρόνος αναμονής και ο αριθμός των πεζών που περίμεναν στη κόκκινη ένδειξη είχαν τη μεγαλύτερη επιρροή στη συμπεριφορά των πεζών. Ωστόσο, η ένδειξη αντίστροφης μέτρησης έδειξε χαμηλότερη επιρροή στη συμπεριφορά των πεζών. Επιπλέον, με την παρουσία της αντίστροφης μέτρησης φωτεινού σηματοδότη, η πιθανότητα συμμόρφωσης των πεζών στη κόκκινη ένδειξη ήταν μόνο 0,848 φορές από εκείνη που παραβιάζεται.

Οι Ayati et al. (2021) ασχολήθηκαν με την έρευνα ορισμένων παραγόντων που επηρεάζουν την παραβατικότητα των πεζών σε σηματοδοτούμενους κόμβους. Αυτοί είναι οι περιβαλλοντικοί παράγοντες και παράγοντες που αφορούν την κυκλοφορία και το γεωμετρικό σχεδιασμό του κόμβου. Επομένως, ατομικοί παράγοντες, όπως το φύλο, η ηλικία, το επίπεδο εκπαίδευσης και οι ψυχολογικοί παράγοντες δεν συμπεριλήφθηκαν στην έρευνα. Στη διερεύνηση των παραγόντων που επηρεάζουν την παραβατικότητα των πεζών, δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στους εξωτερικούς παράγοντες που επηρεάζουν τη συμπεριφορά τους, όπως οι κυκλοφοριακές συνθήκες, η γεωμετρία και ο σχεδιασμός του κόμβου. Στόχος αυτής της έρευνας, λοιπόν είναι να μετρήσει την επίδραση του γεωμετρικού σχεδιασμού και των παραγόντων κυκλοφορίας στις παραβιάσεις των πεζών σε σηματοδοτούμενους κόμβους. Έτσι, επιλέχθηκαν έξι κόμβοι στο Mashhad και η επιλογή έγινε με κριτήριο τους διαφορετικούς κυκλοφοριακούς φόρτους πεζών.

Το επόμενο βήμα ήταν η συλλογή δεδομένων από τους επιλεγμένους κόμβους. Με βιντεοπαρατήρηση έγινε η απόκτηση δεδομένων σε εργάσιμη ημέρα και τα αρχεία παρείχαν πλάνα

μιας ώρας, από τις 18:00 έως τις 19:00. Στους κόμβους υπήρχαν παρόμοιες καιρικές συνθήκες καθ' όλη τη διάρκεια της εγγραφής.

Λόγω της έλλειψης λογισμικού για την εξαγωγή των δεδομένων, επιλέχθηκε η καταγραφή των δεδομένων να γίνει χειροκίνητα. Η λογιστική παλινδρόμηση χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση των δεδομένων και την ανάπτυξη μοντέλου για τη συμπεριφορά των πεζών. Στη γραμμική παλινδρόμηση, η εξαρτημένη μεταβλητή είναι ποσοτική και οι μεταβλητές σε αυτή την έρευνα είναι ποιοτικές. Η συμπεριφορά ενός πεζού προς τη κόκκινη ένδειξη φωτεινού σηματοδότη είναι ποιοτική και δυαδική, δηλαδή ο πεζός είτε παραβιάζει τη κόκκινη ένδειξη είτε όχι.

Με βάση την εργασία υποδεικνύονται οι εξωτερικοί παράγοντες που συμβάλλουν στη παραβίαση των πεζών. Επιπροσθέτως, υποδεικνύεται ότι ο μεγάλος φόρτος πεζών δεν επηρεάζει τη συμπεριφορά τους, δηλαδή, δεν υπάρχει διαφορά συμπεριφοράς όταν ο πεζός είναι μόνος ή με άλλους. Στη συνέχεια, το μοντέλο παλινδρόμησης χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση των δεδομένων και την ανάπτυξη μοντέλου για την πρόβλεψη της παραβατικότητας των πεζών. Με βάση τα αποτελέσματα του μοντέλου, υπάρχει άμεση συσχέτιση μεταξύ της πιθανότητας παραβίασης πεζών με τον αριθμό παραβατών κατά τη διάρκεια της κόκκινης ένδειξης. Από την άλλη πλευρά, η αύξηση του μήκους της διάβασης πεζών και του κυκλοφοριακού φόρτου μειώνει την πιθανότητα παραβίασης. Επίσης, οι πεζοί με σωματική αναπηρία είναι λιγότερο πιθανό να παραβιάσουν τη φωτεινή σηματοδότηση. Αυτή η εργασία επικεντρώθηκε κυρίως σε διαβάσεις πεζών με μέτριο έως μεγάλο κυκλοφοριακό φόρτο στους δρόμους.

Η διερεύνηση των Xing και Zhang (2022) αφορά τη συλλογή δεδομένων μέσω βιντεοκάμερας, για την παραβατικότητα των πεζών σε ισόπεδους κόμβους όσον αφορά τους κινδύνους που πιθανόν να προκληθούν, χρονικά και γεωγραφικά. Οι μέθοδοι ανάλυσης συσχέτισης Pearson εφαρμόστηκαν για την αξιολόγηση του κινδύνου της παραβίασης πεζών. Προσδιορίστηκε η μέθοδος απόκτησης δεδομένων και τα χαρακτηριστικά των πεζών, οι συνθήκες κυκλοφορίας και οι οδικές υποδομές. Στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε ένα μοντέλο αξιολόγησης κινδύνου, κατά τη διάσχιση της διάβασης πεζών για κάθε κόμβο και αναπτύχθηκε ένα μοντέλο αναλογικών κινδύνων COX, για την αξιολόγηση κινδύνου και τον εντοπισμό των παραγόντων που επηρεάζουν τον χρόνο αναμονής των πεζών.

Όσον αφορά την επιλογή του χρόνου έρευνας, επιλέχθηκαν περίοδοι κυκλοφοριακής αιχμής. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν, κατά τη διάρκεια εργάσιμης ημέρας και ο καιρός ήταν ηλιόλουστος. Οι περίοδοι της έρευνας ήταν: πρωινή αιχμή (7:00–9:30 π.μ.), μεσημεριανή αιχμή (11:30 π.μ.–12:30 μ.μ.) και απογευματινή αιχμή (5:30–7:00 μ.μ.). Η διάρκεια της έρευνας σε κάθε κόμβο ήταν τουλάχιστον 30 λεπτά.

Στην έρευνα για τους παράγοντες που προκαλούν κινδύνους κατά τη διάσχιση μιας διάβασης πεζών από γεωγραφική και χρονική σκοπιά, επιλέχθηκε ως γεωγραφικό κριτήριο η αναλογία των πεζών που παραβιάζουν, προς ολόκληρη την ομάδα πεζών στο κόμβο και ως χρονικό κριτήριο η διάρκεια του χρόνου αναμονής των πεζών. Εφαρμόστηκε η μέθοδος απόκτησης δεδομένων μέσω βιντεοσκόπησης ώστε να μετρηθεί ο χρόνος αναμονής των πεζών και αν πραγματοποιήθηκε παράβαση. Επιπλέον, για τους πεζούς, έγινε ταξινόμηση με βάση την ηλικία και το φύλο.

Σε αυτή την έρευνα, αναπτύχθηκε ένα μοντέλο πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης για τη μοντελοποίηση των ποσοστών παραβίασης πεζών. Από συνολικά 16 κόμβους σηματοδότησης στο Suzhou της Κίνας, συλλέχθηκαν πάνω από 4500 δείγματα πεζών. Στη συνέχεια, αυτή η εργασία πρότεινε μια νέα γεωγραφική και χρονική μέθοδο αξιολόγησης για την εξέταση των επιπτώσεων των παραγόντων κινδύνου που προκαλούν οι παραβιάσεις. Ο κυκλοφοριακός φόρτος, ο τύπος διάβασης πεζών, ο χρόνος της κόκκινης ένδειξης και το μήκος διάβασης πεζών προσδιορίστηκαν ως οι κύριοι παράγοντες από την ανάλυση συσχέτισης Pearson με το ποσοστό παραβίασης πεζών. Με τον αυξημένο χρόνο αναμονής των πεζών, η χρονική επίδραση κάθε παράγοντα απεικονίστηκε από τις

καμπύλες συνάρτησης επιβίωσης και συνάρτησης κινδύνου, οι οποίες βασίστηκαν στη μέθοδο Kaplan-Meier.

Στη γεωγραφική αξιολόγηση κινδύνου, ο τύπος διάβασης πεζών προκάλεσε τον μεγαλύτερο βαθμό επίδρασης από τους τέσσερις επιλεγμένους σημαντικούς παράγοντες επιρροής. Αυτό υποδηλώνει ότι η εγκατάσταση νησίδων μπορεί να μειώσει σημαντικά τον κίνδυνο παραβίασης πεζών σε σηματοδοτούμενους κόμβους. Επιπλέον, η αύξηση των τιμών του κυκλοφοριακού φόρτου και του μήκους της διάβασης, οδήγησε σε μείωση των παραβιάσεων των πεζών. Η διάρκεια του χρόνου της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη είχε το αντίθετο αποτέλεσμα. Στην ανάλυση του χρονικού κινδύνου, διαπιστώθηκε ότι ο κίνδυνος παραβίασης των πεζών αυξανόταν όσο αυξανόταν ο χρόνος αναμονής, ανεξάρτητα από τους σημαντικούς παράγοντες που τους επηρεάζουν.

Οι Wang και Meng (2019) με την έρευνα τους στόχευαν στον σχεδιασμό ενός μοντέλου για την παρουσίαση της συμπεριφοράς των πεζών στη κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη και την ανάλυση των χαρακτηριστικών της συμπεριφοράς παραβίασης σε διάσχιση δύο σταδίων, δηλαδή στην διάσχιση ενός δρόμου αμφίδρομης κατεύθυνσης με 3 λωρίδες ανά κατεύθυνση και με νησίδα στη μέση.

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε έναν σηματοδοτούμενο κόμβο με την τεχνική της εγγραφής βίντεο. Πραγματοποιήθηκαν οκτώ ώρες καταγραφής σε εργάσιμες ημέρες κατά τις πρωινές ώρες αιχμής (7:00 π.μ. έως τις 9:00 π.μ.). Συλλέχθηκαν τα στοιχεία για τους πεζούς, συμπεριλαμβανομένου κυρίως του αριθμού των πεζών που παραβιάζουν την κόκκινη ένδειξη και των πεζών που αναμένουν στο πεζοδρόμιο κατά τη διάρκεια της κόκκινης ένδειξης. Ο επιλεγμένος κόμβος βρίσκεται κοντά σε σχολική ζώνη, επομένως ένα μεγάλο ποσοστό των πεζών ήταν μαθητές. Ο κόμβος αποτελείται από φωτεινούς σηματοδότες αντίστροφης μέτρησης. Σύμφωνα με τη περίοδο που πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις, οι παραβιάσεις της κόκκινης ένδειξης χωρίστηκαν χρησιμοποιώντας τα παρακάτω επιπλέον στοιχεία, τον χρόνο πριν από την πράσινη ένδειξη και τον χρόνο μετά από τη πράσινη ένδειξη. Τα δεδομένα αναλύθηκαν με βάση: το ποσοστό της παραβίασης πεζών, τη χρονική κατανομή παραβίασης της κόκκινης ένδειξης, τη συνέπεια της παραβίασης και την παραβίαση στην ομάδα.

Οι πεζοί ταξινομήθηκαν σύμφωνα με την ηλικία και το φύλο τους. Η ηλικία των πεζών κατηγοριοποιήθηκε σε τρεις ομάδες: τη νεαρή ομάδα (18-35 ετών), τη μέση ηλικία (35-60 ετών) και τους ηλικιωμένους (άνω των 60 ετών). Όταν δύο ή περισσότεροι πεζοί διέσχισαν το δρόμο σε μια ομάδα, έδειχναν παρόμοια συμπεριφορά και έτσι θεωρούνταν ως σύνολο. Καθορίστηκε το ηλικιακό χαρακτηριστικό της συζευγμένης ομάδας με βάση την ηλικία του μεγαλύτερου πεζού στην ομάδα. Αν όλοι οι πεζοί σε μια ομάδα ήταν άντρες/γυναίκες, ονομαζόταν ανδρική/γυναικεία ομάδα. Εάν οι πεζοί σε μια ομάδα περιλάμβαναν άνδρες και γυναίκες, η ομάδα ονομαζόταν ομάδα μικτού φύλου.

Αυτή η εργασία, λοιπόν παρουσιάζει τη συμπεριφορά παραβίασης πεζού στη διάσχιση ενός κόμβου με σηματοδότηση, εστιάζοντας στη χρονική κατανομή της συμπεριφοράς παραβίασης, στη συνέπεια της συμπεριφοράς παραβίασης και στη συμπεριφορά παραβίασης στην ομάδα. Διαπιστώθηκε ότι πεζοί στις δύο κατευθύνσεις παρουσιάζουν διαφορετικές συμπεριφορές παραβίασης. Η μια κατεύθυνση έχει υψηλότερα ποσοστά παραβίασης, μεγαλύτερη διασπορά κατανομής χρόνου ενώ περισσότεροι πεζοί παραβιάζουν την κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη. Τα αποτελέσματα δείχνουν επίσης ότι το προτεινόμενο μοντέλο είναι αποτελεσματικό στην προσομοίωση της συμπεριφοράς παραβίασης του πεζού σε διάβαση δύο σταδίων. Το προτεινόμενο μοντέλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βελτιστοποίηση του συγχρονισμού της ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη, τη βελτίωση της υποδομής πεζών και την αναγνώριση της πρόθεσης των πεζών, για να αποκτηθεί η καλύτερη κατανόηση της συμπεριφοράς τους κατά την διάσχιση τους σε δυο στάδια.

Οι Zhang et al. (2016) διερεύνησαν τους παράγοντες που επηρεάζουν τη συμπεριφορά των πεζών στην κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη, χρησιμοποιώντας δεδομένα που συλλέγονται σε

κόμβους σε μια πόλη της Κίνας. Προκειμένου να καταγραφούν οι πιθανοί παράγοντες που επηρεάζουν την απόφαση του πεζού να διασχίσει το δρόμο με κόκκινη ένδειξη, η έρευνα για να οδηγηθεί στη συλλογή δεδομένων χωρίζεται σε τρία μέρη.

Το πρώτο μέρος εξετάζει ερωτήματα για τα ατομικά, κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά όπως φύλο, ηλικία, επίπεδο εκπαίδευσης, επάγγελμα και εισόδημα. Το δεύτερο μέρος εξετάζει ερωτήσεις σχετικά με τα χαρακτηριστικά της διάσχισης, όπως ο σκοπός της από αυτό το σημείο, ο απαιτούμενος χρόνος, ο ανεκτός χρόνος αναμονής και το χρονικό διάστημα της κόκκινης ένδειξης. Καθώς ο σκοπός και η ψυχολογία της διάσχισης των πεζών διαφέρουν πολύ σε διαφορετικές χρονικές περιόδους μια ολόκληρη μέρα, εξετάστηκαν τέσσερα διαφορετικά χρονικά τμήματα που είναι τα ξημερώματα, η ημέρα, το απόγευμα και το βράδυ.

Το τρίτο μέρος εξετάζει ερωτήσεις σχετικά με τη στάση των πεζών στον κόμβο και στη διάσχιση όπως: εάν η παρουσία της φωνητικής υπενθύμισης θα επηρεάσει τη συμπεριφορά στη διάσχιση, αν η βιασύνη επηρεάζει τη διάσχιση του δρόμου κατά τη διάρκεια της κόκκινης ένδειξης, αν η κόκκινη ένδειξη διαρκεί για μεγάλο χρονικό διάστημα ενώ ο κυκλοφοριακός φόρτος είναι χαμηλός, αν υπάρχει μεγάλο χρονικό διάστημα της κόκκινης ένδειξης κατά τη διάρκεια διάσχισης ηλικιωμένων ή παιδιών και αν οι ατέλειες των οδικών εγκαταστάσεων θα επηρεάσει τη συμπεριφορά διάσχισης, με τις παραμέτρους αυτές να είναι δυαδικής μορφής.

Για να εξασφαλιστεί η καθολικότητα της δειγματοληψίας, εφαρμόστηκαν τα ακόλουθα κριτήρια για την επιλογή των κόμβων που θα πραγματοποιούνταν οι μετρήσεις: (1) ο κόμβος σηματοδοτείται με φωτεινή ένδειξη πεζών, (2) ο κόμβος να αποτελείται από νησίδα για να πραγματοποιείται στάση των πεζών έτσι ώστε ο ρυθμός ροής των πεζών να είναι μεγάλος και (3) ο κόμβος χωρίς παρουσία αστυνομίας, ώστε να παρατηρείται πιο εύκολα η συμπεριφορά παραβίασης στη κόκκινη ένδειξη. Έτσι επιλέχθηκαν έξι σηματοδοτούμενοι κόμβοι. Η επιτόπια έρευνα διεξήχθη από εννέα άτομα που κρατούν το δελτίο έρευνας. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε περίοδο αιχμής (από τις 7:30 έως τις 8:30 π.μ. από τις 11:30 π.μ. έως τις 12:30 μ.μ. από τις 6:00 έως τις 7:00 μ.μ.), δύο καθημερινές και σαββατοκύριακα από τον Μάιο έως τον Ιούνιο. Κατά τη διάρκεια της έρευνας, ζητήθηκε από τους πεζούς που συμμετείχαν, να συμπληρώσουν ένα ερωτηματολόγιο. Στην ανάλυσή, η μεταβλητή για τη μοντελοποίηση πεζών και τη συμπεριφορά τους με κόκκινη ένδειξη είναι δυαδική: διάσχιση με κόκκινη ένδειξη και διάσχιση με πράσινη ένδειξη. Έτσι, σχεδιάστηκαν διωνυμικά λογιστικά μοντέλα.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν αφορούν τα χαρακτηριστικά διάσχισης και δείχνουν ότι, (α) οι πεζοί που <<δεν βιάζονται>> είναι πιο πιθανό να έχουν συμπεριφορά ασφαλούς διάσχισης και (β) οι πεζοί είναι πιο πιθανό να παραβιάσουν τη κόκκινη ένδειξη το απόγευμα και το βράδυ. Όσον αφορά την στάση των πεζών κατά τη διάρκεια της κόκκινης ένδειξης διακρίνονται σε, (α) πεζούς που επηρεάζονται από την ποιότητα των οδικών εγκαταστάσεων, (β) πεζούς που βιάζονται είναι πιο πιθανό να παραβιάσουν τη κόκκινη ένδειξη.

Πίνακας 2.1 Στόχος και χαρακτηριστικά δείγματος ερευνών

ΕΡΕΥΝΑ	ΣΤΟΧΟΣ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ
Pedestrian red-light violation at signalised intersection crosswalks: Influence of social and non-social factors.	Να διερευνήσει την επιρροή των κοινωνικών παραγόντων στην παραβίαση των κόκκινων ενδείξεων φωτεινής σηματοδότησης των πεζών σε σύγκριση με τους μη κοινωνικούς παράγοντες.	Μη κοινωνικά χαρακτηριστικά (όπως η κυκλοφορία και οι οδικές υποδομές), τα κοινωνικά χαρακτηριστικά (όπως ο όγκος αριθμού των πεζών σε μια ομάδα που προσπαθούν να περάσουν κατά τη φάση της κόκκινης ένδειξης) και τα χαρακτηριστικά των πεζών (όπως το φύλο, η ηλικία και η ταχύτητα βάδισης).
Pedestrian violations crossing behavior at signal intersections: A case study in Anning District of Lanzhou	Ο χαρακτηρισμός της παραβίασης πεζών όσον αφορά τη συμπεριφορά τους στους κόμβους.	Ηλικία, φύλο, μέγεθος ομάδας, ένδειξη αντίστροφης μέτρησης, χρόνος αναμονής για πεζούς, χρόνος πράσινης ένδειξης για πεζούς, μήκος διάβασης, κυκλοφοριακός φόρτος και αριθμός πεζών που περιμένουν στην αρχή της διάβασης.
Non-compliance with pedestrian traffic lights in Belgian cities	Η διερεύνηση της συχνότητας παραβίασης της κόκκινης ένδειξης από πεζούς στις εννέα πιο πυκνοκατοικημένες πόλεις του Βελγίου και μια γενική εκτίμηση του εύρους αυτού του προβλήματος σε σχέση με το φόρτο των πεζών, με τα χαρακτηριστικά υποδομής (π.χ. ποιότητα οδικής σήμανσης) και με τα χαρακτηριστικά κατάστασης (π.χ. χρόνος, ημέρα).	Ο αριθμός των οχημάτων, ο αριθμός λωρίδων ανά κατεύθυνση, η παρουσία/απουσία λωρίδας τραμ ή λεωφορείων, στάσης δημόσιας συγκοινωνίας δηλαδή τραμ/ λεωφορείου, κουμπιού στους φωτεινούς σηματοδότες, οπτικού μηνύματος, ακουστικού μηνύματος (δηλαδή υποστήριξη για άτομα με αναπηρία όρασης), η ποιότητα οδικής σήμανσης πεζών (καλή/κακή) και παρουσία γειτονικών κόμβων.
Roles of personal and environmental factors in the red light running propensity of pedestrian: Case study at the urban crosswalks	Ο εντοπισμός των παραγόντων που περιλαμβάνουν ατομικά χαρακτηριστικά του πεζού, συμπεριφορές άλλων πεζών, κατάσταση κυκλοφορίας, χρόνο σηματοδότησης και οδικό περιβάλλον, που επηρεάζουν την απόφαση του πεζού για παραβίαση της κόκκινης ένδειξης φωτεινής σηματοδότησης.	Τα δημογραφικά και κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά του πεζού (φύλο - ηλικία). Η κυκλοφορία και ο γεωμετρικός σχεδιασμός, όπως ο αριθμός των λωρίδων κυκλοφορίας, το μήκος διάβασης πεζών, η ταχύτητα οχήματος που πλησιάζει, ο φόρτος οχημάτων, ο διαθέσιμος χρόνος κενού.
Red light violations by adult pedestrians and other safety-related behaviors at signalized crosswalks	Να καλύψει τα κενά που υπάρχουν στην έρευνα για ενήλικες πεζούς και στη συμπεριφορά τους σε σηματοδοτούμενους κόμβους, συμπεριλαμβανομένου της παραβίασης της κόκκινης ένδειξης, μελετώντας τους ανθρώπινους παράγοντες υπό τρεις πτυχές: α) τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των πεζών β) τα κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά γ) τα γενικά πρότυπα κινητικότητας των πεζών.	Τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των ατόμων (ηλικία και φύλο), το μέγεθος της ομάδας, η παρουσία σταθμευμένων οχημάτων και η πυκνότητα κυκλοφορίας.
Analysis of Pedestrians' Red-light Violation Behavior at Signalized Intersections	Η έρευνα της παραβίασης της κόκκινης ένδειξης φωτεινής σηματοδότησης από τους πεζούς σε σηματοδοτούμενους κόμβους με βάση αντικειμενικούς παράγοντες	Τα ατομικά χαρακτηριστικά, τα χαρακτηριστικά ομάδας και το κυκλοφοριακό περιβάλλον.
Evaluating the effects of external factors on pedestrian violations at signalized intersections (a case study of Mashhad, Iran)	Να μετρήσει την επίδραση του γεωμετρικού σχεδιασμού και τους παράγοντες κυκλοφορίας που οδηγούν στις παραβάσεις των πεζών σε σηματοδοτούμενους κόμβους.	Ατομικά χαρακτηριστικά όπως το φύλο, η ηλικία, το επίπεδο εκπαίδευσης, οι ιδιότητες κυκλοφορίας, η γεωμετρία και ο σχεδιασμός κόμβων.

<p>A Geographical and Temporal Risk Evaluation Method for Red-Light Violations by Pedestrians at Signalized Intersections: Analysis and Results of Suzhou, China</p>	<p>Να μελετήσει την παραβατικότητα πεζών σε ισόπεδους σηματοδοτούμενους κόμβους όσον αφορά κινδύνους χρονικά και γεωγραφικά.</p>	<p>Τα χαρακτηριστικά των πεζών, οι συνθήκες κυκλοφορίας, το κυκλοφοριακό περιβάλλον και οι υποδομές οδικού δικτύου.</p>
<p>Analysis of Red-Light Violation Behavior of Pedestrian Two Stage Crossing at a Signalized Intersection</p>	<p>Ο σχεδιασμός ενός μοντέλου για την παρουσίαση της συμπεριφοράς των πεζών στην κόκκινη ένδειξη φωτεινού σηματοδότη και η ανάλυση των χαρακτηριστικών της συμπεριφοράς παραβίασης σε κόμβο με δρόμο αμφίδρομης κατεύθυνσης με 3 λωρίδες ανά κατεύθυνση και με νησίδα στη μέση.</p>	<p>Τα ατομικά χαρακτηριστικά, όπως η ηλικία και το φύλο.</p>
<p>Red light violation and pedestrians' modal salient beliefs about unsafe road crossing behavior: a qualitative study</p>	<p>Η έρευνα όσον αφορά τη διάσχιση του δρόμου σε έναν κόμβο ενώ η ένδειξη είναι κόκκινη για τον πεζό.</p>	<p>Ο σχεδιασμός του κόμβου και η ποικιλομορφία των συμμετεχόντων (όσον αφορά την ηλικία, το φύλο, την εκπαίδευση, το επάγγελμα, την οικογενειακή κατάσταση και την κατάσταση διάσχισης στους κόμβους με σηματοδότηση)</p>
<p>Exploring factors affecting pedestrians' red-light running behaviors at intersections in China</p>	<p>Η διερεύνηση των παραγόντων που επηρεάζουν τη συμπεριφορά των πεζών στην κόκκινη ένδειξη φωτεινού σηματοδότη χρησιμοποιώντας δεδομένα που συλλέγονται σε κόμβους σε μια πόλη της Κίνας.</p>	<p>Ατομικά-κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά όπως φύλο ηλικία, επίπεδο εκπαίδευσης, επάγγελμα και εισόδημα. Χαρακτηριστικά διάσχισης, όπως ο σκοπός της διάσχισης από αυτό το σημείο, ο απαιτούμενος χρόνος, ο ανεκτός χρόνος αναμονής και το χρονικό διάστημα της κόκκινης ένδειξης.</p>
<p>Analysis and Prediction of Pedestrians' Violation Behavior at the Intersection Based on a Markov Chain</p>	<p>Η μελέτη της πιθανότητας, οι πεζοί να διασχίζουν παράνομα τη διάβαση πεζών σε σηματοδοτούμενους κόμβους από την οπτική της ψυχολογίας του πλήθους.</p>	<p>Το οδικό περιβάλλον που αφορά το μήκος και το πλάτος της διάβασης πεζών και της περιοχής αναμονής, τον αριθμό των λωρίδων κυκλοφορίας, το κύκλο σήματος και της διάρκειας της κόκκινης ένδειξης, οι εγκαταστάσεις διάσχισης και η κυκλοφοριακή κατάσταση.</p>
<p>Random parameter probit models to analyze pedestrian red-light violations and injury severity in pedestrian-motor vehicle crashes at signalized crossing</p>	<p>Η αξιολόγηση της συσχέτισης μεταξύ των παραγόντων κινδύνου, των παραβιάσεων της κόκκινης ένδειξης των πεζών και της σοβαρότητας τυχών τραυματισμών πεζών.</p>	<p>Τα ατομικά χαρακτηριστικά (ηλικία, φύλο), οι οδικές/κυκλοφοριακές συνθήκες και οι καιρικές/χρονικές συνθήκες.</p>

Πίνακας 2.2 Τρόπος συλλογής και τρόπος ανάλυσης των στοιχείων από κάθε έρευνα

ΕΡΕΥΝΑ	ΤΡΟΠΟΣ ΣΥΛΛΟΓΗΣ	ΤΡΟΠΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ
Pedestrian red-light violation at signalised intersection crosswalks: Influence of social and non-social factors.	Επιτόπια έρευνα και βιντεοπαρατήρηση	Το λογισμικό «AVS video editor»
Pedestrian violations crossing behavior at signal intersections: A case study in Anning District of Lanzhou	Βιντεοπαρατήρηση	Το λογισμικό «AVS video editor»
Non-compliance with pedestrian traffic lights in Belgian cities	Βιντεοκάμερα, δύο χειροκίνητοι μηχανικοί μετρητές	Λογαριθμικό γραμμικό μοντέλο μικτών επιδράσεων
Roles of personal and environmental factors in the red light running propensity of pedestrian: Case study at the urban crosswalks	Βιντεοπαρατήρηση	Διαδική παλινδρόμηση, logit
Red light violations by adult pedestrians and other safety-related behaviors at signalized crosswalks	Μέθοδος επιτόπιας παρατήρησης και ερωτηματολόγιο	Με συντελεστές Phi, η δυαδική λογιστική παλινδρόμηση
Analysis of Pedestrians' Red-light Violation Behavior at Signalized Intersections	Βιντεοπαρατήρηση	Μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης
Evaluating the effects of external factors on pedestrian violations at signalized intersections (a case study of Mashhad, Iran)	Βιντεοπαρατήρηση	Μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης
A Geographical and Temporal Risk Evaluation Method for Red-Light Violations by Pedestrians at Signalized Intersections: Analysis and Results of Suzhou, China	Επιτόπια έρευνα και βιντεοπαρατήρηση	Μοντέλο πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης
Analysis of Red-Light Violation Behavior of Pedestrian Two Stage Crossing at a Signalized Intersection	Επιτόπια έρευνα και βιντεοπαρατήρηση	Μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης
Red light violation and pedestrians' modal salient beliefs about unsafe road crossing behavior: a qualitative study	Ερωτηματολόγιο	Μέθοδος δόμησης και δημιουργίας
Exploring factors affecting pedestrians' red-light running behaviors at intersections in China	Ερωτηματολόγιο	Το διωνυμικό λογιστικό μοντέλο
Analysis and Prediction of Pedestrians' Violation Behavior at the Intersection Based on a Markov Chain	Επιτόπια έρευνα και βιντεοπαρατήρηση	Μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης
Random parameter probit models to analyze pedestrian red-light violations and injury severity in pedestrian-motor vehicle crashes at signalized crossing	Δόθηκαν δεδομένα από το τμήμα Μεταφορών	Δύο μοντέλα τυχαίων παραμέτρων probit: ένα για παραβιάσεις κόκκινης ένδειξης των πεζών και το άλλο για σοβαρότητα τραυματισμού πεζών

2.3.2 Γενικά συμπεράσματα

Όπως έχει σημειωθεί η παραβίαση της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη είναι μια από τις κυριότερες παραβάσεις των οδηγών και σχετίζονται με πρόκληση οδικών ατυχημάτων. Η παρουσία φωτεινών σηματοδοτών σε κόμβους με χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο συμβάλλει στην παραβίαση της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη και κατά συνέπεια στην αύξηση της πιθανότητας να σημειωθεί κάποιο ατύχημα.

Η έρευνα των Mitra και Mukherjee (2020) αποσκοπούσε στην αξιολόγηση της συσχέτισης μεταξύ των παραγόντων κινδύνου και των παραβιάσεων της κόκκινης ένδειξης φωτεινού σηματοδότη των πεζών και της σοβαρότητας τραυματισμού τους.

Επισημαίνει ότι οι παράγοντες που σχετίζονται με τη συμπεριφορά παραβατικότητας των πεζών κατά τη διάσχιση ενός δρόμου είναι τα ατομικά χαρακτηριστικά (ηλικία, φύλο), οι οδικές/κυκλοφοριακές συνθήκες και οι καιρικές/χρονικές συνθήκες. Σύμφωνα με αυτή την έρευνα τα παιδιά διατρέχουν υψηλό κίνδυνο, καθώς όχι μόνο η μεταβλητή της ηλικίας των παιδιών ηλικίας μικρότερης των 11 ετών αύξησε την πιθανότητα παραβίασης της κόκκινης ένδειξης πεζών, αλλά αύξησε επίσης τη σοβαρότητα τραυματισμού των πεζών. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν δεν περιλαμβάνουν μεταβλητές για τη σωματική και ψυχική κατάσταση των πεζών (π.χ. ταχύτητα περπατήματος και ικανότητα προσοχής), τις συνθήκες οδοστρώματος και κυκλοφορίας (π.χ. όγκος κυκλοφορίας, ταχύτητα των πλησιέστερων αυτοκινήτων και λεπτομερείς πληροφορίες σηματοδότησης) και την αντίληψη κινδύνου του οδηγού (π. χ. επιθετική συμπεριφορά και τρόπος ζωής κινδύνου).

Σύμφωνα με την διερεύνηση των Jonanovic και Matonic (2022), μεταξύ πολλών χαρακτηριστικών των πεζών, το φύλο παίζει σημαντικό ρόλο. Οι άνδρες είναι πιο πιθανό να συμμετέχουν σε παραβιάσεις από τις γυναίκες. Ο Χαμέντ (2001), τεκμηρίωσε ότι οι άνδρες είναι 2,6 φορές πιο αναμενόμενο από τις γυναίκες να έχουν μικρότερους χρόνους αναμονής σε σηματοδοτούμενους κόμβους στην Ιορδανία. Αρκετά άλλοι ερευνητές όπως οι Rosenbloom et al. (2009), Tiwari et al, (2007), οι Mukherjee και Mitra (2017) έκαναν επίσης παρόμοιες παρατηρήσεις. Ο Marisamynathan και Vedagiri (2018) σχολίασαν ότι οι άνδρες πεζοί τείνουν να μην υπακούουν στις ενδείξεις του φωτεινού σηματοδότη σε σχέση με τις γυναίκες πεζούς και είναι πιο πιθανό να διασχίσουν τη διάβαση πεζών σε επικίνδυνες συνθήκες. Από την άλλη πλευρά, οι γυναίκες πεζοί είναι πιο ευαίσθητοι χρήστες, στην αντίληψη κινδύνου και έτσι αποφεύγεται η διάσχιση του δρόμου κατά τη διάρκεια της κόκκινης φάσης.

Κοινωνικό-δημογραφικά χαρακτηριστικά όπως η τοποθεσία κατοικίας των πεζών και η επαγγελματική τους κατάσταση έχει σημαντική επιρροή στη συνολική συμπεριφορά παραβίασης κόκκινης ένδειξης σε έναν κόμβο. Τα αποτελέσματα από μια έρευνα έδειξαν ότι το ποσοστό του φοιτητικού πληθυσμού είναι υψηλό στις παραβιάσεις της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη. Ο Zhang et al. (2016) διαπίστωσαν επίσης ότι στην Κίνα, το ποσοστό παραβίασης της ένδειξης από μαθητές προσεγγίζει το 80%. Όπως παρατηρήθηκε από άλλους ερευνητές, γενικά, οι νέοι έχουν μια πιο θετική στάση να διαπράττουν παραβιάσεις (Brousseau et al., 2013), επιπλέον οι Chen et al. (2017) διαπίστωσαν ότι οι νέοι ενήλικες συνδέονταν με την υψηλότερη πιθανότητα παραβίασης ή συμπεριφοράς ανάληψης κινδύνων στην Κίνα.

Ενδιαφέρον, επιπροσθέτως αποτελεί ο τρόπος μεταφοράς των πεζών, καθώς παρατηρήθηκε ότι αποτελεί έναν από τους παράγοντες που οδηγούν στην παραβίαση της κόκκινης ένδειξης φωτεινού σηματοδότη. Για παράδειγμα, ένας πεζός που πρόκειται να εξυπηρετηθεί από ένα δημόσιο λεωφορείο, είναι πιο πιθανό να παραβιάσει την ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη, κυρίως λόγω του φόβου του να προλάβει το λεωφορείο και να μην περιμένει για μεγάλο χρονικό διάστημα το επόμενο. Αυτό επηρεάζεται επίσης από την έλλειψη πληροφοριών σχετικά με την άφιξη του επόμενου λεωφορείου, την απουσία καθορισμένων εγκαταστάσεων στάσης λεωφορείου και τη σωστή πρόσβαση στις στάσεις των λεωφορείων, καθιστώντας τους πεζούς σε κίνδυνο.

Με βάση την έρευνα των Biswas και Ghosh (2017) η ασφάλεια των πεζών εξαρτάται, μεταξύ άλλων παραγόντων, από τη συμπεριφορά τους κατά τη διάσχιση του δρόμου. Ένας από τους παράγοντες είναι το φύλο καθώς οι γυναίκες πεζοί είναι πιο πιθανό να διασχίσουν ενώ συνομιλούν με άλλους πεζούς, λιγότερο πιθανό να διασχίσουν με την κόκκινη ένδειξη και πιο πιθανό να περπατήσουν πιο αργά από τους άνδρες πεζούς, οι οποίοι ενδεχομένως να ξεκινήσουν παράνομα σε σύγκριση με τις γυναίκες πεζούς. Συνολικά, διαπιστώθηκε ότι οι γυναίκες πεζοί συμμορφώνονται περισσότερο με τους κανονισμούς κυκλοφορίας και ότι δείχνουν μια πιο θετική στάση και συμπεριφορά σε σχέση με τους κανονισμούς κυκλοφορίας των πεζών από τους άνδρες πεζούς. Η οδική ασφάλεια των πεζών εξαρτάται από την ταχύτητα διάσχισης του πεζού και από τη συμπεριφορά τους, η οποία βασίζεται στις πεποιθήσεις, την κουλτούρα, τις αντιλήψεις και τη στάση τους. Η ηλικία κατέχει σημαντικό ρόλο στην παραβίαση της κόκκινης ένδειξης φωτεινού σηματοδότη καθώς, οι ενήλικες πεζοί έχουν το μεγαλύτερο ποσοστό παραβίασης της κόκκινης ένδειξης σε σύγκριση με νέους και ηλικιωμένους.

Οι σηματοδοτούμενες διαβάσεις, επιπλέον ανάλογα με την τοποθεσία τους, μπορεί να ευθύνονται για την έκθεση των πεζών στον κίνδυνο, όπως σε οδικούς κόμβους ή σε μεσαία τετράγωνα (δηλ. στο μεσαίο τμήμα του δρόμου). Διαπιστώθηκε, ακόμη, ότι η μεγάλη χρονική διάρκεια της κόκκινης ένδειξης των πεζών και οι στενότεροι δρόμοι τείνουν να ενθαρρύνουν τους πεζούς να διασχίζουν το δρόμο με κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη.

Στο πλαίσιο αυτό, από τις εκτεταμένες προσπάθειες για τη διερεύνηση των παραγόντων που επηρεάζουν την παραβίαση πεζών στη διάρκεια της κόκκινης ένδειξης φωτεινού σηματοδότη, οι παράγοντες μπορεί να χωριστούν σε εσωτερικούς-ανθρώπινους και εξωτερικού περιβάλλοντος.

Εσωτερικοί – Ανθρώπινοι παράγοντες επιρροής σε παραβιάσεις κόκκινης ένδειξης φωτεινού σηματοδότη:

- Ηλικιακή ομάδα → παιδιά, νέοι, ενήλικες, μεσήλικες, ηλικιωμένοι
- Φύλο → άνδρας, γυναίκα
- Συμπεριφορά Πεζού → η ψυχολογία, οι πεποιθήσεις, η κουλτούρα, οι αντιλήψεις και η στάση του.
- Επίπεδο Εκπαίδευσης
- Τρόπος Διέλευσης → ατομικά ή ομαδικά.
- Σκοπός Διέλευσης → για εργασία, προς σχολείο-πανεπιστήμιο, για αγορά αγαθών.
- Τρόπος Μεταφοράς → μετακίνηση με λεωφορείο, ταξί, ΙΧ, ποδήλατο.
- Μεταφορά Αγαθών
- Ταχύτητα Βάδισης Πεζού
- Χρήση Κινητού/ Ακουστικών
- Αριθμός πεζών που διέσχισαν το δρόμο με κόκκινη ένδειξη πριν τον/την πεζό.

Παράγοντες Εξωτερικού Περιβάλλοντος που συμβάλλουν σε παραβιάσεις κόκκινης ένδειξης φωτεινού σηματοδότη:

- Χαρακτηριστικά Υποδομών → Κατηγορία κόμβου, χώρος στάθμευσης, παρουσία διάβασης πεζών, νησίδας, σήμανσης, φωτεινού σηματοδότη, στάσεων δημόσιας συγκοινωνίας, αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας, συνθήκες φωτισμού, ποιότητα οδικής σήμανσης.
- Συνθήκες Κυκλοφορίας → όρια ταχύτητας, κυκλοφοριακός φόρτος οχημάτων και πεζών.

- Διάρκεια κύκλου φωτεινού σηματοδότη → Διάρκεια κόκκινης/πράσινης ένδειξης πεζών και οχημάτων, διαθέσιμος χρόνος κενού
- Ένδειξη αντίστροφης μέτρησης φωτεινού σηματοδότη
- Χρήση γης της περιοχής → περιοχή κατοικημένη, εμπορική, με γραφεία.
- Καιρικές συνθήκες → ήλιος, βροχή.
- Χρονική στιγμή ημέρας → πρωί, μεσημέρι, βράδυ.

3. ΕΡΕΥΝΑ ΠΕΔΙΟΥ

3.1 Εισαγωγή

Με την ευρεία έννοια της λέξης έρευνα, ο ορισμός της περιλαμβάνει τη συλλογή πληροφοριών και δεδομένων για την πρόοδο της γνώσης. Πρόκειται για τη διαδικασία εύρεσης λύσεων σε επιστημονικά και κοινωνικά προβλήματα μέσω αντικειμενικής, εξακριβωμένης και συστηματικής ανάλυσης.

Στο τομέα των συγκοινωνιολόγων ένα από τα πιο σημαντικά στάδια είναι η συλλογή δεδομένων. Για τη συλλογή δεδομένων οι μέθοδοι μέτρησης μπορεί να ταξινομηθούν σε αυτές που διεξάγονται από παρατηρητές και σε αυτές που διεξάγονται αυτόματα από εξειδικευμένο εξοπλισμό (Φραντζεσκάκης, κ.α., 2009). Σε κάθε περίπτωση χρησιμοποιούνται διάφορες τεχνολογίες μέτρησης, όπως: σημειακές κυκλοφοριακές μετρήσεις (π.χ. με ανιχνευτές, κάμερες, αισθητήρες τύπου radar/laser/infrared), μετρήσεις διαδρομής (π.χ. με χρήση ανίχνευσης Bluetooth, ανάγνωση πινακίδας κυκλοφορίας, GPS, κινητά τηλέφωνα) και έρευνες πεδίου (ερωτηματολόγιο, road side surveys) (Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015).

Για τη συλλογή δεδομένων στο πεδίο για την εν λόγω διπλωματική εργασία έγινε χρήση βιντεοκάμερας καθώς επίσης και επί τόπου παρατηρήσεις για τον υπολογισμό των απαιτούμενων παραμέτρων. Η χειροκίνητη καταγραφή δεδομένων είναι απαραίτητη για την έρευνα, καθώς θα ήταν ανεπαρκής η πλήρης κατανόηση των συμβάντων, των χαρακτηριστικών της περιοχής αν χρησιμοποιούταν αποκλειστικά η βιντεοκάμερα για τις ανάγκες της έρευνας πεδίου.

3.2 Επιλογή κόμβων μελέτης

Η τοποθεσία διεξαγωγής της έρευνας πεδίου καθορίστηκε από μία ομάδα κριτηρίων που επιτρέπουν τη σύντομη και επιτυχή συλλογή των δεδομένων. Το πρώτο και σημαντικότερο κριτήριο είναι ο φόρτος των πεζών, ώστε να εξασφαλισθεί η καλύτερη δυνατή δειγματοληψία στο συντομότερο δυνατό χρονικό διάστημα. Επιπρόσθετα, η τοποθεσία αυτή πρέπει να χωροθετηθεί στο κέντρο του αστικού ιστού, με σκοπό τόσο να ικανοποιηθεί το προηγούμενο κριτήριο του φόρτου των πεζών, όσο και οι πεζοί να είναι εξοικειωμένοι με την περιοχή, ώστε να εξαχθούν πιο αξιόπιστα αποτελέσματα.

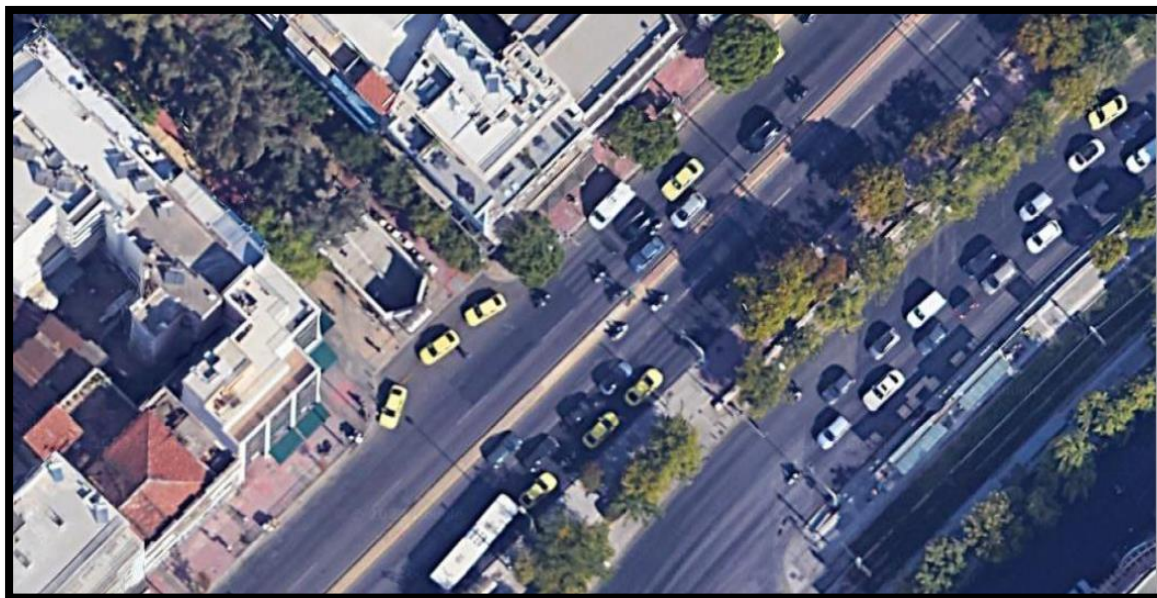
Σε συνδυασμό με τα παραπάνω, πρέπει να ορισθούν, επιπλέον, κριτήρια οδικής ασφάλειας των πεζών, όπως η ύπαρξη ή μη φωτεινού σηματοδότη αντίστροφης μέτρησης, ο τύπος του κόμβου (π.χ. τετρασκελής ή τρισκελής) και ο τύπος της οδού (π.χ. συλλεκτήρια ή τοπική οδός). Σύμφωνα με τους Galanis, et al. (2017), οι σηματοδοτούμενοι κόμβοι σημειώνουν υψηλότερα επίπεδα οδικής ασφάλειας, καθώς σε αυτούς παρατηρούνται τα λιγότερα σοβαρά οδικά ατυχήματα στα οποία εμπλέκονται ευάλωτοι χρήστες και συγκεκριμένα πεζοί. Οι ίδιοι μάλιστα, αναφέρουν σε έρευνά τους που έλαβε χώρα στο Βόλο, μια ελληνική πόλη μεσαίου μεγέθους, ότι στις κύριες αρτηρίες αστικών περιοχών σημειώνονται τα υψηλότερα ποσοστά πεζών που υιοθετούν «νόμιμη» συμπεριφορά κατά την πεζή μετακίνηση (ποσοστά της τάξης του 91,8%). Αντιθέτως, τα αντίστοιχα χαμηλότερα ποσοστά (της τάξης του 53,7%) παρατηρήθηκαν στις τοπικές οδούς, γεγονός που, σύμφωνα με τους ερευνητές, αιτιολογείται από τα χαμηλά επίπεδα κυκλοφοριακής ροής οχημάτων, την κακή συντήρηση και τα προβλήματα κινητικότητας που χαρακτηρίζουν τις υποδομές πεζής μετακίνησης των οδών αυτών.

Οι τρεις κόμβοι που επιλέχθηκαν, λοιπόν για τη διεξαγωγή της έρευνας πεδίου ήταν οι Λεωφόρος Ανδρέα Συγγρού – Δράκου, Λεωφόρος Ποσειδώνος – Νηρηϊδων και Λεωφόρος Μεσογείων – Κονδυλάκη, οι οποίοι παρουσιάζουν παρεμφερή χαρακτηριστικά, τοποθετούνται σε κεντρικές οδικές

αρτηρίες του Λεκανοπεδίου της Αθήνας και αποτελούνται από τρεις λωρίδες κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση. Από τους τρεις κόμβους που επιλέχθηκαν, ο ένας επιλέχθηκε ώστε να αποτελούνταν από διάβαση με φωτεινή σηματοδότηση αντίστροφης μέτρησης (Λ. Ανδρέα Συγγρού) και οι άλλοι δυο κόμβοι χωρίς φωτεινή σηματοδότηση αντίστροφης μέτρησης.

3.2.1 Κόμβος Λ. Ανδρέα Συγγρού - Δράκου

Η αρχική τοποθεσία που επιλέχθηκε να λάβει χώρα η έρευνα πεδίου, ήταν ο κόμβος της Λεωφόρου Ανδρέα Συγγρού με Δράκου. Ο κόμβος αυτός βρίσκεται στο νότιο τμήμα του Δήμου Αθηναίων στα όρια των συνοικιών του Νέου Κόσμου και Κουκάκι. Είναι σημείο από το οποίο διέρχονται τα οχήματα από/προς το Κέντρο της Αθήνας και από/προς τα Νότια προάστια (Καλλιθέα, Νέα Σμύρνη, Παλιό Φάληρο, Άλιμο, Γλυφάδα) και τον Πειραιά.



Εικόνα 3.1: Κόμβος Λ. Ανδρέα Συγγρού – Δράκου (Πηγή: Google Satellite)

Οι λόγοι επιλογής της συγκεκριμένης τοποθεσίας ήταν, βάσει των παρακάτω:

- Ο μεγάλος φόρτος πεζών στην περιοχή, λόγω του σταθμού μετρό, της διέλευσης αρκετών λεωφορειακών γραμμών από/προς τις περιοχές των νοτίων προαστίων και της Αθήνας, του Πάντειου και Χαρακόπειου Πανεπιστημίου που βρίσκονται στην Καλλιθέα σε απόσταση 850 μέτρα και 2 χιλιόμετρα αντίστοιχα. Όλα αυτά οδηγούν στο γεγονός που επιτρέπει την εύκολη και γρήγορη συλλογή των απαραίτητων δεδομένων.
- Η ύπαρξη φωτεινού σηματοδότη με αντίστροφη μέτρηση στον συγκεκριμένο κόμβο.

Όσον αφορά τα χαρακτηριστικά του κόμβου, είναι ένας τρισκελής κόμβος (κόμβος τύπου T) σε περιοχή κατοικημένη, με γραφεία και χώρους εστίασης. Υπάρχει υψηλός φόρτος οχημάτων, παρουσία λωρίδας λεωφορείων, στάσης δημόσιας συγκοινωνίας δηλαδή τραμ/ λεωφορείου/τρόλεϊ, σταθμός μετρό (Συγγρού-Φιξ της Γραμμής 2 Ανθούπολη – Ελληνικό), παρουσία ηλεκτρικού κομβίου στους φωτεινούς σηματοδότες και στη διάβαση της Λ. Ανδρέα Συγγρού υπάρχει ένδειξη χρόνου αντίστροφης μέτρησης φωτεινών σηματοδοτών.

Κύρια αρτηρία (Λ. Ανδρέα Συγγρού)

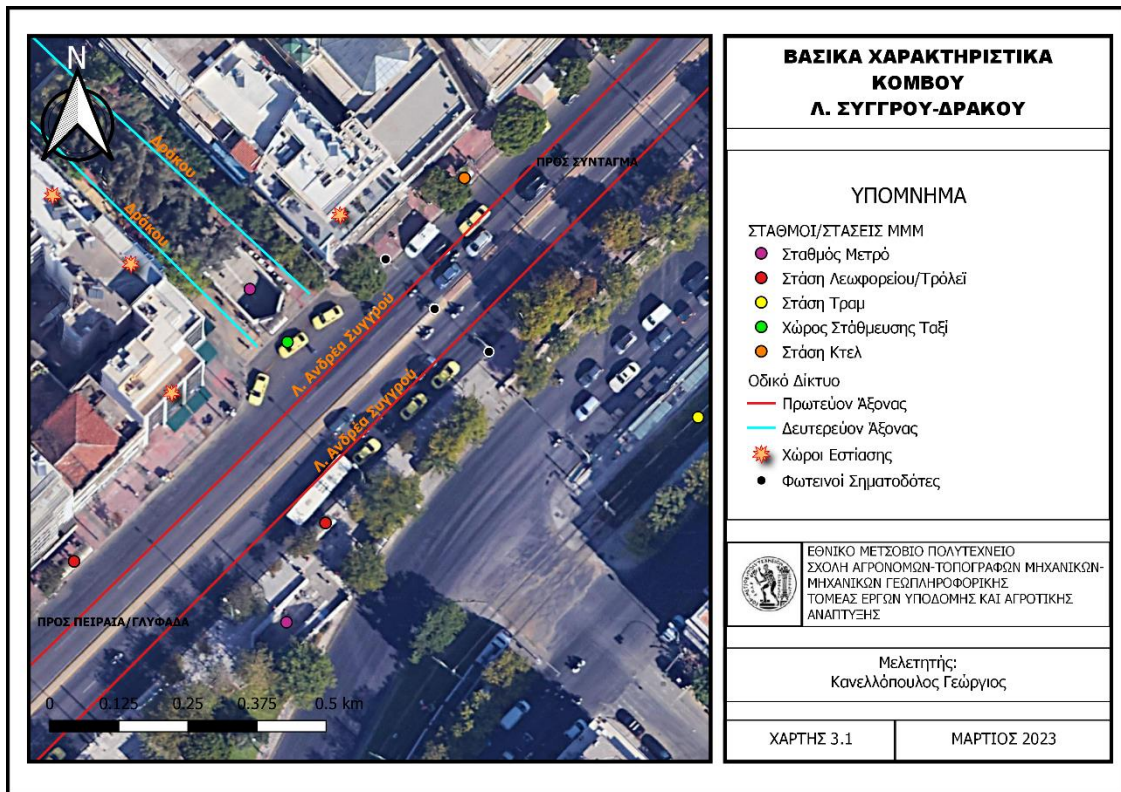
- Αμφίδρομος δρόμος (Όλες οι κινήσεις είναι ευθείες και στις δυο κατευθύνσεις).
- Τρεις λωρίδες κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση με νησίδα ανάμεσα.
- Διάβαση με φωτεινό σηματοδότη αντίστροφης μέτρησης.
- Λωρίδα λεωφορείων
- Απουσία στάθμευσης οχημάτων
- Χώρος στάθμευσης ταξί

Δευτερεύουσα αρτηρία (οδός Δράκου)

- Πεζόδρομος με χώρους εστίασης. Οδηγεί προς το Λόφο Φιλοπάππου και το Κουκάκι, περιοχή με αρκετά καταστήματα εστίασης.



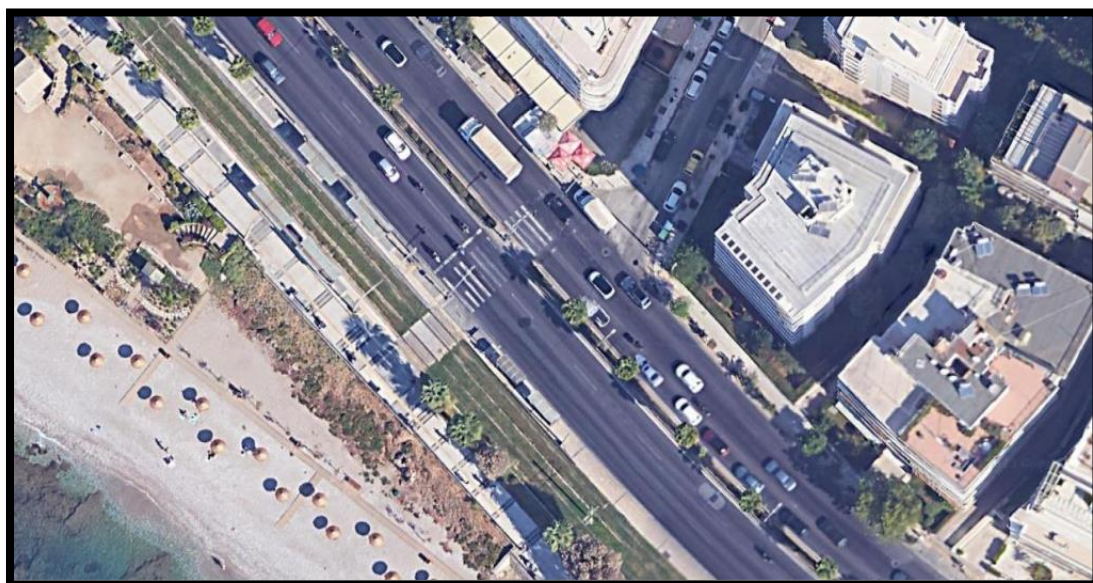
Εικόνα 3.2: Διάβαση της Λ. Ανδρέα Συγγρού



Χάρτης 3.1: Βασικά Χαρακτηριστικά του Κόμβου Λ. Ανδρέα Συγγρού – Δράκου (Πηγή: QGIS)

3.2.2 Κόμβος Λ. Ποσειδώνος – Νηρηίδων

Η δεύτερη τοποθεσία που επιλέχθηκε να λάβει χώρα η έρευνα πεδίου, ήταν ο κόμβος της Λεωφόρου Ποσειδώνος και Νηρηίδων. Ο κόμβος αυτός βρίσκεται στο παραλιακό μέτωπο και πιο συγκεκριμένα στον Δήμο Παλιού Φαλήρου. Είναι σημείο από το οποίο διέρχονται τα οχήματα από/προς το Κέντρο της Αθήνας και τον Πειραιά και από/προς τις περιοχές Άλιμου, Γλυφάδας, Βουλιαγμένης.



Εικόνα 3.3: Κόμβος Λ. Ποσειδώνος – Νηρηίδων (Πηγή: Google Satellite)

Οι λόγοι επιλογής της συγκεκριμένης τοποθεσίας ήταν, βάσει των παρακάτω:

- Ο υψηλός φόρτος πεζών στην περιοχή και ειδικά σε καλές καιρικές συνθήκες με υψηλές θερμοκρασίες, καθώς δίπλα υπάρχει η παραλία Φλοίσβος, σε 550 μέτρα το πάρκο Φλοίσβου και ο μεγάλος σε μήκος παραλιακός πεζόδρομος που αρχίζει από το Φλοίσβο και καταλήγει στη Γλυφάδα. Επίσης, εξαιτίας της θέσης του κόμβου αναμένεται σημαντικός φόρτος ανήλικων πεζών με ή χωρίς τη συνοδεία ενήλικα. Όλα αυτά, λοιπόν, συντελούν στην εύκολη και γρήγορη συλλογή των απαραίτητων δεδομένων.
- Η ύπαρξη φωτεινού σηματοδότη στον συγκεκριμένο κόμβο.

Όσον αφορά τα χαρακτηριστικά του κόμβου, είναι ένας τρισκελής κόμβος (κόμβος τύπου T) σε περιοχή κατοικημένη. Υπάρχει υψηλός φόρτος οχημάτων, παρουσία λωρίδας λεωφορείων, στάσης δημόσιας συγκοινωνίας δηλαδή τραμ/λεωφορείου, παρουσία ηλεκτρικού κομβίου στους φωτεινούς σηματοδότες και στη διάβαση της Λ. Ποσειδώνος δεν υπάρχει ένδειξη χρόνου αντίστροφης μέτρησης στους φωτεινούς σηματοδότες.

Κύρια αρτηρία (Λ. Ποσειδώνος)

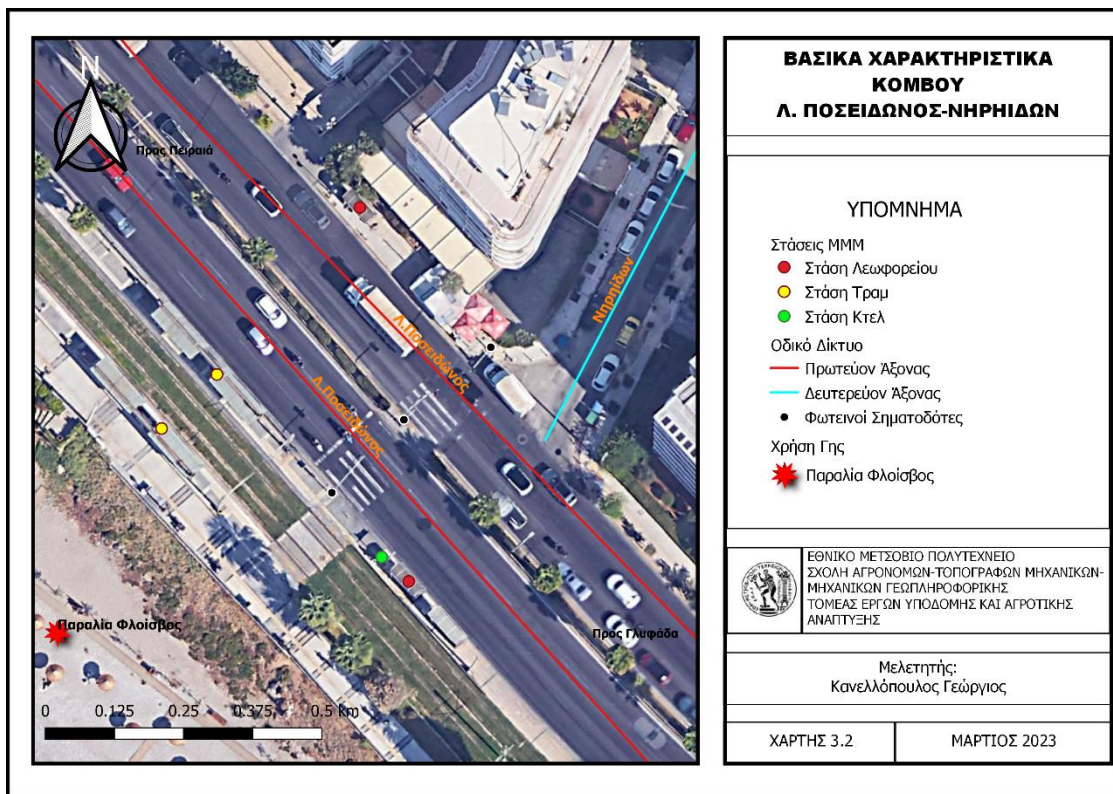
- Αμφίδρομος δρόμος (Όλες οι κινήσεις με κατεύθυνση προς Γλυφάδα είναι ευθείες και με κατεύθυνση προς Πειραιά η αριστερή και η μεσαία λωρίδα είναι ευθείες, ενώ η δεξιά είναι μοιραζόμενη σε ευθεία και δεξιά στροφή).
- Τρεις λωρίδες κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση με νησίδα ανάμεσα.
- Διάβαση με φωτεινό σηματοδότη χωρίς χρόνο αντίστροφης μέτρησης.
- Λωρίδα λεωφορείων
- Απουσία στάθμευσης οχημάτων

Δευτερεύουσα αρτηρία (οδός Νηρηίδων)

- Μονόδρομος μιας λωρίδας κυκλοφορίας (από ανατολικά προς βόρεια)
- Διάβαση χωρίς φωτεινό σηματοδότη
- Απουσία λεωφορείων
- Παρουσία στάθμευσης οχημάτων και στις δυο πλευρές.



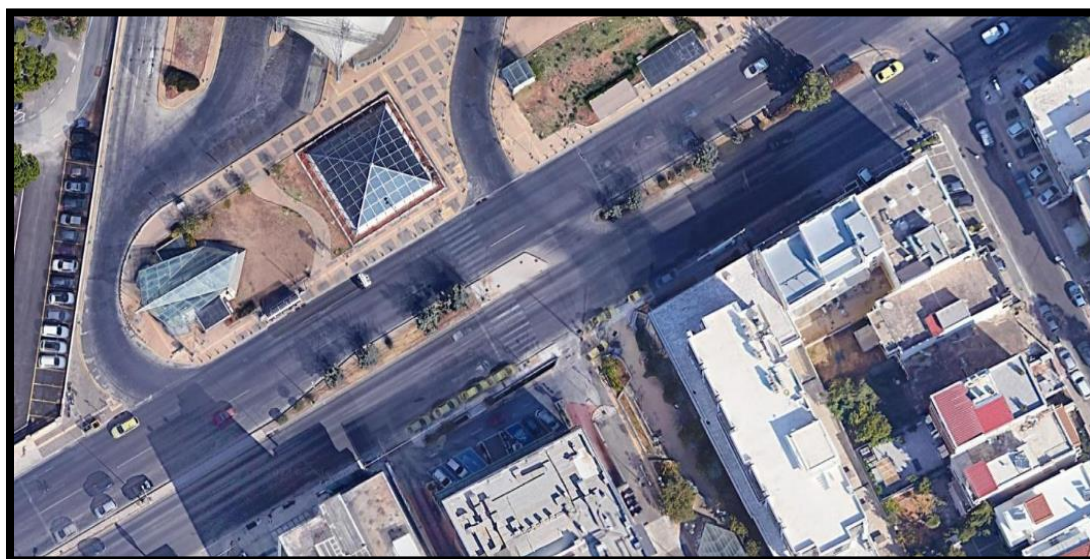
Εικόνα 3.4: Διάβαση της Λ. Ποσειδώνος



Χάρτης 3.2: Βασικά Χαρακτηριστικά του Κόμβου Λ. Ποσειδώνος – Νηρηίδων (Πηγή: QGIS)

3.2.3 Κόμβος Λ. Μεσογείων - Κονδυλάκη

Η τρίτη τοποθεσία που επιλέχθηκε να λάβει χώρα η έρευνα πεδίου, ήταν ο κόμβος της Λεωφόρου Μεσογείων και Κονδυλάκη. Ο κόμβος αυτός βρίσκεται στα βόρεια προάστια, στα σύνορα των δήμων Αγίας Παρασκευής και Χαλανδρίου. Είναι σημείο από το οποίο διέρχονται τα οχήματα από/προς το Κέντρο της Αθήνας και από/προς τις περιοχές Αγίας Παρασκευής, Γέρακα, Ραφήνα, Παιανία.



Εικόνα 3.5: Κόμβος Λ. Μεσογείων – Κονδυλάκη (Πηγή: Google Satellite)

Οι λόγοι επιλογής της συγκεκριμένης τοποθεσίας ήταν, βάσει των παρακάτω:

- Ο μεγάλος φόρτος πεζών στην περιοχή, λόγω της χρήσης της περιοχής, καθώς αποτελεί περιοχή κατοικημένη, με γραφεία, με σχολικές εγκαταστάσεις και εμπορικές χρήσεις. Όλα αυτά συντελούν στην εύκολη και γρήγορη συλλογή των απαραίτητων δεδομένων.
- Η ύπαρξη φωτεινού σηματοδότη στον συγκεκριμένο κόμβο.

Όσον αφορά τα χαρακτηριστικά του κόμβου, είναι ένας τετρασκελής κόμβος σε περιοχή κατοικημένη. Υπάρχει υψηλός φόρτος οχημάτων, παρουσία λωρίδας λεωφορείων, σταθμός μετρό της γραμμής 3 (Νομισματοκοπείο), στάση δημόσιας συγκοινωνίας δηλαδή λεωφορείου, παρουσία ηλεκτρικού κομβίου στους φωτεινούς σηματοδότες και στη διάβαση της Λ. Μεσογείων δεν υπάρχει ένδειξη χρόνου αντίστροφης μέτρησης στους φωτεινούς σηματοδότες.

Κύρια αρτηρία (Λ. Μεσογείων)

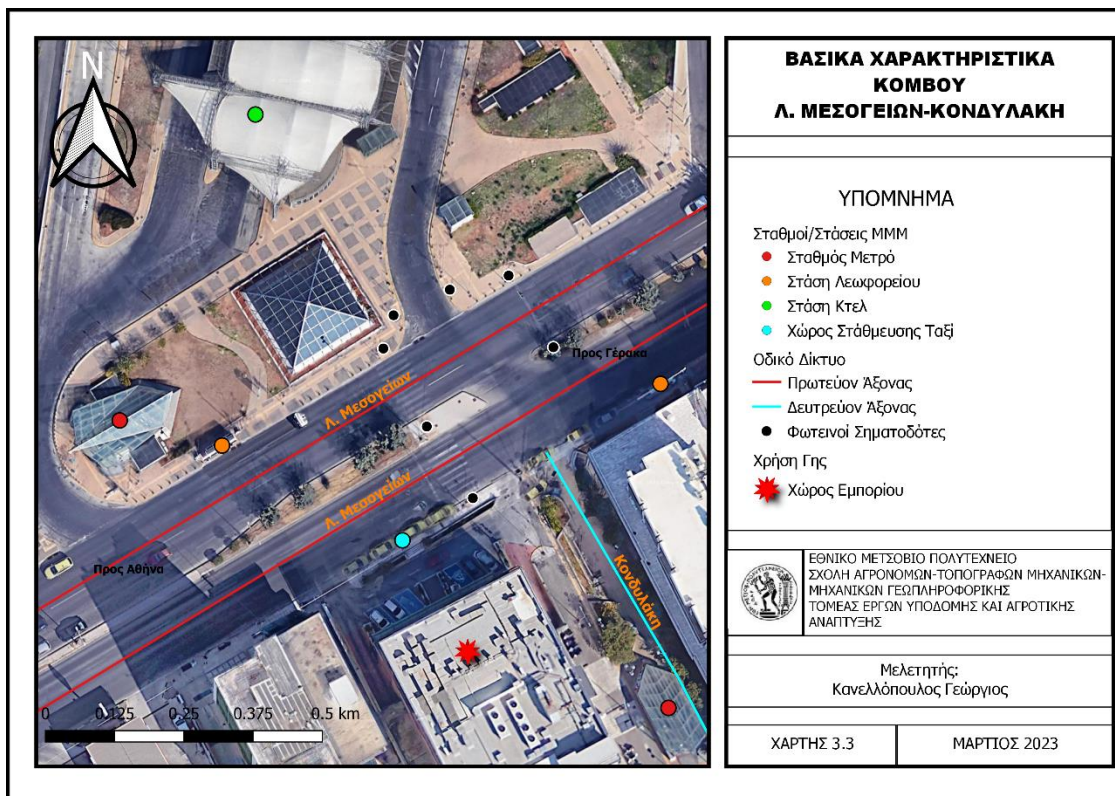
- Αμφίδρομος δρόμος (Όλες οι κινήσεις είναι ευθείες).
- Τρεις λωρίδες κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση με νησίδα ανάμεσα.
- Διάβαση με φωτεινό σηματοδότη χωρίς χρόνο αντίστροφης μέτρησης.
- Λωρίδα λεωφορείων
- Απουσία στάθμευσης οχημάτων

Δευτερεύουσα αρτηρία (οδός Κονδυλάκη)

- Πεζόδρομος. Οδηγεί προς τη περιοχή της Αγίας Παρασκευής και αποτελείται κυρίως από κατοικίες.



Εικόνα 3.6: Διάβαση της Λ. Μεσογείων



Χάρτης 3.3: Βασικά Χαρακτηριστικά του Κόμβου Λ. Μεσογείων – Κονδυλάκη (Πηγή: QGIS)

3.3 Μέθοδος συλλογής δεδομένων

Ο στόχος της παρούσας έρευνας είναι ο προσδιορισμός των παραγόντων που οδηγούν στην παραβατική συμπεριφορά των πεζών σε σηματοδοτούμενους κόμβους. Το συγκεκριμένο ζήτημα έχει εξεταστεί με ποικίλες μεθοδολογικές προσεγγίσεις. Οι συνηθέστερες από αυτές είναι βάσει παρατηρήσεων είτε με παρατήρηση είτε με βιντεοσκόπηση, πειραμάτων σε εικονικό περιβάλλον, έρευνας ερωτηματολογίων και ανάλυσης δεδομένων οδικών ατυχημάτων. Στη συγκεκριμένη εργασία, η προσέγγιση που επιλέγεται είναι συνδυασμός έρευνας με χρήση βιντεοκάμερας και παρατηρήσεων (επί της οδού). Η δομή και το περιεχόμενο της μεθοδολογίας στηρίζονται σε προγενέστερες έρευνες αντίστοιχων θεμάτων λαμβάνοντας υπόψη, ωστόσο, τις κυκλοφοριακές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή μελέτης και τους παράγοντες που καθορίζουν την οδική ασφάλεια των πεζών.

Τα στάδια που αφορούν στον σχεδιασμό της έρευνας είναι τα εξής:

- Στοχοθεσία.
- Προσδιορισμός της ομάδας στόχου και της περιοχής μελέτης. Στην προκειμένη περίπτωση η ομάδα στόχος αποτελείται από τους πεζούς.
- Δειγματοληψία.
- Σχεδιασμός των εντύπων της έρευνας παρατηρήσεων.
- Πιλοτική εφαρμογή των ερευνών παρατηρήσεων.
- Τελική μορφή των εντύπων και εφαρμογή των ερευνών.
- Κωδικοποίηση και επεξεργασία των δεδομένων που συλλέχθηκαν.

3.3.1 Συλλογή δεδομένων μέσω βιντεοκάμερας

Η βιντεοκάμερα που χρησιμοποιήθηκε στις μετρήσεις ήταν η Panasonic SDR-S9. Πρόκειται για μια βιντεοκάμερα με τύπο αισθητήρα CCD μεγέθους οπτικού αισθητήρα 1/6, ανάλυση 0,35 Μpx με αυτόματη εστίαση.

Ο σκοπός της τοποθέτησης της κάμερας κατά τη διάρκεια των μετρήσεων ήταν, ώστε ο παρατηρητής, όταν θα παρακολουθεί το οπτικοακουστικό υλικό, να διακρίνει με ευκρίνεια την ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη καθώς επίσης να μπορεί να καταγράφει τις παραμέτρους που επιθυμεί. Πιο συγκεκριμένα, να καταγράψει την χρονική στιγμή της κόκκινης, κίτρινης και πράσινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη των οχημάτων και την πράσινη, κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη των πεζών, έτσι ώστε να είναι δυνατός ο διαχωρισμός των πεζών σε παραβάτες και μη. Η κάμερα τοποθετήθηκε σε τοιχία κάθε μελετώμενου άξονα ή κρατώντας την στο χέρι, με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι ευδιάκριτος ο φωτεινός σηματοδότης και η διάβαση κάθε άξονα για τον εντοπισμό των χαρακτηριστικών των πεζών (φύλο, ηλικία) και των συνθηκών κυκλοφορίας.

Το σημείο που τοποθετήθηκε η βιντεοκάμερα δεν ήταν σε εμφανές σημείο, διότι σε αυτή την περίπτωση θα μπορούσε να αποθαρρύνει τους πεζούς να συμπεριφερθούν χωρίς κάποια επίδραση στην επιλογή που θα πραγματοποιούσαν χωρίς την παρουσία της βιντεοκάμερας. Ένα τέτοιο γεγονός θα είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της εγκυρότητας των μετρήσεων, καθώς η συμπεριφορά τους θα ήταν πολύ πιθανό να επηρεαστεί από την παρουσία της βιντεοκάμερας. Δηλαδή, οι πεζοί να αλλάξουν την απόφασή τους σχετικά με το αν θα διασχίσουν ή όχι με κόκκινη ένδειξη τον κόμβο.

Με τη χρήση βιντεοκάμερας, αφού μετρήθηκε η διάρκεια κάθε ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη οχημάτων και πεζών, προσδιορίστηκε το κοινό κόκκινο που υπάρχει σε κάθε κόμβο αλλά δεν επηρεάζει τον προαναφερόμενο τρόπο παρατήρησης. Σε κάθε κόμβο όταν ο φωτεινός σηματοδότης των οχημάτων αποκτά κόκκινη ένδειξη τότε ο φωτεινός σηματοδότης των πεζών παραμένει και αυτός με κόκκινη ένδειξη για ένα διάστημα λίγων δευτερολέπτων και δεν γίνεται αυτομάτως πράσινη. Αυτό γίνεται για να δοθεί κάποιο χρονικό διάστημα στο όχημα το οποίο εισήλθε στον κόμβο με κόκκινη ένδειξη φωτεινού σηματοδότη να εξέλθει από αυτή πριν αρχίσει η κίνηση των πεζών για να διασχίσουν τον άξονα.

Οι παράμετροι που προσδιορίστηκαν μέσω του οπτικοακουστικού υλικού ήταν το φύλο και η ηλικία του πεζού, ο αριθμός ανήλικων, ενήλικων πεζών, ο χρόνος που μεσολάβησε από την κόκκινη ένδειξη πεζού μέχρι την πράσινη ένδειξη των οχημάτων, η χρήση κινητού τηλεφώνου, ο αριθμός των παραβατών πεζών, ο τρόπος διάσχισης, ο τρόπος μετακίνησης. Για την καταγραφή των παραπάνω παραμέτρων, ο παρατηρητής του βίντεο σταματούσε το βίντεο στη στιγμή του ενδιαφέροντος και κατέγραφε τις παραμέτρους που τον ενδιέφεραν.

3.3.2 Συλλογή δεδομένων μέσω παρατηρήσεων (επί της οδού)

Η έρευνα παρατηρήσεων αποτελεί έρευνα πεδίου κατά την οποία γίνεται παρατήρηση και καταγραφή των χαρακτηριστικών, αντιδράσεων και συμπεριφορών της ομάδας στόχου (Richardson and Meyburg, 1995). Στη συγκεκριμένη περίπτωση, η έρευνα αποσκοπεί στην παρατήρηση και καταγραφή των δεδομένων αυτών θέτοντας ως ομάδα στόχο τους πεζούς κατά τη διάσχιση της οδού. Απώτερος σκοπός της έρευνας είναι η συσχέτιση των δεδομένων και της διαμόρφωσης συμπεριφοράς με δημογραφικά χαρακτηριστικά και παράγοντες απόσπασης της προσοχής.

Για τη συλλογή δεδομένων μέσω παρατηρήσεων αξιοποιήθηκε ένα έντυπο παρατηρήσεων μέσω του οποίου ο παρατηρητής κατέγραφε τις παραμέτρους που αφορούσαν την ηλικία του πεζού, το φύλο, την ταχύτητα βάρδισης πεζού και την ταχύτητα οχήματος πριν και μετά τη διάσχιση, τον τρόπο διάσχισης (ατομικά ή ομαδικά), τον τρόπο μετακίνησης, τη θέση αναμονής, την παραβατική συμπεριφορά και την διάσχιση άλλων χρηστών της οδού. Σε κάθε κόμβο η συλλογή δεδομένων

παρατήρησης πραγματοποιήθηκε από έναν με δυο ερευνητές, ώστε να κατανεμηθεί πιο εύκολα ο φόρτος καταγραφής των χαρακτηριστικών των πεζών και των παραγόντων επιρροής τους.

Ακολουθως, παρουσιάζεται το έντυπο της έρευνας παρατηρήσεων σύμφωνα με τις μεταβλητές που μελετήθηκαν για κάθε πεζό ξεχωριστά.

Παραβάτες Πεζοί	Φύλο	Ηλικιακή Ομάδα	Ταχύτητα Βάδισης Πεζού	Χρήση Κινητού/ Ακουστικών	Μεταφορά Αγαθών	Συνοδευόμενο ζώο	Άτομο με ειδικές ανάγκες	Διάσχιση με συνοδεία	Συνοδευόμενος πεζός	Αριθμός ενηλίκων	Αριθμός ανηλικών	Αριθμός βρεφών
Διάσχιση (σε σχέση με νησίδα)	Διάσχιση (σε σχέση με διάβαση)	Ταχύτητα οχήματος πριν την διάσχιση	Ταχύτητα οχήματος μετά την διάσχιση	Μετακίνηση (από MMM)	Μετακίνηση (προς MMM)	Μετακίνηση με MMM	Αριθμός Πεζών παραβιάζοντας πριν	Κυκλοφοριακός Φόρτος (οχημάτων)	Κυκλοφοριακός Φόρτος (πεζών)	Χρόνος Εκκίνησης μετά το πράσινο (δλ)	Χρόνος Εκκίνησης πριν το πράσινο (δλ)	
Κόκκινο οχημάτων	Κίτρινο οχημάτων	Πράσινο οχημάτων	Κόκκινο πεζών	Πράσινο πεζών	Διάρκεια φωτεινού σηματοδότη	Παρουσία αντίστροφης μέτρησης	Συγχρονισμός πράσινης ένδειξης	Ωρα ημέρας	Ημέρα	Συνθήκες φωτισμού	Κόμβος	

Εικόνα 3.7: Πίνακας μεταβλητών παρατήρησης

3.4 Παράμετροι Έρευνας

Αρχικά αναλύονται τα γενικά χαρακτηριστικά του δείγματος, αλλά και της περιοχής όπου έλαβε χώρα η έρευνα παρατηρήσεων. Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι η κατανομή των παρατηρήσεων στους σηματοδοτούμενους κόμβους με χρόνο αντίστροφης μέτρησης και χωρίς, η κατανομή των πεζών με το κριτήριο αν διασχίζουν το δρόμο με κόκκινη ένδειξη ή με πράσινη ένδειξη, το πλάτος των οδών όπου έγιναν οι παρατηρήσεις και ο κύκλος του φωτεινού σηματοδότη.

3.4.1 Χαρακτηριστικά Κόμβου

➤ Κατανομή των παρατηρήσεων στους σηματοδοτούμενους κόμβους

Στην ενότητα αυτή εξετάζεται η κατανομή των παρατηρήσεων του δείγματος ανάλογα με το εάν ο κόμβος διαθέτει ή όχι φωτεινό σηματοδότη με αντίστροφη μέτρηση. Το μεγαλύτερο τμήμα των παρατηρήσεων συλλέχθηκε στη Λ. Συγγρού με φωτεινό σηματοδότη αντίστροφης μέτρησης με ποσό στο 55.2% επί του συνόλου των παρατηρήσεων. Αντίστοιχα, οι παρατηρήσεις στους κόμβους με φωτεινό σηματοδότη χωρίς αντίστροφη μέτρηση (Λ. Ποσειδώνος και Λ. Μεσογείων εμφανίζονται με συχνότητα της τάξης του 44,8%. Η διαφορά αυτή οφείλεται στον φόρτο των πεζών, ο οποίος ήταν μεγαλύτερος στη Λ. Συγγρού, λόγω της τοποθεσίας του κόμβου και της εξυπηρέτησης από πολλά Μέσα Μαζικής Μεταφοράς.

Επιπλέον, εξετάζεται η κατανομή των παρατηρήσεων του δείγματος ανάλογα με το εάν οι πεζοί διασχίζουν το δρόμο κατά τη διάρκεια της κόκκινης ένδειξης ή περιμένουν στο πεζοδρόμιο κατά τη διάρκεια της κόκκινης ένδειξης. Με βάση αυτόν τον διαχωρισμό των πεζών εξετάζονται όλοι οι παράγοντες που οδηγούν κάθε πεζό σε παραβατική συμπεριφορά.

➤ **Πλάτος κύριων αξόνων στα σημεία παρατήρησης**

Το πλάτος των κύριων αξόνων με 3 λωρίδες ανά κατεύθυνση, που αποτέλεσαν τα σημεία όπου έλαβαν χώρα οι παρατηρήσεις, κυμαίνεται από 18 – 21μ , δηλαδή το πλάτος κάθε λωρίδας είναι 3μ - 3,5μ και το πλάτος της νησίδας κυμαίνεται από 1-4 μέτρα. Αναλυτικά ο υπολογισμός του συνολικού πλάτους κάθε κύριας αρτηρίας του κόμβου παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 3.1: Υπολογισμός πλάτους κάθε κύριας αρτηρίας κόμβου

Αρτηρίες	Πλάτος κάθε λωρίδας	Πλάτος ανά κατεύθυνση	Πλάτος νησίδας	Συνολικό Πλάτος
Λ. Μεσογείων	3,5 μέτρα	10,5 μέτρα	4 μέτρα	25 μέτρα
Λ. Ποσειδώνος	3 μέτρα	9 μέτρα	2 μέτρα	20 μέτρα
Λ. Συγγρού	3 μέτρα	9 μέτρα	1 μέτρο	19 μέτρα

(Πηγή: Google maps)

➤ **Κύκλος του φωτεινού σηματοδότη για τους πεζούς**

Ο κύκλος του φωτεινού σηματοδότη για τους πεζούς κυμαίνεται από 91-120 δευτερόλεπτα. Όσον αφορά την πράσινη και κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη κυμαίνεται από 10 – 18 δλ. και 73 – 110 δλ αντίστοιχα. Κατά μέσο όρο, επομένως, η πράσινη ένδειξη του σηματοδότη για τους πεζούς κυμαίνεται στα 14,75 δλ. και η κόκκινη στα 98 δλ.

Πίνακας 3.2: Υπολογισμός του κύκλου φωτεινού σηματοδότη

Αρτηρίες	Πράσινη ένδειξη πεζών	Κόκκινη ένδειξη πεζών	Κύκλος Φωτεινού Σηματοδότη
Λ. Μεσογείων	13 δλ (ρεύμα προς Αθήνα)	107 δλ (ρεύμα προς Αθήνα)	120 δλ (ρεύμα προς Αθήνα)
	18 δλ (ρεύμα προς Αγ. Παρασκευή)	102 δλ (ρεύμα προς Αγ. Παρασκευή)	120 δλ (ρεύμα προς Αγ. Παρασκευή)
Λ. Ποσειδώνος	10 δλ	110 δλ	120 δλ
Λ. Συγγρού	18 δλ	73 δλ	91 δλ

➤ **Συγχρονισμός εμφάνισης πράσινης ένδειξης πεζών**

Στους κόμβους που έλαβε χώρα η έρευνα πεδίου, έδειξε ότι παρόλο που ο κύκλος του φωτεινού σηματοδότη για τους πεζούς είναι περίπου ίδιος, στον ένα κόμβο υπάρχει διάσχιση σε ένα στάδιο (Κόμβος Λ. Συγγρού) και στους άλλους δυο σε επιμέρους στάδια (Κόμβος Λ. Μεσογείων, Λ. Ποσειδώνος), με αποτέλεσμα η συμπεριφορά των πεζών να επηρεάζεται κατά τη διάσχιση τους. Στον πίνακα που ακολουθεί, παρουσιάζονται και τα χρονικά διαστήματα μεταξύ της εμφάνισης της κόκκινης ένδειξης πεζών ή οχημάτων με την εμφάνιση της πράσινης ένδειξης αντίστοιχα.

Πίνακας 3.3: Χρονικά διαστήματα φωτεινού σηματοδότη

Αρτηρίες	Χρόνος μεταξύ της εμφάνισης πράσινης ένδειξης των δυο κατευθύνσεων	Χρόνος μεταξύ κόκκινης ένδειξης οχημάτων - πράσινης ένδειξης πεζών	Χρόνος μεταξύ κόκκινης ένδειξης πεζών - πράσινης ένδειξης οχημάτων
Λ. Μεσογείων	7 δλ	7 δλ	6 δλ
Λ. Ποσειδώνος	47 δλ	10 δλ	3 δλ
Λ. Συγγρού	0 δλ	10 δλ	3 δλ

3.4.2 Ατομικά Χαρακτηριστικά

Αρχικά εξετάζονται τα εκτιμώμενα δημογραφικά χαρακτηριστικά των παρατηρούμενων ατόμων της έρευνας. Αυτά αφορούν το φύλο, την εκτιμώμενη ηλικία, την ταχύτητα βάδισης και το εάν ο πεζός είναι άτομο με αναπηρία.

➤ Φύλο και Ηλικιακή Ομάδα

Το φύλο και η ηλικία αποτελούν καθοριστικούς παράγοντες για τα επίπεδα οδικής ασφάλειας και τη διαμόρφωση συμπεριφοράς. Σύμφωνα με τους Korpinen και Pääkkönen (2012), οι άντρες τείνουν να συμμορφώνονται λιγότερο με τους κανόνες κυκλοφορίας και συνεπώς η παραβατική συμπεριφορά τους αυξάνει τις πιθανότητες εμπλοκής τους σε κάποιο τροχαίο ατύχημα.

Όσον αφορά στην ηλικία, θεωρείται επίσης ένας από τους βασικούς παράγοντες που συσχετίζονται με την εμπλοκή πεζών σε τροχαία ατυχήματα (Galanis, et al., 2017). Αναλυτικότερα, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, οι ηλικίες που εμπλέκονται σε τέτοια ατυχήματα είναι κάτω των 19 και άνω των 60 ετών (Galanis, et al., 2017, Schepers et al., 2017). Οι Schepers et al. (2017) αναφέρουν σε έρευνά τους ότι κάθε χρόνο το 10% των πεζών ηλικίας άνω των 65 ετών βιώνει κάποιον μη θανατηφόρο τραυματισμό από οδικό ατύχημα εξαιτίας πτώσης. Τα περιστατικά αυτά οφείλονται σε σωματικά προβλήματα και προβλήματα όρασης που εμφανίζονται με πολύ υψηλή συχνότητα σε αυτές τις ηλικίες, με αποτέλεσμα τα ηλικιωμένα άτομα να είναι σοβαρά εκτεθειμένα στον κίνδυνο τραυματισμού ή θανάτου από κάποιο κινούμενο όχημα (Schepers et al., 2017).

Έτσι η κατηγοριοποίηση της ηλικιακής ομάδας για τις ανάγκες των μετρήσεων έχει ως εξής: παιδιά (<18), νέοι (18-30), ενήλικες (30-45), μεσήλικες (45-65) και ηλικιωμένοι (>65).

➤ Ταχύτητα Βάδισης Πεζού

Η ταχύτητα βάδισης των πεζών προκύπτει από εκτιμήσεις του παρατηρητή. Η κατηγοριοποίηση της ταχύτητας βάδισης έχει τρία επίπεδα: χαμηλή, μέτρια, υψηλή.

➤ Άτομα με Αναπηρία (ΑμεΑ)

Λαμβάνοντας υπόψη, το γεγονός ότι τα ηλικιωμένα άτομα τείνουν να διασχίζουν πιο αργά τις διαβάσεις λόγω των κινητικών προβλημάτων που παρουσιάζουν, κρίθηκε απαραίτητο να προστεθεί μια μεταβλητή για το εάν ο πεζός εντάσσεται στην κατηγορία ΑμεΑ. Η προσθήκη αυτή έγινε εκτιμώντας ότι η διάρκεια διάσχισης της οδού από τα συγκεκριμένα άτομα είναι μεγαλύτερη από το μέσο όρο και μέσω παρατήρησης εντοπίστηκαν πεζοί ότι διέσχιζαν την οδό με κάποιο βοηθητικό στήριγμα.

3.4.3 Χαρακτηριστικά Διάσχισης

Σε αυτή την ενότητα εξετάζονται όλες οι μεταβλητές που φαίνεται ότι επηρεάζουν τη διάσχιση κάθε πεζού, όπως η παρουσία συνοδού, η χρήση κινητού τηλεφώνου ή ακουστικών, και το κράτημα διάφορων αγαθών.

➤ Παρουσία συνοδού

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται κάποια χαρακτηριστικά διάσχισης που σχετίζονται με άλλους παράγοντες διάσπασης της προσοχής του πεζού. Οι παράγοντες αυτοί είναι η παρουσία συνοδού, συνοδευόμενου παιδιού και κατοικίδιου.

Κατά τη διάρκεια διάσχισης της οδού παρατηρήθηκε ότι αρκετοί πεζοί έχουν συνοδεία. Έτσι ο αρχικός διαχωρισμός των πεζών έγινε με το δεδομένο αν υπάρχει συνοδευόμενος πεζός ή όχι. Στη περίπτωση παρουσίας συνοδευόμενου πεζού πραγματοποιήθηκε η κατηγοριοποίηση του, δηλαδή αν ο συνοδός είναι ενήλικας, ανήλικος, βρέφος, ενήλικας και ανήλικος μαζί, ενήλικας - βρέφος και ανήλικος - βρέφος.

Μια μεταβλητή, επιπλέον που δημιουργήθηκε ήταν η παρουσία συνοδευόμενου κατοικίδιου που κατηγοριοποιήθηκε σε "ΝΑΙ" ή "ΟΧΙ".

➤ Χρήση κινητού τηλεφώνου/ ακουστικών

Κάθε κόμβος μελέτης χαρακτηρίζεται από υψηλό φόρτο πεζών τόσο κατά τις πρωινές, όσο και κατά τις απογευματινές ώρες των εργάσιμων ημερών, γεγονός που οφείλεται στην υψηλή συγκέντρωση υπηρεσιών, εμπορικών χρήσεων και χρήσεων αναψυχής στην περιοχή. Αξίζει, λοιπόν να αναφερθεί η αναλογία των πεζών που χρησιμοποιούν κινητό τηλέφωνο προς το σύνολο, καθώς από προγενέστερες έρευνες αποτελεί έναν από τους παράγοντες που επηρεάζουν αρκετά τη συμπεριφορά του πεζού.

➤ Μεταφορά αγαθών

Με βάση τις επιτόπιες παρατηρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στους κόμβους, αρκετοί πεζοί κρατούσαν και κάποιο άλλο αντικείμενο πέρα από το κινητό τηλέφωνο. Σε ένα ποσοστό των περιπτώσεων κρατούσαν κάποιο αντικείμενο το οποίο ήταν είτε κάποιο προσωπικό αντικείμενο (όπως χαρτοφύλακας, αποσκευές) ή αγορές που είχαν πραγματοποιήσει. Η μεταβλητή αυτή κατηγοριοποιήθηκε σε "ΝΑΙ" ή "ΟΧΙ", όπου "ΝΑΙ" αφορά τη μεταφορά αγαθών που δυσχεραίνουν την κίνηση των πεζών.

Σε αυτή την ενότητα αναλύεται, επίσης η συμπεριφορά κάθε πεζού την στιγμή που διασχίζει την οδό, δηλαδή περιλαμβάνονται, ο τρόπος διάσχισης του πεζού, ο τρόπος μετακίνησης του και ο χρόνος εκκίνησης του σε σχέση με την ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη. Επιπροσθέτως, αναλύονται οι παράγοντες που οδηγούν τον πεζό σε παραβατική συμπεριφορά όπως η παρατήρηση του αριθμού των πεζών που προηγούνται στη διάσχιση της οδού κατά τη διάρκεια της κόκκινης ένδειξης.

➤ Τρόπος διάσχισης πεζού

Ο τρόπος διάσχισης αφορά τη συμπεριφορά του πεζού να δρα ως ομάδα πεζών με συνοδούς ή ατομικά, κατά τη διάσχιση της οδού. Παρατηρήθηκε στις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στους κόμβους μελέτης, ότι οι πεζοί ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του κόμβου διασχίζουν το δρόμο με στάση ή με απευθείας διάσχιση, εντός ή εκτός διάβασης.

➤ **Τρόπος μετακίνησης πεζού**

Ο τρόπος μετακίνησης αφορά τη προτίμηση του πεζού να εξυπηρετηθεί με τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς, δηλαδή τη μετακίνηση του με λεωφορείο, τρόλεϊ, τραμ, μετρό, ταξί ή με ποδήλατο, πατίνι. Παρατηρήθηκε στους κόμβους που πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις, ότι η συμπεριφορά ορισμένων πεζών επηρεάζεται από τη διαθεσιμότητα και τη προσβασιμότητα των δημόσιων μεταφορών. Εάν τα μέσα μαζικής μεταφοράς είναι περιορισμένα ή δύσκολα προσβάσιμα, ορισμένα άτομα μπορεί να καταφύγουν σε παραβίαση της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη προκειμένου να φτάσουν γρήγορα στον προορισμό τους, ώστε να προλάβουν την δημόσια συγκοινωνία.

➤ **Χρόνος εκκίνησης**

Ο χρόνος εκκίνησης αφορά το χρονικό διάστημα σε σχέση με την ένδειξη της κόκκινης και πράσινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη που χρειάζεται κάθε πεζός, προκειμένου να πραγματοποιήσει τη διάσχιση της οδού. Κατά τη διάρκεια της έρευνας πεδίου παρατηρήθηκε ότι ορισμένοι πεζοί αρχίζουν να διασχίζουν τη διάβαση κατά την κόκκινη ένδειξη, οπότε για εκείνους μετρήθηκε το χρονικό διάστημα μέχρι να εμφανιστεί η πράσινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη, ενώ για τους πεζούς που διασχίζουν την οδό με πράσινη ένδειξη μετρήθηκε το χρονικό διάστημα που μεσολάβησε από την στιγμή που σταμάτησε η εμφάνιση της κόκκινης ένδειξης.

➤ **Πεζοί που παραβίασαν τη κόκκινη ένδειξη πριν το πεζό**

Ένας από τους παράγοντες που οδηγούν στη διάσχιση της οδού με κόκκινη ένδειξη φωτεινού σηματοδότη, είναι ο αριθμός των πεζών που αρχίζουν να παραβιάζουν την κόκκινη ένδειξη, πριν από το πεζό που περιμένει στο πεζοδρόμιο. Τα βασικά συμπεράσματα που προκύπτουν από την έρευνα πεδίου αφορούν τη τάση αναμονής στη φάση της κόκκινης ένδειξης που είναι μεγαλύτερη όσο περισσότεροι πεζοί περίμεναν στο πεζοδρόμιο. Προέκυψε, επίσης, ότι οι πιθανότητες παραβίασης της κόκκινης ένδειξης των πεζών είναι σημαντικά υψηλές όταν ο πεζός διαπιστώσει ότι και οι άλλοι πεζοί αρχίζουν να διασχίζουν το δρόμο, παραβιάζοντας τη φάση της κόκκινης ένδειξης.

3.4.4 Χαρακτηριστικά Κυκλοφορίας

Σε αυτή την ενότητα παρατίθενται δεδομένα σχετικά με την ταχύτητα των οχημάτων πριν και μετά την διάσχιση των πεζών, καθώς για να διασχίσει την οδό ο πεζός πραγματοποιείται έλεγχος της κυκλοφορίας των οχημάτων και υπάρχει αναμονή του πεζού για παύση της κυκλοφορίας των οχημάτων πριν την έναρξη της διάσχισης. Επιπλέον, γίνεται αναφορά στον κυκλοφοριακό φόρτο πεζών και οχημάτων που επικρατεί κατά τη διάρκεια της διάσχισης του δρόμου από πεζούς.

➤ **Ταχύτητα Οχήματος πριν και μετά τη διάσχιση**

Η ταχύτητα κάθε οχήματος παρατηρήθηκε, όταν ο πεζός αρχίζει να διασχίζει το δρόμο και την στιγμή που τερματίζει τη διάσχιση. Η μεταβλητή αυτή προσδιοριζόταν εμπειρικά ως χαμηλή, μεσαία ή υψηλή για κάθε όχημα που καταγραφόταν εκείνη την στιγμή.

➤ **Κυκλοφοριακός φόρτος**

Ο κυκλοφοριακός φόρτος είναι ένα μέγεθος με χρονική διάσταση και αποτελεί τον συνολικό αριθμό οχημάτων και πεζών που διέρχονται από μια διατομή στην μονάδα του χρόνου. Για την εν λόγω

διπλωματική εργασία ο κυκλοφοριακός φόρτος προσδιοριζόταν εμπειρικά ως χαμηλός, μεσαίος ή υψηλός για κάθε πεζό που καταγραφόταν εκείνη την στιγμή.

3.4.5 Χαρακτηριστικά Εξωτερικού Περιβάλλοντος

➤ Ημέρα και ώρα

Σε κάθε μέτρηση που πραγματοποιούνταν καταγραφόταν η ημέρα διεξαγωγής των μετρήσεων και το χρονικό διάστημα που διήρκεσε η έρευνα πεδίου. Οι μετρήσεις ήταν πρωί, μεσημέρι και απόγευμα με καλές συνθήκες φωτισμού, προκειμένου να είναι εύκολο να διακρίνονται τα χαρακτηριστικά των πεζών και του κόμβου.

➤ Συνθήκες φωτισμού

Σε κάθε μέτρηση που πραγματοποιούνταν καταγραφόταν εκτός της ημέρας διεξαγωγής των μετρήσεων και οι συνθήκες φωτισμού δηλαδή αν ήταν κακές, μέτριες ή καλές.

3.5 Πραγματοποίηση έρευνας πεδίου

3.5.1 Δοκιμαστικές μετρήσεις

Πριν τη διεξαγωγή της έρευνας πεδίου πραγματοποιήθηκαν δοκιμαστικές μετρήσεις στους κόμβους με επιτόπια παρατήρηση και χρήση βιντεοκάμερας. Το ζητούμενο ήταν ο έλεγχος του αριθμού του δείγματος που υπάρχει στους κόμβους άλλα και η παρατήρηση των χαρακτηριστικών κάθε κόμβου. Σε αυτό το στάδιο καταγράφηκε η διάρκεια της πράσινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη για πεζούς/οχήματα και προσδιορίστηκε η ορθή τοποθέτηση της βιντεοκάμερας, προκειμένου το οπτικοακουστικό υλικό να μπορεί καταγράφει τις ζητούμενες μεταβλητές. Στη συνέχεια, ακολούθησε ο διαχωρισμός παραμέτρων ως προς τον τρόπο συλλογής τους και ο αποκλεισμός κάποιων μεταβλητών που δεν μπορούσαν να είναι ευδιάκριτες προς παρατήρηση.

3.5.2 Πραγματοποίηση μετρήσεων

Ύστερα από την ολοκλήρωση των δοκιμαστικών μετρήσεων ακολούθησαν οι παρατηρήσεις για τη συλλογή δεδομένων. Η έρευνα πεδίου πραγματοποιήθηκε σε διαφορετικές ημέρες και ώρες. Μετρήσεις έγιναν τόσο κατά τις πρωινές ώρες, τις μεσημεριανές και απογευματινές. Βραδινές μετρήσεις δεν πραγματοποιήθηκαν, καθώς το ζητούμενο ήταν οι καλές συνθήκες φωτισμού.

Πιο αναλυτικά, στον παρακάτω πίνακα φαίνονται οι ώρες (των μετρήσεων), η ημέρα και η ώρα που πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις.

Πίνακας 3.4: Ώρες και ημέρες μετρήσεων

Άξονας	Ώρες μετρήσεων (h)	Ημέρα μετρήσεων	Ώρα ημέρας
Λ. Μεσογείων	4	Τρίτη/Πέμπτη/Παρασκευή/Σάββατο	Μεσημέρι/Πρωί/Απόγευμα/Απόγευμα
Λ. Ποσειδώνος	4,5	Τετάρτη/Πέμπτη/Κυριακή	Πρωί/Απόγευμα/Μεσημέρι
Λ. Συγγρού	2,5	Δευτέρα/Τρίτη/Σάββατο	Απόγευμα/Απόγευμα/Μεσημέρι

Όπως φαίνεται και από τον πίνακα πραγματοποιήθηκαν συνολικά περίπου 11 ώρες παρατηρήσεων χωρίς να συνυπολογίζονται σε αυτές και οι ώρες των δοκιμαστικών μετρήσεων που ήταν περίπου στις 6 ώρες. Στόχος των μετρήσεων ήταν να συγκεντρωθούν περίπου 100 πεζοί που διασχίζουν το δρόμο με κόκκινη ένδειξη φωτεινού σηματοδότη σε κάθε κόμβο, στόχος που επετεύχθη, με σκοπό να συγκεντρωθεί ένα ικανό δείγμα για τη στατιστική ανάλυση.

3.6 Χαρακτηριστικά δείγματος

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά του δείγματος τα οποία διαμορφώθηκαν από την διεξαγωγή των μετρήσεων στους επιλεγμένους κόμβους. Ο συνολικός αριθμός των παρατηρήσεων ανέρχεται στους 1581 πεζούς. Στο πίνακα που ακολουθεί καταγράφεται το δείγμα κάθε μεταβλητής για όλους του πεζούς, που διασχίζουν το δρόμο, ανεξαρτήτως της ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη (δηλαδή είτε κατά τη διάρκεια της πράσινης είτε κατά τη διάρκεια της κόκκινης ένδειξης).

Πίνακας 3.5: Χαρακτηριστικά δείγματος

Παράμετρος	Κατηγορία	Δείγμα	Ποσοστό δείγματος
Παραβάτες πεζοί	Διασχίζουν με κόκκινη ένδειξη	408	26%
	Διασχίζουν με πράσινη ένδειξη	1173	74%
Φύλο	Άνδρας	700	44%
	Γυναίκα	881	56%
Ηλικιακή ομάδα	Παιδιά (<18)	82	5%
	Νέοι (18-30)	455	29%
	Ενήλικες (30-45)	661	42%
	Μεσήλικες (45-65)	282	18%
	Ηλικιωμένοι (>65)	101	6%
Ταχύτητα βάδισης πεζού	Χαμηλή	78	5%
	Μεσαία	1381	87%
	Υψηλή	122	8%
Χρήση κινητού/ακουστικών	Ναι	304	19%
	Όχι	1277	81%
Μεταφορά αγαθών	Ναι	160	10%
	Όχι	1421	90%
Συνοδευόμενο κατοικίδιο	Ναι	28	2%
	Όχι	1553	98%
Άτομο με ειδικές ανάγκες	Ναι	8	1%
	Όχι	1573	99%
Διάσχιση με συνοδεία	Ναι	572	36%
	Όχι	1009	64%
Συνοδός	Ενήλικας	457	80%
	Ανήλικος	50	9%
	Βρέφος	4	1%
	Ενήλικας και Ανήλικος	50	9%
	Ενήλικας και Βρέφος	4	1%
	Ανήλικος και Βρέφος	2	0%

Διάσχιση πεζού (σε σχέση με τη νησίδα)	Με στάση	634	40%
	Απευθείας διάσχιση	947	60%
Διάσχιση πεζού (σε σχέση με τη διάβαση)	Από διάβαση	1497	95%
	Εκτός διάβασης	84	5%
Τρόπος μετακίνησης πεζού	Λεωφορείο	287	57%
	Ταξί	8	2%
	Τραμ	109	22%
	Ποδήλατο/Πατίνι	7	1%
	Μετρό	95	19%
Κυκλοφοριακός φόρτος πεζών	Χαμηλός	473	30%
	Μεσαίος	657	42%
	Υψηλός	451	29%
Κυκλοφοριακός φόρτος οχημάτων	Χαμηλός	80	5%
	Μεσαίος	668	42%
	Υψηλός	833	53%
Κόμβος	Λ. Μεσογείων	298	19%
	Λ. Ποσειδώνος	411	26%
	Λ. Συγγρού	872	55%

Σύμφωνα με τα παραπάνω στοιχεία από τους 1581 πεζούς, 408 πεζοί διέσχισαν το δρόμο με κόκκινη ένδειξη, ενώ 1173 δεν την παραβίασαν. Όσον αφορά την κατανομή του φύλου των πεζών το μεγαλύτερο ποσοστό καταλαμβάνουν οι γυναίκες που είναι κατά 181 περισσότερες.

Η ηλικιακή κατανομή του δείγματος είναι ανομοιόμορφα κατανεμημένη, καθώς η ηλικιακή ομάδα 30-45 κυριαρχεί με ποσοστό (42%), ακολουθούν οι πεζοί της ηλικιακής κατηγορίας (18-30) με ποσοστό (29%) ενώ μικρότερα ποσοστά καταλαμβάνουν οι ηλικιακές ομάδες (<18) και (>65).

Το (36%) των πεζών διέσχισαν το δρόμο με συνοδό. Από τη κατηγοριοποίηση της ηλικίας των συνοδών παρατηρήθηκε ότι κατά κύριο λόγο οι συνοδοί είναι ενήλικες με ποσοστό (80%).

Για τη μετακίνηση των πεζών, οι κόμβοι που επιλέχθηκαν εξυπηρετούνται από αρκετά μέσα μαζικής μεταφοράς. Από τους 1581 πεζούς 506 χρησιμοποίησαν κάποιο μέσο μεταφοράς για να προσεγγίσουν ή αναχωρήσουν από τον κόμβο. Το λεωφορείο παρατηρήθηκε ότι εξυπηρέτησε τις ανάγκες των πεζών περισσότερο με ποσοστό (57%), ακολουθεί το τραμ με (22%) (στους δυο κόμβους υπάρχει στάση τραμ) και το μετρό (19%) (στους δυο κόμβους υπάρχει σταθμός μετρό).

Για τους τρεις επιλεγμένους κόμβους το μεγαλύτερο μέρος των παρατηρούμενων πεζών καταγράφηκε στον κόμβο της Λ. Συγγρού-Δράκου με ποσοστό (55%), ακολουθεί ο κόμβος της Λ. Ποσειδώνος-Νηρηίδων (26%) και τέλος ο κόμβος Λ. Μεσογείων- Κονδυλάκη (19%).

Στους δύο παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται τα στοιχεία που αφορούν αποκλειστικά τους παραβάτες πεζούς της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη και τους μη-παραβάτες αντίστοιχα.

Πίνακας 3.6: Χαρακτηριστικά παραβατών πεζών

Παράμετρος	Κατηγορία	Δείγμα	Ποσοστό δείγματος
Παραβάτες πεζοί	Διασχίζουν με κόκκινη ένδειξη	408	100%
Φύλο	Άνδρας	170	42%
	Γυναίκα	238	58%
Ηλικιακή ομάδα	Παιδιά (<18)	37	10%
	Νέοι (18-30)	118	29%
	Ενήλικες (30-45)	161	39%
	Μεσήλικες (45-65)	62	15%
	Ηλικιωμένοι (>65)	30	7%
Ταχύτητα βάδισης πεζού	Χαμηλή	26	6%
	Μεσαία	331	81%
	Υψηλή	51	13%
Χρήση κινητού/ακουστικών	Ναι	70	17%
	Όχι	338	83%
Μεταφορά αγαθών	Ναι	40	10%
	Όχι	368	90%
Συνοδευόμενο κατοικίδιο	Ναι	6	1%
	Όχι	402	99%
Άτομο με ειδικές ανάγκες	Ναι	1	0%
	Όχι	407	100%
Διάσχιση με συνοδεία	Ναι	182	45%
	Όχι	226	55%
Συνοδός	Ενήλικας	127	71%
	Ανήλικος	20	11%
	Βρέφος	3	2%
	Ενήλικας και Ανήλικος	29	16%
	Ενήλικας και Βρέφος	0	0%
	Ανήλικος και Βρέφος	0	0%
Διάσχιση πεζού (σε σχέση με τη νησίδα)	Με στάση	339	83%
	Απευθείας διάσχιση	69	17%
Διάσχιση πεζού (σε σχέση με τη διάβαση)	Από διάβαση	365	89%
	Εκτός διάβασης	43	11%
Τρόπος μετακίνησης πεζού	Λεωφορείο	59	58%
	Ταξί	4	4%
	Τραμ	17	17%
	Ποδήλατο/Πατίνι	1	1%
	Μετρό	20	20%
Ταχύτητα οχήματος πριν την διάσχιση του πεζού κατά την κόκκινη ένδειξη	Χαμηλή	87	21%
	Μεσαία	170	42%
	Υψηλή	151	37%
Ταχύτητα οχήματος μετά την διάσχιση του πεζού κατά την κόκκινη ένδειξη	Χαμηλή	189	46%
	Μεσαία	178	44%
	Υψηλή	33	8%
	Δεν υπήρχε όχημα	8	2%

Κυκλοφοριακός φόρτος πεζών	Χαμηλός	163	40%
	Μεσαίος	151	37%
	Υψηλός	94	23%
Κυκλοφοριακός φόρτος οχημάτων	Χαμηλός	25	6%
	Μεσαίος	240	59%
	Υψηλός	143	35%
Κόμβος	Λ. Μεσογείων	116	28%
	Λ. Ποσειδώνος	182	45%
	Λ. Συγγρού	110	27%

Πίνακας 3.7: Χαρακτηριστικά μη-παραβατών πεζών

Παράμετρος	Κατηγορία	Δείγμα	Ποσοστό δείγματος
Παραβάτες πεζοί	Διασχίζουν με πράσινη ένδειξη	1173	100%
Φύλο	Άνδρας	530	45%
	Γυναίκα	643	55%
Ηλικιακή ομάδα	Παιδιά (<18)	45	4%
	Νέοι (18-30)	337	29%
	Ενήλικες (30-45)	500	43%
	Μεσήλικες (45-65)	220	19%
	Ηλικιωμένοι (>65)	71	6%
Ταχύτητα βάδισης πεζού	Χαμηλή	52	4%
	Μεσαία	1050	90%
	Υψηλή	71	6%
Χρήση κινητού/ακουστικών	Ναι	234	20%
	Όχι	939	80%
Μεταφορά αγαθών	Ναι	120	10%
	Όχι	1053	90%
Συνοδευόμενο κατοικίδιο	Ναι	22	2%
	Όχι	1151	98%
Άτομο με ειδικές ανάγκες	Ναι	7	1%
	Όχι	1166	99%
Διάσχιση με συνοδεία	Ναι	390	33%
	Όχι	783	67%
Συνοδός	Ενήλικας	330	85%
	Ανήλικος	30	8%
	Βρέφος	1	0%
	Ενήλικας και Ανήλικος	21	5%
	Ενήλικας και Βρέφος	4	1%
	Ανήλικος και Βρέφος	2	1%
Διάσχιση πεζού (σε σχέση με τη νησίδα)	Με στάση	295	25%
	Απευθείας διάσχιση	878	75%
Διάσχιση πεζού (σε σχέση με τη διάβαση)	Από διάβαση	1132	97%
	Εκτός διάβασης	41	3%
Τρόπος μετακίνησης πεζού	Λεωφορείο	228	56%
	Ταξί	4	1%
	Τραμ	92	23%
	Ποδήλατο/Πατινι	6	1%
	Μετρό	75	19%

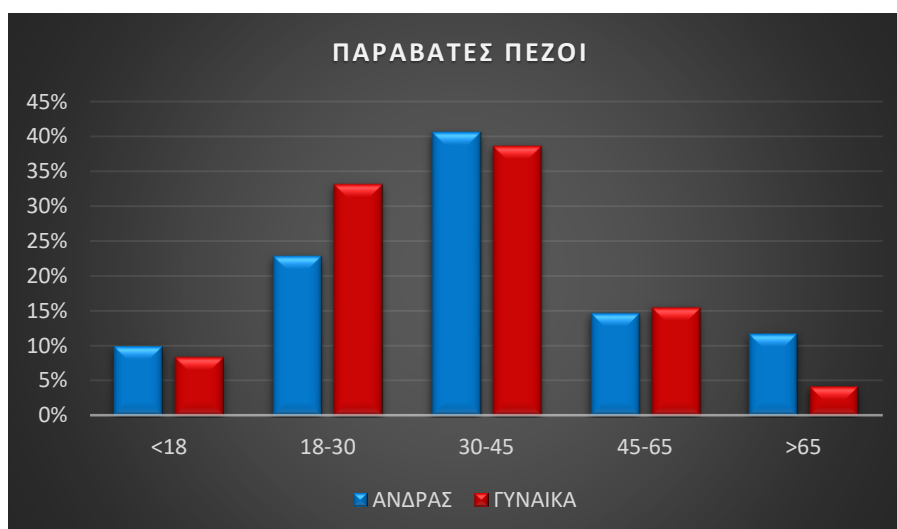
Κυκλοφοριακός φόρτος πεζών	Χαμηλός	310	27%
	Μεσαίος	506	43%
	Υψηλός	357	30%
Κυκλοφοριακός φόρτος οχημάτων	Χαμηλός	55	5%
	Μεσαίος	428	36%
	Υψηλός	690	59%
Κόμβος	Λ. Μεσογείων	182	15%
	Λ. Ποσειδώνος	229	20%
	Λ. Συγγρού	762	65%

Από το δείγμα των χαρακτηριστικών των πεζών παραβατών και μη παραβατών, η παράμετρος που αξίζει να αναφερθεί είναι το φύλο καθώς από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι οι γυναίκες παραβιάζουν περισσότερο την κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη από τους άνδρες, με ποσοστό (27%) του συνόλου τους ενώ οι άνδρες σε ποσοστό (24%).

Μια άλλη μεταβλητή που αξίζει να αναφερθεί παρατηρώντας τις τιμές των χαρακτηριστικών της είναι η διάσχιση του πεζού με παρουσία συνοδού, καθώς παρατηρήθηκε από το δείγμα ότι υπάρχει μεγάλη επιρροή στη συμπεριφορά του πεζού σε σχέση με τη κόκκινη ένδειξη, με ποσοστό (45%) των πεζών που παραβιάζουν την ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη να διασχίζουν το δρόμο σε ομάδες.

Άλλη μια παράμετρος που τα ποσοστά των χαρακτηριστικών της οδηγούν σε μια ανάλυση είναι ο κυκλοφοριακός φόρτος πεζών, καθώς όσο πιο χαμηλά επίπεδα έχει, τόσο περισσότερο οδηγεί τους πεζούς σε παραβατική συμπεριφορά σε σχέση με την ένδειξη της κόκκινης ένδειξης.

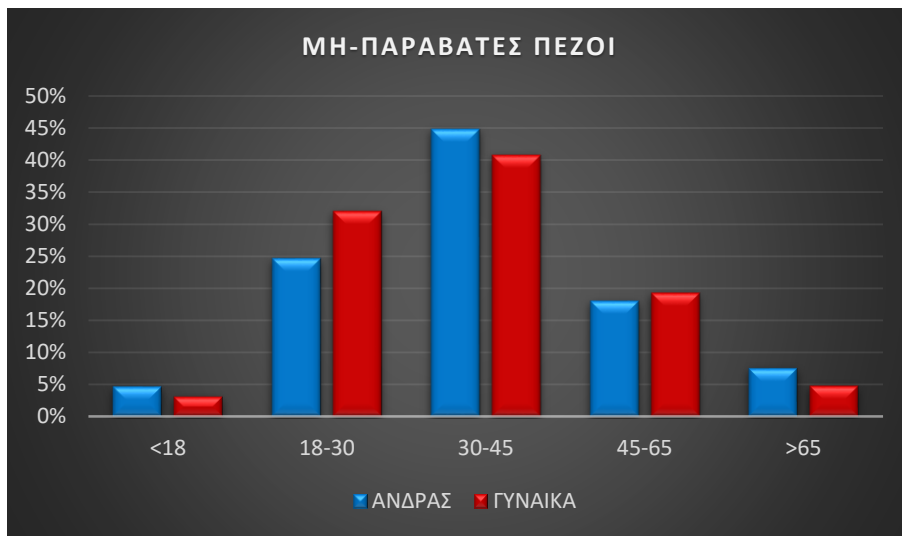
Στα διαγράμματα που ακολουθούν απεικονίζονται κάποιοι από τους παράγοντες που επηρεάζουν τη συμπεριφορά του πεζού σε σχέση με τη κόκκινη ένδειξη.



Σχήμα 3.1: Συσχέτιση φύλου-ηλικίας παραβατών πεζών

Από το διάγραμμα παρατηρείται ότι από τις μπλε μπάρες, αθροιστικά, που απεικονίζουν τους άνδρες πεζούς, οι περισσότερες παραβάσεις έγιναν από την ηλικιακή ομάδα (30-45) ενώ οι παραβάσεις με τις λιγότερες παραβιάσεις είναι τα παιδιά (<18) και οι ηλικιωμένοι (>65). Όσον αφορά τις κόκκινες μπάρες, που απεικονίζουν τις γυναίκες πεζούς, οι περισσότερες παραβιάσεις έγιναν από την ηλικιακή

ομάδα (30-45) και ακολουθεί με μικρή ποσοστιαία διαφορά η ηλικιακή ομάδα (18-30), ενώ πολύ χαμηλό ποσοστό αποτελούν οι ηλικιωμένοι πεζοί (>65).



Σχήμα 3.2: Συσχέτιση φύλου-ηλικίας μη παραβατών πεζών

Από το διάγραμμα παρατηρείται μια ομοιομορφία σε σχέση με το προηγούμενο που αφορούσε τους παραβάτες πεζούς, καθώς και σε αυτό η απεικόνιση των δειγμάτων είναι παρόμοια σε σχέση με τις ηλικιακές ομάδες κάθε φύλου.



Σχήμα 3.3: Συσχέτιση φύλου πεζών με τη χρήση κινητού τηλεφώνου κατά τη διάσχιση

Για τη παράμετρο του κινητού τηλεφώνου, από το διάγραμμα παρατηρείται ότι οι γυναίκες πεζοί που διασχίζουν με κόκκινη ένδειξη φωτεινού σηματοδότη, αποτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό χρήσης κινητού τηλεφώνου (περίπου 75%) , σε αντίθεση με τους άνδρες που αποτελούν ένα πολύ μικρό ποσοστό της τάξης του 25%. Στους πεζούς που διασχίζουν με πράσινη ένδειξη το δρόμο, οι γυναίκες συγκεντρώνουν το μεγαλύτερο ποσοστό χρήσης κινητού τηλεφώνου (περίπου 60%), άλλα η διαφορά δεν είναι πολύ μεγάλη σε αυτή τη περίπτωση, καθώς οι άνδρες αποτελούν το 40% της χρήσης κινητού τηλεφώνου.

Από την άλλη πλευρά, οι παραβάτες και μη παραβάτες πεζοί που δεν χρησιμοποιούν κινητό τηλέφωνο παρουσιάζουν μια ομοιομορφία από το κάθε φύλο, καθώς οι άνδρες πεζοί απαρτίζουν και στις δυο περιπτώσεις το 45% ενώ οι γυναίκες το 55%.



Σχήμα 3.4: Συσχέτιση πεζού με παρουσία συνοδού κατά τη διάσχιση

Η παρουσία συνοδού με βάση το διάγραμμα οδηγεί στη παρατήρηση ότι οι πεζοί που διασχίζουν με κόκκινη ένδειξη φωτεινού σηματοδότη, αποτελούν ένα ποσοστό (περίπου 45%), σε αντίθεση με εκείνους χωρίς συνοδό, να αποτελούν ένα ποσοστό της τάξης του 55%. Στους πεζούς που διασχίζουν με πράσινη ένδειξη το δρόμο, συγκεντρώνουν το μεγαλύτερο ποσοστό χωρίς τη παρουσία συνοδείας (περίπου 65%) με τη διαφορά να είναι πολύ μεγάλη σε αυτή τη περίπτωση, καθώς οι πεζοί με συνοδό απαρτίζουν (περίπου το 35%).

Άρα με βάση το δείγμα, η παρουσία συνοδού είναι πιο πιθανόν να οδηγήσει στη παραβίαση της κόκκινης ένδειξης φωτεινού σηματοδότη, παρά σε αναμονή μέχρι την εμφάνιση της πράσινης ένδειξης.

4. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

4.1 Εισαγωγή

Στο τέταρτο κεφάλαιο πραγματοποιείται στατιστική ανάλυση των δεδομένων καθώς και ανάλυση των αποτελεσμάτων. Παρουσιάζονται το θεωρητικό υπόβαθρο των μαθηματικών μοντέλων που χρησιμοποιούνται για την εξαγωγή συμπερασμάτων και δημιουργούνται μοντέλα για τα οποία προσδιορίζονται οι παράμετροι που τα επηρεάζουν.

4.2 Μοντέλα διακριτών επιλογών

Τα μοντέλα διακριτών επιλογών περιλαμβάνουν μία σειρά κοινών χαρακτηριστικών. Κάποια από αυτά, όπως το σύνολο των επιλογών, η πιθανότητα επιλογής και η παράμετρος κλίμακας (scale parameter) αναλύονται επιφανειακά στη συνέχεια. Επίσης, γίνεται μία σύντομη περιγραφή των πιο διαδεδομένων υποδειγμάτων μεταξύ αυτών, το παραδοσιακό πολυωνυμικό λογαριθμικό μοντέλο (standard multinomial logit model) και το παραδοσιακό probit (pure probit). Σε αυτό το σημείο σημειώνεται ότι για όλα τα μοντέλα διακριτών επιλογών το σύνολο επιλογών πρέπει να ικανοποιεί 3 προϋποθέσεις (Train, 2009):

1. Η επιλογή μιας εναλλακτικής για ένα άτομο συνεπάγεται κατ' ανάγκη τον αποκλεισμό οποιασδήποτε άλλης εναλλακτικής, δηλαδή το άτομο επιλέγει μόνο μία εναλλακτική από το σύνολο επιλογών (Στην περίπτωση π.χ. που ένας μετακινούμενος έχει τη δυνατότητα να επιλέξει 2 μέσα μεταφοράς για μία μετακίνηση τότε δημιουργείται νέα εναλλακτική με το συνδυασμό αυτών των 2 μέσων. Επομένως, συχνά αυτή η προϋπόθεση ικανοποιείται).
2. Το σύνολο επιλογών πρέπει να περιλαμβάνει όλες τις πιθανές επιλογές (συνήθως ο αναλυτής καθορίζει τους περιορισμούς των επιλογών του αρχικού συνόλου επιλογών).
3. Το πλήθος των εναλλακτικών στο σύνολο επιλογών πρέπει να είναι πεπερασμένο (όχι μόνο με την μαθηματική έννοια, διότι πεπερασμένο πλήθος είναι και οι 100000 εναλλακτικές, αλλά και με τη λογική).

4.2.1 Μοντέλο logit

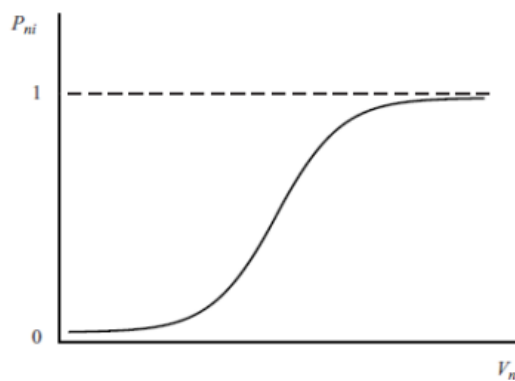
Για πολλά χρόνια, μέχρι και σήμερα, το πιο εύκολο και ευρύτερα εφαρμοσμένο μοντέλο διακριτών επιλογών είναι το μοντέλο logit. Η δημοτικότητά του οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι η μορφή της πιθανότητας επιλογής παίρνει μια κλειστή μορφή, εύκολα υπολογίσιμη με αναλυτικές μεθόδους. Αρχικά, η logit μορφή προέκυψε από το αξίωμα της «Ανεξαρτησίας Εναλλακτικών Καταστάσεων» του ψυχολόγου Luce (1959) με βάση το οποίο κάθε εναλλακτική έχει μια χρησιμότητα που είναι συνάρτηση των χαρακτηριστικών της εναλλακτικής και των χαρακτηριστικών του ατόμου που καλείται να επιλέξει ανάμεσα στις εναλλακτικές. Βασική ιδιότητα της μορφής logit, η οποία προκύπτει από το παραπάνω αξίωμα είναι η «Ανεξαρτησία των μη σχετικών επιλογών» (Independence of Irrelevant Alternatives - IIA) (Γιαννόπουλος, 2005). Η ιδιότητα αυτή αναφέρει ότι «όταν δύο (τυχαίες) επιλογές έχουν μη μηδενική πιθανότητα επιλογής, ο λόγος των πιθανοτήτων τους δεν επηρεάζεται από την παρουσία ή την απουσία άλλης (πρόσθετης) επιλογής στο σύνολο των δυνατών επιλογών» (Γιαννόπουλος, 2005). Αυτό σημαίνει ότι ο λόγος των πιθανοτήτων δύο εναλλακτικών j και i , P_j / P_i , είναι σταθερός και ανεξάρτητος αν εισαχθεί στο σύνολο των εφικτών επιλογών μία νέα εναλλακτική.

Η εξίσωση του απλού μοντέλου logit είναι (Kenneth Train),2009:

$$P_{ni} = \frac{e^{V_{ni}}}{\sum_j e^{V_{nj}}} = \frac{e^{\beta x_{ni}}}{\sum_j e^{\beta x_{nj}}}$$

Το x_{ni} είναι ένα διάνυσμα ($K \times 1$) το οποίο εκφράζει τις παρατηρούμενες μεταβλητές της εναλλακτικής i (π.χ. διάρκεια μετακίνησης κτλ.) για τον μετακινούμενο n , και το β είναι ένα διάνυσμα ($K \times 1$) του οποίου το κάθε στοιχείο εκφράζει για κάθε μεταβλητή x την τυποποιημένη αξία-ευαισθησία που εκτιμάται, από τον αναλυτή, ότι αποδίδει ο μετακινούμενος n .

Η πιθανότητα επιλογής ποτέ δεν γίνεται ίση με 0 ή 1 και το άθροισμα των πιθανοτήτων όλων των εναλλακτικών πρέπει είναι ίση με το 1. Όσο η V_{ni} αυξάνεται, η πιθανότητα επιλογής P_{ni} κινείται προς το 1, δεδομένου ότι η $V_{nj} \forall j \neq i$ παραμένει σταθερή. Για αυτό το λόγο η διαφοράς $V_{nj} - V_{ni}$ έχουν σημασία, και για αυτό στην περίπτωση δυαδικού logit μοντέλου το Σχήμα 4.1 περιέχει γραφικά ολοκληρωμένα τη σχέση.



Σχήμα 4.1: Γραφική παράσταση της πιθανότητας επιλογής μίας εναλλακτικής i σε συνάρτηση με την συστηματική χρησιμότητα της

Πηγή: Koppelman & Bhat, 2006

Για λόγους ερμηνείας του παραδοσιακού logit είναι πολύ σημαντικό να τονιστεί, ότι η κλίμακα της χρησιμότητας δεν επηρεάζει την πιθανότητα επιλογής. Για να προκύψει μοναδική συστηματική χρησιμότητα πρέπει να οριστεί η παράμετρος κλίμακας. Επειδή η παράμετρος κλίμακας είναι ίδια για όλα τα e_j συνήθως η τιμή της επιλέγεται για λόγους ευκολίας, επομένως συνήθως τίθεται ίση με 1 (Ben-Akiva & Lerman, 1985).

4.2.2 Μοντέλο probit

Τα μοντέλα probit βασίζονται στην παραδοχή ότι τα τυχαία σφάλματα ακολουθούν κανονική κατανομή. Το πλεονέκτημά τους συγκριτικά με τα μοντέλα logit είναι ότι έχουν την ικανότητα να εντοπίζουν τη συσχέτιση μεταξύ των εναλλακτικών επιλογών. Ωστόσο εξαιτίας της πολυπλοκότητάς τους στη διαμόρφωσή τους έχουν αναπτυχθεί πολύ λίγες εφαρμογές (Ben-Akiva and Bierlaire, 1999).

Η ωφέλεια αναλύεται σε δύο συνιστώσες και διανυσματικά περιγράφεται από την σχέση:

$$U_n = V_n + \varepsilon_n$$

Όπου U_n είναι η συνολική ωφέλεια, V_n είναι η αντικειμενική ωφέλεια και ε_n είναι η αντιληπτή ωφέλεια. Τη σχέση αυτή μπορεί να την παραστήσουμε γραφικά σε πίνακες διαστάσεων $J_n \times 1$ όπου J

οι εναλλακτικές επιλογές. Η πιθανότητα ένας μετακινούμενος n να επιλέξει μια εναλλακτική περιγράφεται από την σχέση:

$$P(i | C_n) = P(\Delta_i U_n \leq 0)$$

Όπου Δ_i είναι ο πίνακας $J_{n-1} * J_n$ και ο οποίος στη στήλη i έχει παντού την τιμή -1 . Όταν αφαιρεθεί η στήλη αυτή προκύπτει ο πίνακας σφαλμάτων μέσω το οποίου επιλύεται το μοντέλο.

4.3 Ανάλυση αποτελεσμάτων

Το επόμενο στάδιο που ακολουθεί είναι η ανάλυση των δεδομένων και η εξαγωγή συμπερασμάτων. Η ανάλυση τους έγινε με το πολυωνυμικό λογαριθμικό μοντέλο logit μέσω της γλώσσας προγραμματισμού R. Η εντολή που χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση ήταν η `glm`. Μέσω αυτής της εντολής πραγματοποιήθηκε η ανάλυση των μοντέλων που δημιουργήθηκαν από τα δεδομένα με κατάληξη ορισμένων βασικών συμπερασμάτων.

4.3.1 Καταγραφή δεδομένων και η αποκωδικοποίησή τους

Κατά τη διάρκεια των μετρήσεων δημιουργήθηκε μια βάση δεδομένων σε μορφή `.xlsx` στην οποία πραγματοποιούνταν η καταγραφή των παρατηρήσεων. Στη συνέχεια για κάθε πεζό καταγραφόταν κάθε παράμετρος κωδικοποιημένη με αριθμούς, ώστε να μπορεί να εισαχθεί στην R για περαιτέρω ανάλυση. Η κωδικοποίηση των ανεξάρτητων μεταβλητών έγινε ως εξής:

Πίνακας 4.1: Κωδικοποίηση ανεξάρτητων μεταβλητών

ΟΝΟΜΑ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ	ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ	ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ
viol_ped	Διασχίζουν με κόκκινη ένδειξη	0
	Διασχίζουν με πράσινη ένδειξη	1
gender	Άνδρας	0
	Γυναίκα	1
age	Παιδιά (<18)	1
	Νέοι (18-30)	2
	Ενήλικες (30-45)	3
	Μεσήλικες (45-65)	4
	Ηλικιωμένοι (>65)	5
velocity_ped	Χαμηλή ταχύτητα πεζού	1
	Μεσαία ταχύτητα πεζού	2
	Υψηλή ταχύτητα πεζού	3
phone	Χρήση κινητού/ακουστικών	0
	Δεν γίνεται χρήση κινητού/ακουστικών	1
goods	Μεταφορά αγαθών	0
	Χωρίς μεταφορά αγαθών	1
pet	Παρουσία συνοδευόμενου κατοικίδιου	0
	Χωρίς τη παρουσία κατοικίδιου	1
AMEA	Παρουσία ατόμου με ειδικές ανάγκες	0
	Χωρίς τη παρουσία AMEA	1

escort	Παρουσία συνοδών	0
	Χωρίς τη παρουσία συνοδών	1
other_ped	Ενήλικας συνοδός	1
	Ανήλικος συνοδός	2
	Βρέφος	3
	Ενήλικας και Ανήλικος συνοδός	4
	Ενήλικας και Βρέφος	5
	Ανήλικος και Βρέφος	6
no_adults	Αριθμός συνοδών ενηλικων πεζών	
no_minors	Αριθμός των ανήλικων πεζών που συνοδεύονται	
no_babies	Αριθμός των βρεφών που συνοδεύονται	
islet	Διάσχιση με στάση σε νησίδα	0
	Απευθείας διάσχιση της οδού	1
crossing	Διάσχιση από διάβαση	0
	Διάσχιση εκτός διάβασης	1
publictransp	Μετακίνηση με λεωφορείο	1
	Μετακίνηση με ταξί	2
	Μετακίνηση με τραμ	3
	Μετακίνηση με ποδήλατο/πατίνι	4
	Μετακίνηση με μετρό	5
velocity_veh_before	Χαμηλή ταχύτητα οχήματος πριν τη διάσχιση του πεζού	1
	Μεσαία ταχύτητα οχήματος πριν τη διάσχιση του πεζού	2
	Υψηλή ταχύτητα οχήματος πριν τη διάσχιση του πεζού	3
velocity_veh_after	Χαμηλή ταχύτητα οχήματος μετά τη διάσχιση του πεζού	1
	Μεσαία ταχύτητα οχήματος μετά τη διάσχιση του πεζού	2
	Υψηλή ταχύτητα οχήματος μετά τη διάσχιση του πεζού	3
volume_veh	Χαμηλός κυκλοφοριακός φόρτος οχημάτων	1
	Μεσαίος κυκλοφοριακός φόρτος οχημάτων	2
	Υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος οχημάτων	3
volume_ped	Χαμηλός κυκλοφοριακός φόρτος πεζών	1
	Μεσαίος κυκλοφοριακός φόρτος πεζών	2
	Υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος πεζών	3
no_viol	Αριθμός των παραβατών πεζών που είχαν προηγηθεί του παρατηρούμενου πεζού	
time_after_green	Το χρονικό διάστημα μεταξύ του χρόνου διάσχισης και της έναρξης της πράσινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη	
time_before_green	Το χρονικό διάστημα μεταξύ του χρόνου διάσχισης και της έναρξης της πράσινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη	
red_veh	Διάρκεια κόκκινης ένδειξης οχημάτων	
yellow_veh	Διάρκεια κίτρινης ένδειξης οχημάτων	
green_veh	Διάρκεια πράσινης ένδειξης οχημάτων	
red_ped	Διάρκεια κόκκινης ένδειξης πεζών	
green_ped	Διάρκεια πράσινης ένδειξης πεζών	
durat_trafficlight	Διάρκεια φωτεινού σηματοδότη	
time	08:00-10:00	1
	10:00-14:00	2
	14:00-16:00	3

	16:00-18:00	4
	18:00-20:00	5
day	Δευτέρα	1
	Τρίτη	2
	Τετάρτη	3
	Πέμπτη	4
	Παρασκευή	5
	Σάββατο	6
	Κυριακή	7
lighting	Κακές συνθήκες φωτισμού	1
	Μέτριες συνθήκες φωτισμού	2
	Καλές συνθήκες φωτισμού	3
countdown_time	Παρουσία αντίστροφης μέτρησης φωτεινού σηματοδότη	0
	Χωρίς τη παρουσία αντίστροφης μέτρησης φωτεινού σηματοδότη	1
syn_green	Συγχρονισμός εμφάνισης της πράσινης ένδειξης πεζών και στις δυο κατευθύνσεις	0
	Χωρίς το συγχρονισμό εμφάνισης τη πράσινης ένδειξης πεζών στις δυο κατευθύνσεις	1
junction	Λ. Μεσογείων	1
	Λ. Ποσειδώνος	2
	Λ. Συγγρού	3

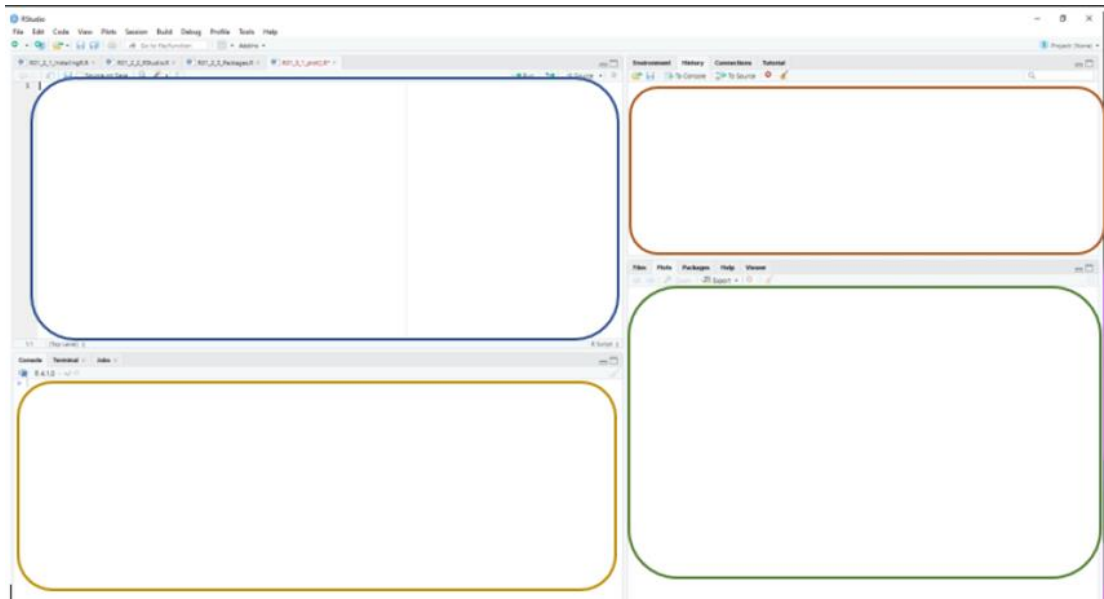
4.3.2 Το περιβάλλον της R

Η R είναι μία γλώσσα προγραμματισμού και το R studio είναι το περιβάλλον προγραμματισμού, εξειδικευμένο για υπολογισμούς στατιστικής φύσεως και οπτικοποίησης δεδομένων. Η R χαρακτηρίζεται και ως «στατιστική γλώσσα προγραμματισμού», σημαίνει, δηλαδή, ότι υποστηρίζει πάρα πολύ καλά όλα τα βήματα στη διαδικασία της στατιστικής ανάλυσης δεδομένων, τα οποία μπορούν να υλοποιηθούν (δηλαδή να προγραμματιστούν) με ακρίβεια, ευκολία και ταχύτητα. Δηλαδή η R έχει σχεδιαστεί με στόχο να κάνει πολύ εύκολα τα εξής:

- Την ενσωμάτωση/ανάγνωση δεδομένων
- Τον καθαρισμό των δεδομένων (προεπεξεργασία) όσο περίπλοκος κι αν είναι αυτός
- Την εφαρμογή στατιστικών ελέγχων και μεθόδων πάνω στα δεδομένα, και την εξαγωγή συμπερασμάτων
- Τη δημιουργία και εφαρμογή στατιστικών/οικονομετρικών μοντέλων
- Την αξιολόγηση των στατιστικών μοντέλων
- Τη χρήση των στατιστικών μοντέλων για την αντιμετώπιση πραγματικών προβλημάτων

Το περιβάλλον, στο οποίο πραγματοποιήθηκε ο προγραμματισμός ήταν το R-Studio. Η κεντρική κονσόλα χωρίζεται σε 4 μέρη. Στο πάνω μέρος αριστερά βρίσκεται η περιοχή προγραμματισμού, στην οποία καταγράφεται ο κώδικας. Στο κάτω μέρος της κονσόλας αριστερά, εμφανίζονται τα αποτελέσματα του κώδικα που τρέχει ο χρήστης. Πάνω στη δεξιά περιοχή εμφανίζονται οι

μεταβλητές που έχουν χρησιμοποιηθεί στο κώδικα. Στη κάτω περιοχή δεξιά βρίσκονται τα αρχεία και οι φάκελοι του κώδικα, καθώς και διαγράμματα που ενδεχομένως να εμφανιστούν.



Εικόνα 4.1: Περιβάλλον R-studio

4.3.3 Διαδικασία ανάλυσης δεδομένων στην R

Για να πραγματοποιηθεί η εισαγωγή δεδομένων στη γλώσσα προγραμματισμού R, η βάση δεδομένων αποθηκεύτηκε σε μορφή .csv. Στο αρχείο .csv, το αρχείο κειμένου (text) είναι με δεδομένα σε γραμμές και στήλες. Κάθε στήλη διαχωρίζεται με ειδικό χαρακτήρα (delimiter) (συνήθως κόμμα ή ελληνικό ερωτηματικό ;). Κάθε γραμμή τελειώνει με τον ειδικό χαρακτήρα αλλαγής γραμμής. Η πρώτη γραμμή συνήθως έχει τη μορφή επικεφαλίδας (header) και ορίζει τα ονόματα των στηλών-μεταβλητών.

Έτσι για την εισαγωγή δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ο εξής κώδικας:

```
1 setwd("~/")
2 data <- read.csv("data.csv", sep=";", header=TRUE, quote="\"")
3 names(data)
4 view(data)
```

Εικόνα 4.2: Κώδικας εισαγωγής δεδομένων

Το R-Studio χρησιμοποιεί το όρο του global default working directory (συνολικό προκαθορισμένο φάκελο-ευρετήριο) που είναι ο φάκελος του χρήστη (user home directory) (τυπικά ορίζεται ως ~ στο R) . Η εντολή dirname("~/") δίνει το όνομα του global default working directory. Θα πρέπει στο R να οριστεί το τρέχον ευρετήριο εργασίας (working directory), δηλαδή εκεί που θα αποθηκεύονται τα δεδομένα και ο κώδικας. Η εντολή setwd() ορίζει ποιο θα είναι το νέο working directory.

Η ανάγνωση από αρχείο CSV σε Data Frame γίνεται με τη χρήση της read.csv() με τα κατάλληλα ορίσματα, τα πιο σημαντικά από τα οποία είναι:

- Όνομα αρχείου.
- Εάν το αρχείο έχει επικεφαλίδα (όρισμα header).

- Διαχωριστής (όρισμα sep): Με ποιον τρόπο (χαρακτήρα) διαχωρίζονται οι τιμές μιας γραμμής.

Η συνάρτηση names() εμφανίζει στη περιοχή των αποτελεσμάτων, την επικεφαλίδα (τη πρώτη γραμμή) του πίνακα κάθε στήλης, που είναι η ονομασία της στήλης και η συνάρτηση View() εμφανίζει ολόκληρο το πίνακα με όλα τα δεδομένα του. Στη συνέχεια η συγγραφή του κώδικα ήταν οι εξής:

```
5 table(data$age)
6 table(data$gender)
7 table(data$viol_ped, data$gender, data$age)
8 table(data$viol_ped, data$age)
9 table(data$viol_ped, data$velocity_ped)
```

Εικόνα 4.3: Κώδικας για δημιουργία πίνακα συχνοτήτων

Με τη συνάρτηση table() δημιουργείται ο πίνακας συχνοτήτων ως προς τη βαθμίδα (level) της κατηγορικής μεταβλητής. Κατηγορική μεταβλητή είναι μια μεταβλητή που οι τιμές της κατανέμονται σε κατηγορίες ανάλογα με κάποια ποιοτικά χαρακτηριστικά, όπως το φύλο, η ηλικία, η ταχύτητα βάδισης πεζού και η χρήση κινητού.

Στη συνέχεια για τη δημιουργία κάθε μοντέλου έγινε η συγγραφή του εξής κώδικα.

```
mod1<-glm(viol_ped ~ as.factor(age) + as.factor(gender) + as.factor(velocity_ped)+ as.factor(phone), data=data, family = "binomial")
summary(mod1)
```

Εικόνα 4.4: Μόρφη κώδικα μοντέλου

Από αυτό το κώδικα φαίνονται τα εξής:

- glm: είναι η συνάρτηση που παράγει γενικευμένα γραμμικά μοντέλα.
- viol_ped ~ : η παρουσία αυτής μεταβλητής δείχνει τη μοντελοποίηση των πεζών που είτε διασχίζουν το δρόμο με κόκκινη ή πράσινη ένδειξη φωτεινού σηματοδότη, χρησιμοποιώντας τις υπόλοιπες παραμέτρους που συντάσσονται στο κώδικα.
- as.factor(): είναι μια ανεξάρτητη μεταβλητή και μια συνάρτηση που μετατρέπει μια στήλη ενός πλαισίου δεδομένων από έναν τύπο δεδομένων (χαρακτήρες ή αριθμητικές τιμές) σε κατηγορική τύπου factor (παράγοντα)
- Η συνάρτηση summary(mod1) χρησιμοποιείται για να παρουσιάσει σύντομα στατιστικά για ένα αντικείμενο
- family="binomial": Η κατηγορία binomial της glm υλοποιεί τη λογιστική παλινδρόμηση
- Σε κάθε παρένθεση που δημιουργείται με τη συνάρτηση as.factor δηλώνεται κάθε ανεξάρτητη μεταβλητή. Στο παράδειγμα που απεικονίζεται την ανεξάρτητη μεταβλητή αποτελεί το φύλο, η ηλικία, η ταχύτητα πεζού, η χρήση κινητού τηλεφώνου.

Εκτός από την μεταβλητή as.factor υπάρχουν και άλλες δυο ανεξάρτητες μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν στα μοντέλα.

- as.numeric: δηλώνει ότι η εν λόγω μεταβλητή είναι φυσικός αριθμός (π.χ. time_after green)
- as.integer: δηλώνει ότι η εν λόγω μεταβλητή είναι ακέραιος αριθμός (π.χ. red_ped)

4.3.4 Ανάλυση των μοντέλων

Για τη δημιουργία των τελικών μοντέλων πραγματοποιήθηκαν αρκετές δοκιμές, μέχρι οι δείκτες των ανεξάρτητων μεταβλητών κάθε μοντέλου να αποκτήσουν δεκτές τιμές πάνω από τα απαιτούμενα επίπεδα εμπιστοσύνης. Οι δοκιμές αυτές αφορούσαν όλες τις ανεξάρτητες μεταβλητές που είχαν ορισθεί για τη στατιστική ανάλυση. Όσες μεταβλητές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές και κατά συνέπεια, δεν επηρέαζαν το τελικό αποτέλεσμα του μοντέλου αφαιρούνταν από το μοντέλο. Αξίζει να σημειωθεί, ότι μια μεταβλητή είναι στατιστικά σημαντική για το μοντέλο όταν προσδιορίζεται ο δείκτης z-value και ανάλογα με το επίπεδο εμπιστοσύνης που επιδιώκεται, ο δείκτης πρέπει να έχει τιμές μεγαλύτερες από κάθε όριο του επιπέδου εμπιστοσύνης. Στον παρακάτω πίνακα απεικονίζονται οι οριακές τιμές z-value για το κάθε επίπεδο εμπιστοσύνης.

Πίνακας 4.2: Τιμές z-value και επίπεδα εμπιστοσύνης

z-value	Επίπεδο εμπιστοσύνης
1.65	90%
1.96	95%
2.33	98%
2.58	99%

Για τη δημιουργία κάθε μοντέλου ως εξαρτημένη μεταβλητή θεωρήθηκαν οι πεζοί που είτε διασχίζουν το δρόμο με κόκκινη ένδειξη είτε με πράσινη ένδειξη φωτεινού σηματοδότη. Για κάθε μοντέλο επιλέχθηκαν κάποιες μεταβλητές, για τις οποίες το z-value θα έπρεπε να είναι πάνω από το 1,65. Για την επιλογή, λοιπόν, των μεταβλητών βοηθητικό εργαλείο ήταν ο πίνακας συσχέτισης (correlation matrix), που δείχνει συντελεστές συσχέτισης μεταξύ μεταβλητών. Κάθε κελί στο πίνακα που φαίνεται παρακάτω δείχνει τη συσχέτιση μεταξύ δυο μεταβλητών, που θα έπρεπε να είναι κάτω από την απόλυτη τιμή του 0,8, για να επιλεγθούν ταυτόχρονα και να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία του μοντέλου, καθώς οι ανεξάρτητες παράμετροι του μοντέλου θα πρέπει να μην έχουν μεταξύ τους κάποια συσχέτιση.

Εικόνα 4.5: Πίνακας συσχέτισης

Για τα μοντέλα υπολογίστηκε επίσης, ένας δείκτης ώστε να προσδιοριστεί ποιο είναι το μοντέλο εκείνο που δίνει την ακριβέστερη περιγραφή. Πιο συγκεκριμένα, έγινε υπολογισμός του AIC.

Το κριτήριο πληροφοριών Akaike (AIC) είναι μια μαθηματική μέθοδος που αξιολογεί την ποιότητα των στατιστικών μοντέλων για ένα ορισμένο σύνολο δεδομένων. Η AIC αξιοποιείται για να συγκρίνει

διαφορετικά πιθανά μοντέλα και να καθορίσει ποιο από αυτά ταιριάζει καλύτερα στα δεδομένα. Προσδιορίζεται από :

- Τον αριθμό των ανεξάρτητων μεταβλητών που χρησιμοποιήθηκαν στο κάθε μοντέλο
- Τη μέγιστη πιθανοφάνεια του μοντέλου

Σύμφωνα με το AIC το καλύτερο μοντέλο είναι αυτό που προσαρμόζεται πιο καλά χρησιμοποιώντας όσο το δυνατόν πιο λίγες μεταβλητές, ενώ όσο μικρότερος είναι ο αριθμός AIC τόσο το καλύτερο για το μοντέλο. Όπως γίνεται αντιληπτό η σύγκριση του δείκτη AIC έχει νόημα να πραγματοποιηθεί μόνο για τα τρία πρώτα μοντέλα όπου έχουν κοινή βάση δεδομένων αν και ο προσδιορισμός του έγινε για όλα τα μοντέλα.

Ένα ακόμα στοιχείο που αξίζει να σημειωθεί πριν τον σχολιασμό των μοντέλων είναι ότι η R θέτει ως επίπεδο σύγκρισης το πρώτο. Για παράδειγμα για την ηλικία θα θέσει ως επίπεδο σύγκρισης το age=1 (<18) το οποίο θα το συγκρίνει με τα επίπεδα age=2 (18-30) και age=3 (30-45).

Τελικά δημιουργήθηκαν έξι μοντέλα εκ των οποίων τα τρία αφορούσαν όλους τους κόμβους και τα υπόλοιπα τρία αφορούσαν κάθε κόμβο ξεχωριστά.

Πίνακας 4.3: Ανεξάρτητες μεταβλητές κάθε μοντέλου με το πρόσημο που εμφανίζονται από την ανάλυση

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΟΛΟΙ ΟΙ ΑΞΟΝΕΣ			ΑΞΟΝΑΣ 1	ΑΞΟΝΑΣ 2	ΑΞΟΝΑΣ 3
	ΜΟΝΤΕΛΟ 1 AIC:507.87	ΜΟΝΤΕΛΟ 2 AIC:283.69	ΜΟΝΤΕΛΟ 3 AIC:297.28	ΜΟΝΤΕΛΟ AIC:202.62	ΜΟΝΤΕΛΟ AIC:401.11	ΜΟΝΤΕΛΟ AIC: 503.43
<i>viol_ped</i>	+	+	+	-	+	-
<i>age</i>	-			+	-	+
<i>velocity_ped</i>		-	-	+		+
<i>goods</i>				-		
<i>phone</i>			-			
<i>escort</i>				+	+	
<i>other_ped</i>	-					
<i>no_adults</i>	-					
<i>islet</i>		+	+	+		+
<i>crossing</i>				-		
<i>velocity_veh_before</i>	-		-		-	-
<i>no_viol</i>		-			-	-
<i>volume_veh</i>		-	+			
<i>volume_ped</i>	+	+			+	
<i>time_after_green</i>			-			
<i>time_before_green</i>		-				
<i>red_ped</i>		-				
<i>syn_green</i>			+			
<i>time</i>		+	+		-	
<i>day</i>						+
<i>lighting</i>			-			-
<i>Junction</i>	+/-					

Από τον πίνακα παρουσιάζονται ορισμένες μεταβλητές με αρνητικό πρόσημο και οι υπόλοιπες με θετικό πρόσημο. Τα πρόσημα αφορούν τις τιμές του z-value κάθε μεταβλητής, που προκύπτουν από την ανάλυση κάθε μοντέλου.

Το αρνητικό πρόσημο για κάθε παράμετρο (-) δείχνει ότι όταν αυξάνεται η μεταβλητή, αυξάνεται και η πιθανότητα διάσχισης με κόκκινη ένδειξη φωτεινού σηματοδότη.

Το θετικό πρόσημο για κάθε παράμετρο (+) δείχνει ότι όταν αυξάνεται η μεταβλητή, μειώνεται η πιθανότητα διάσχισης με κόκκινη ένδειξη φωτεινού σηματοδότη.

Πιο συγκεκριμένα κάθε μοντέλο αναλύεται ως εξής:

Το Μοντέλο I: είναι ένα μοντέλο με δεδομένα από όλες τις παρατηρήσεις και στους τρεις κόμβους.

```
> mod1<-glm(viol_ped ~ as.integer(no_adults) + as.factor(age==2 |age==3) + as.factor(velocity_veh_before >= 2) + as.factor(data$junction) + as.factor(data$volume_ped) + as.factor(data$other_ped==4), data = data, family = "binomial")
```

```
> summary(mod1)
```

Οι ανεξάρτητες μεταβλητές που περιλαμβάνει το μοντέλο παρουσιάζονται στον πίνακα 4.4.

Πίνακας 4.4: Αποτελέσματα ανάλυσης πρώτου μοντέλου

ΟΝΟΜΑ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ	ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ	ΚΩΔΙΚΟΠΙΗΣΗ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ	z-value
viol_ped / Σταθερός όρος	Διασχίζουν με κόκκινη ένδειξη	0	1.527	3.006
	Διασχίζουν με πράσινη ένδειξη	1		
age=2, age=3	Νέοι (18-30)	2	-0.490	-1.961
	Ενήλικες (30-45)	3		
volume_ped	Μέτριος φόρτος πεζών	2	0.816	2.909
	Υψηλός φόρτος πεζών	3	1.025	3.150
no_adults	Αριθμός συνοδών ενήλικων πεζών		-0.533	-2.450
velocity_veh_before≥2	Μεσαία ταχύτητα οχήματος πριν τη διάσχιση του πεζού	2	-0.881	-3.309
	Υψηλή ταχύτητα οχήματος πριν τη διάσχιση του πεζού	3		
other_ped==4	Ενήλικας και ανήλικος	4	-1.186	-3.114
junction	Λ. Ποσειδώνος	2	-0.628	-1.890
	Λ. Συγγρού	3	1.149	3.311

AIC: 507.87

Τα αποτελέσματα από τη στατιστική ανάλυση για το πρώτο μοντέλο δείχνουν τα εξής:

- Καθώς ο αριθμός των συνοδών των ενήλικων πεζών αυξάνεται, τόσο αυξάνεται και η πιθανότητα να παραβιάσει ο πεζός με το συνοδευόμενο πεζό την κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη.
- Τα οχήματα που κινούνται με πιο υψηλές ταχύτητες πριν τη διάσχιση του πεζού είναι πιο πιθανό να επηρεάσουν την απόφαση των πεζών για να διασχίσουν το οδικό δίκτυο με κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη.

- Η ανάλυση των ηλικιακών κατηγοριών σε αυτό το μοντέλο έδειξε ότι οι ηλικιακές κατηγορίες 18-30 και 30-45 έχουν παρόμοια συμπεριφορά και είναι περισσότερο πιθανό να υποπέσουν σε παράβαση σε σχέση με την ηλικιακή ομάδα κάτω των 18 ετών.
- Για τους επιλεγμένους κόμβους από την στατιστική ανάλυση προκύπτει ότι στο κόμβο της Λ. Ποσειδώνος πραγματοποιείται πιο εύκολα παραβίαση της κόκκινης ένδειξης φωτεινού σηματοδότη σε σχέση με το κόμβο της Λ. Μεσογείων, ενώ για το κόμβο της Λ. Συγγρού είναι λιγότερο πιθανό να πραγματοποιηθεί παραβίαση της κόκκινης ένδειξης.
- Όσο μεγαλύτερες τιμές έχει ο φόρτος πεζών, τόσο μικρότερη είναι η πιθανότητα να πραγματοποιηθεί παραβατική συμπεριφορά των πεζών σε σχέση με τη κόκκινη ένδειξη φωτεινού σηματοδότη.
- Όταν κατά τη διάσχιση του οδικού δικτύου ένας πεζός έχει συνοδό ενήλικα και ανήλικο μαζί είναι πιο πιθανό να διαπράξει παραβίαση της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη σε σχέση αν έχει συνοδό μόνο ενήλικα.

Μοντέλο II: είναι ένα μοντέλο με δεδομένα από όλες τις παρατηρήσεις και στους τρεις κόμβους.

```
> mod2<-glm(viol_ped ~ as.factor(time==2) + as.factor(islet) + as.factor(volume_ped==2) + as.integer(no_viol) + as.factor(volume_veh>=2) + as.integer(red_ped) + as.factor(velocity_ped==3)+ as.integer(time_before_green), data=data, family = "binomial")
```

```
> summary(mod2)
```

Οι ανεξάρτητες μεταβλητές που περιλαμβάνει το μοντέλο παρουσιάζονται στον πίνακα 4.5.

Πίνακας 4.5: Αποτελέσματα ανάλυσης δεύτερου μοντέλου

ΟΝΟΜΑ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ	ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ	ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ	z-value
viol_ped / Σταθερός όρος	Διασχίζουν με κόκκινη ένδειξη	0	5.392	3.592
	Διασχίζουν με πράσινη ένδειξη	1		
velocity_ped=3	Υψηλή ταχύτητα πεζού	3	-2.257	-2.367
(islet)1	Απευθείας διάσχιση της οδού	1	1.375	2.751
volume_veh≥2	Μεσαίος φόρτος οχημάτων	2	-1.198	- 1.838
	Υψηλός φόρτος οχημάτων	3		
volume_ped=2	Μεσαίος φόρτος πεζών	2	0.962	2.844
no_viol	Αριθμός των παραβατών πεζών που είχαν προηγηθεί του παρατηρούμενου πεζού		-0.320	-2.511
time_before_green	Το χρονικό διάστημα μεταξύ του χρόνου διάσχισης πριν της έναρξης της πράσινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη		-0.028	-3.120
red_ped	Διάρκεια κόκκινης ένδειξης πεζών		-0.065	-5.069
time=2	10:00-14:00	2	1.174	3.228

AIC: 283.69

Τα αποτελέσματα από τη στατιστική ανάλυση για το δεύτερο μοντέλο δείχνουν τα εξής:

- Καθώς αυξάνεται ο αριθμός των παραβατών πεζών που προηγούνται πριν τη διάσχιση του πεζού που αναμένει στο πεζοδρόμιο, τόσο αυξάνεται και η πιθανότητα να παραβιάσει ο πεζός την κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη.
- Οι πεζοί που κινούνται με ταχύτητα βάρδισης υψηλή, είναι πιο πιθανό να διασχίσουν με κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη.

- Η διάρκεια της κόκκινης ένδειξης δείχνει ότι όσο ο χρόνος της κόκκινης ένδειξης αυξάνεται, είναι πιο πιθανό να γίνει παραβίαση της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη από κάποιον πεζό.
- Όταν ο φόρτος πεζών έχει μεσαίες τιμές, τόσο χαμηλότερη είναι η πιθανότητα να πραγματοποιηθεί παραβατική συμπεριφορά των πεζών σε σχέση με τον χαμηλότερο φόρτο πεζών.
- Όταν ο φόρτος των οχημάτων έχει υψηλές τιμές, τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα να πραγματοποιηθεί παραβατική συμπεριφορά των πεζών σε σχέση με τον χαμηλό φόρτο των οχημάτων.
- Το χρονικό διάστημα (10:00 – 14:00) είναι λιγότερο πιθανόν ο πεζός να διαπράξει παραβίαση της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη, σε σχέση με το χρονικό διάστημα (08:00-10:00).
- Όταν οι πεζοί διασχίζουν απευθείας τη διάβαση χωρίς στάση στη νησίδα, η πιθανότητα για παραβατική συμπεριφορά του πεζού σε σχέση με τη κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη είναι πιο χαμηλή.

Το Μοντέλο III: είναι ένα μοντέλο με δεδομένα από όλες τις παρατηρήσεις και στους τρεις κόμβους.

```
> mod3<-glm(viol_ped ~ as.factor(data$velocity_veh_before==2) + as.factor(islet) + as.factor(data$volume_veh==3)
+ as.factor(time==2) + as.factor(data$phone) + as.factor(lightning) + as.factor(syn_green) +
as.factor(velocity_ped==3)+ as.integer(time_after_green), data=data, family = "binomial")
> summary(mod3)
```

Οι ανεξάρτητες μεταβλητές που περιλαμβάνει το μοντέλο παρουσιάζονται στον πίνακα 4.6.

Πίνακας 4.6: Αποτελέσματα ανάλυσης τρίτου μοντέλου

ΟΝΟΜΑ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ	ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ	ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ	z-value
viol_ped / Σταθερός όρος	Διασχίζουν με κόκκινη ένδειξη	0	7.138	6.523
	Διασχίζουν με πράσινη ένδειξη	1		
velocity_ped=3	Υψηλή ταχύτητα πεζού	3	-1.327	-2.873
(phone)1	Δεν γίνεται χρήση κινητού/ακουστικών	1	-1.143	-1.952
(islet)1	Απευθείας διάσχιση της οδού	1	0.998	1.858
volume_veh=3	Υψηλός φόρτος οχημάτων	3	0.768	1.942
velocity_veh_before=2	Μεσαία ταχύτητα οχήματος πριν τη διάσχιση του πεζού	2	-1.069	-2.912
time_after_green	Το χρονικό διάστημα μεταξύ του χρόνου διάσχισης και της έναρξης της πράσινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη		-0.258	-6.615
time=2	10:00-14:00	2	1.450	3.767
(syn_green)1	Χωρίς συγχρονισμό εμφάνισης τη πράσινης ένδειξης πεζών στις δυο κατευθύνσεις	1	4.835	5.252
(lightning)3	Καλές συνθήκες φωτισμού	3	-4.055	-6.004

AIC: 297.28

Τα αποτελέσματα από τη στατιστική ανάλυση για το τρίτο μοντέλο δείχνουν τα εξής:

- Οι πεζοί που κινούνται με ταχύτητα βάρδισης υψηλή, είναι πιο πιθανό να διασχίσουν το οδικό δίκτυο με κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη σε σχέση με τους πεζούς που έχουν χαμηλή ταχύτητα βάρδισης.
- Όταν στο κόμβο η εμφάνιση τους πράσινης ένδειξης δεν είναι συγχρονισμένη και τους δυο κατευθύνσεις, τόσο χαμηλότερη είναι η πιθανότητα να πραγματοποιηθεί παραβατική συμπεριφορά των πεζών σε σχέση με την κόκκινη ένδειξη φωτεινού σηματοδότη.
- Όταν οι συνθήκες φωτισμού είναι αρκετά καλές, είναι πιο πιθανό οι πεζοί να διασχίσουν το οδικό δίκτυο κατά τη διάρκεια τους κόκκινης ένδειξης σε σχέση όταν οι συνθήκες φωτισμού είναι κακές.
- Όταν δεν γίνεται χρήση κινητού τηλεφώνου, ο πεζός είναι πιο πιθανό να παραβιάσει την κόκκινη ένδειξη φωτεινού σηματοδότη κατά τη διάσχιση του.
- Το χρονικό διάστημα (10:00 – 14:00) είναι λιγότερο πιθανόν ο πεζός να διαπράξει παραβίαση τους κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη.
- Όταν οι πεζοί διασχίζουν απευθείας το οδικό δίκτυο χωρίς στάση στη νησίδα, η πιθανότητα για παραβατική συμπεριφορά του πεζού σε σχέση με την κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη είναι πιο χαμηλή.
- Όταν ο φόρτος των οχημάτων είναι υψηλός, υπάρχει χαμηλότερη πιθανότητα οι πεζοί να διασχίσουν το οδικό δίκτυο κατά τη διάρκεια τους κόκκινης ένδειξης, σε σχέση με το όταν ο φόρτος των οχημάτων είναι χαμηλός.
- Όταν τα οχήματα κινούνται με ταχύτητες μεσαίων επιπέδων πριν αρχίσουν οι πεζοί να διασχίζουν το δρόμο, η πιθανότητα παραβατικής συμπεριφοράς του πεζού σε σχέση με τη κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη, είναι μεγαλύτερη σε σχέση με την κίνηση οχημάτων με χαμηλές ταχύτητες.
- Η πιθανότητα διάσχισης των πεζών με κόκκινη ένδειξη αυξάνεται με την αύξηση του χρόνου έναρξης διάσχισης, σε σχέση με το τέλος της πράσινης ένδειξης.

Στη συνέχεια γίνεται η παρουσίαση των μεταβλητών κάθε μοντέλου, που αφορά κάθε κόμβο ξεχωριστά. Για να εισαχθούν τα δεδομένα που αφορούν κάθε κόμβο, χρησιμοποιείται ο κώδικας που απεικονίζεται στην επόμενη εικόνα.

```
data1 <-subset(data, junction==1)
table(data1$junction)
table(data1$junction, data1$id)
```

Εικόνα 4.6: Εισαγωγή δεδομένων για τον κόμβο τους Λ. Μεσογείων

Το subset() είναι μια γενική συνάρτηση τους R που χρησιμοποιείται για να αποκτήσει από το πλαίσιο δεδομένων τους σειρές και τους στήλες (σε όρους R παρατηρήσεις & μεταβλητές). Χρησιμοποιείται τους για να αποκτήσει ένα υποσύνολο διανυσμάτων και υποσύνολο πινάκων. Στη περίπτωση, του κώδικα που συντάχθηκε για τη δημιουργία μοντέλων, η συνάρτηση subset χρησιμοποιεί τα δεδομένα που αφορούν κάθε κόμβο ξεχωριστά, δηλαδή για τον κόμβο τους Λ. Μεσογείων, χρησιμοποιεί, όλα τα δεδομένα των παραμέτρων (γραμμές και στήλες), που αφορούν μόνο αυτό το κόμβο.

Το Μοντέλο IV: είναι ένα μοντέλο με δεδομένα από παρατηρήσεις στον κόμβο της Λ. Μεσογείων.

```
> mod4<-glm(viol_ped ~ as.factor(islet) + as.factor(goods) + as.factor(velocity_ped==2) + as.factor(escort) + as.factor(age>=3) + as.factor(crossing), data = data1 , family = "binomial")
```

```
> summary(mod4)
```

Οι ανεξάρτητες μεταβλητές που περιλαμβάνει το μοντέλο παρουσιάζονται στον πίνακα 4.7.

Πίνακας 4.7: Αποτελέσματα ανάλυσης τέταρτου μοντέλου

ΟΝΟΜΑ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ	ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ	ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ	z-value
viol_ped / Σταθερός όρος	Διασχίζουν με κόκκινη ένδειξη	0	-3.002	-3.686
	Διασχίζουν με πράσινη ένδειξη	1		
(islet)1	Απευθείας διάσχιση τους οδού	1	4.473	9.472
(goods)1	Χωρίς τη μεταφορά αγαθών	1	-1.266	-2.161
age≥3	Ενήλικες (30-45)	3	0.682	1.678
	Μεσήλικες (45-65)	4		
	Ηλικιωμένοι (>65)	5		
velocity_ped=2	Μέτρια ταχύτητα πεζού	2	1.776	2.884
(crossing)1	Διάσχιση εκτός διάβασης	1	-1.236	-2.371
(escort)1	Χωρίς τη παρουσία συνοδών	1	1.082	2.300

AIC: 202.62

Τα αποτελέσματα από τη στατιστική ανάλυση για το τέταρτο μοντέλο (κόμβος Λ. Μεσογείων) δείχνουν τα εξής:

- Οι πεζοί που κινούνται με μια μέτρια ταχύτητα βάδισης, είναι λιγότερο πιθανό να διασχίσουν το οδικό δίκτυο με κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη.
- Στο κόμβο της Λ. Μεσογείων, είναι μεγαλύτερη η πιθανότητα ο πεζός να παραβιάσει την κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη χωρίς τη μεταφορά αγαθών σε σχέση με το αν μετέφερε κάποια αγαθά.
- Οι μεγαλύτερες ηλικιακές ομάδες, δηλαδή ενήλικες(30-45), μεσήλικες(45-65) και ηλικιωμένοι (>65) είναι λιγότερο πιθανόν να υποπέσουν σε παραβατική συμπεριφορά τους κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη σε σχέση με τους μικρότερες ηλικιακές ομάδες.
- Όταν οι πεζοί διασχίζουν απευθείας το οδικό δίκτυο χωρίς στάση στη νησίδα, η πιθανότητα για παραβατική συμπεριφορά του πεζού σε σχέση με τη κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη είναι πιο χαμηλή.
- Στην περίπτωση που οι πεζοί διασχίσουν το δρόμο εκτός διάβασης είναι μεγαλύτερη πιθανότητα να αρχίζουν να διασχίζουν με κόκκινη ένδειξη φωτεινού σηματοδότη.
- Χωρίς την παρουσία συνοδών κατά τη διάσχιση του δρόμου, τους πεζός έχει χαμηλότερη πιθανότητα να πραγματοποιήσει παραβίαση τους κόκκινης ένδειξης φωτεινού σηματοδότη.

Για τα μοντέλα που αφορούν τους κόμβους της Λ. Ποσειδώνος και της Λ. Συγγρού χρησιμοποιήθηκε μια νέα συνάρτηση (relevel), η οποία αλλάζει το επίπεδο αναφοράς των επιμέρους μεταβλητών. Επειδή τους, μετασχηματίστηκε η μεταβλητή των ηλικιακών ομάδων με άλλο τρόπο, καθώς τα αποτελέσματα του νέου μοντέλου ήταν τέτοια που η εντολή relevel δεν ήταν χρήσιμη.

Η which() επιστρέφει διάνυσμα με τον αριθμό θέσης τους άλλου διανύσματος με λογικές τιμές που ορίζεται τους οποίες θέσεις υπάρχει τιμή TRUE.

```
data2$nage <- 1
data2$nage[which(data2$age==2)] <- 1
data2$nage[which(data2$age==1)] <- 2
data2$nage[which(data2$age==3)] <- 3
data2$nage[which(data2$age==4)] <- 4
data2$nage[which(data2$age==5)] <- 5
```

Εικόνα 4.7: Κώδικας για τη δημιουργία τους μεταβλητής

Το Μοντέλο V: είναι ένα μοντέλο με δεδομένα από παρατηρήσεις στο κόμβο της Λ. Ποσειδώνος.

```
> mod5<-glm(viol_ped ~ as.factor(nage>=2)+as.factor(time)+as.factor(volume_ped==2)
+!(no_viol)+as.factor(velocity_veh_before>=2)+as.factor(escort), data=data2 , family = "binomial", )
> summary(mod5)
```

Οι ανεξάρτητες μεταβλητές που περιλαμβάνει το μοντέλο παρουσιάζονται στον πίνακα 4.8.

Πίνακας 4.8: Αποτελέσματα ανάλυσης πέμπτου μοντέλου

ΟΝΟΜΑ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ	ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ	ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ	z-value
viol_ped/ Σταθερός όρος	Διασχίζουν με κόκκινη ένδειξη	0	4.001	4.600
	Διασχίζουν με πράσινη ένδειξη	1		
time	10:00-14:00	2	-2.665	-3.542
	14:00-16:00	3	-3.190	-3.786
	16:00-18:00	4	-3.224	-4.199
(escort)1	Χωρίς τη παρουσία συνοδών	1	0.561	2.152
volume_ped=2	Μεσαίος κυκλοφοριακός φόρτος πεζών	2	0.804	3.017
no_viol	Αριθμός των παραβατών πεζών που είχαν προηγηθεί του παρατηρούμενου πεζού		-1.093	-5.992
velocity_veh_before≥2	Μεσαία ταχύτητα οχήματος πριν τη διάσχιση του πεζού	2	-0.809	-2.668
	Υψηλή ταχύτητα οχήματος πριν τη διάσχιση του πεζού	3		
nage≥2	Παιδιά (<18)	1	-0.726	-1.946
	Ενήλικες (30-45)	3		
	Μεσήλικες (45-65)	4		
	Ηλικιωμένοι (>65)	5		

AIC: 401.11

Τα αποτελέσματα από τη στατιστική ανάλυση για το πέμπτο μοντέλο (κόμβος Λ. Ποσειδώνος) δείχνουν τα εξής:

- Οι πεζοί που κινούνται με μια μέτρια ταχύτητα βάρδισης, είναι λιγότερο πιθανό να διασχίσουν το οδικό δίκτυο με κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη, σε σχέση με τους πεζούς που κινούνται με χαμηλή ταχύτητα.

- Στο κόμβο της Λ. Ποσειδώνος, οι ηλικιακές ομάδες παιδιά(<18), ενήλικες(30-45), μεσήλικες(45-65) και ηλικιωμένοι (>65) είναι περισσότερο πιθανόν να υποπέσουν σε παραβατική συμπεριφορά της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη σε σχέση με την ηλικιακή κατηγορία νέοι(18-30).
- Χωρίς τη παρουσία συνοδών κατά τη διάσχιση του δρόμου, τους πεζός έχει χαμηλότερη πιθανότητα να πραγματοποιήσει παραβίαση τους κόκκινης ένδειξης φωτεινού σηματοδότη.
- Καθώς αυξάνεται ο αριθμός των παραβατών πεζών που προηγούνται πριν τη διάσχιση του πεζού που αναμένει στο πεζοδρόμιο, τόσο αυξάνεται και η πιθανότητα να παραβιάσει ο πεζός την κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη.
- Όταν η ταχύτητα των οχημάτων έχει υψηλές τιμές (πάνω από το επίπεδο 2), έχει ως αποτέλεσμα να είναι υψηλότερη η πιθανότητα να πραγματοποιηθεί παραβατική συμπεριφορά των πεζών σε σχέση με τους χαμηλές ταχύτητες.
- Στα χρονικά διαστήματα (10:00-14:00), (14:00-16:00) και (16:00-18:00) είναι περισσότερο πιθανόν ο πεζός να διαπράξει παραβίαση τους κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη, σε σχέση με το χρονικό διάστημα (08:00-10:00).

Το Μοντέλο VI: είναι ένα μοντέλο με δεδομένα από παρατηρήσεις στο κόμβο της Λ. Συγγρού.

```
> mod6<-glm(viol_ped ~ as.factor(islet) + as.factor(velocity_veh_before==2) + as.factor(velocity_ped==2) + as.factor(day==6) + as.factor(nage>=3) + as.integer(no_viol>=2) + as.factor(lighting), data = data3, family = "binomial")
```

```
> summary(mod6)
```

Οι ανεξάρτητες μεταβλητές που περιλαμβάνει το μοντέλο παρουσιάζονται στον πίνακα 4.9.

Πίνακας 4.9: Αποτελέσματα ανάλυσης έκτου μοντέλου

ΟΝΟΜΑ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ	ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ	ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ	z-value
viol_ped/ Σταθερός όρος	Διασχίζουν με κόκκινη ένδειξη	0	-1.239	-2.703
	Διασχίζουν με πράσινη ένδειξη	1		
(islet)1	Απευθείας διάσχιση τους οδού	1	2.963	10.018
nage≥3	Ενήλικες (30-45)	3	0.532	2.179
	Μεσήλικες (45-65)	4		
	Ηλικιωμένοι(>65)	5		
no_viol≥2	Αριθμός των παραβατών πεζών που είχαν προηγηθεί του παρατηρούμενου πεζού		-0.848	-1.791
day=6	Σάββατο	6	0.857	3.046
velocity_ped=2	Μέτρια ταχύτητα πεζού	2	1.436	4.606
velocity_veh_before=2	Μεσαία ταχύτητα οχήματος πριν τη διάσχιση του πεζού	2	-0.543	-2.047
(lighting)3	Καλές συνθήκες φωτισμού	3	-0.922	-2.934

AIC: 503.43

Τα αποτελέσματα από τη στατιστική ανάλυση για το έκτο μοντέλο (κόμβος Λ. Συγγρού) δείχνουν τα εξής:

- Οι πεζοί που κινούνται με μια μέτρια ταχύτητα βάδισης, είναι λιγότερο πιθανό να διασχίσουν το οδικό δίκτυο με κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη.

- Στο κόμβο της Λ. Συγγρού οι ηλικιακές ομάδες ενήλικες(30-45), μεσήλικες(45-65) και ηλικιωμένοι (>65) είναι λιγότερο πιθανόν να υποπέσουν σε παραβατική συμπεριφορά τους κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη σε σχέση με τους μικρότερες ηλικιακές ομάδες.
- Καθώς αυξάνεται ο αριθμός των παραβατών πεζών που προηγούνται πριν τη διάσχιση του πεζού που αναμένει στο πεζοδρόμιο, τόσο αυξάνεται και η πιθανότητα να παραβιάσει ο πεζός την κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη.
- Όταν η ταχύτητα των οχημάτων πριν διασχίσει ο πεζός τη διάβαση, έχει μεσαία τιμή είναι υψηλότερη η πιθανότητα να πραγματοποιηθεί παραβατική συμπεριφορά των πεζών σε σχέση με τη κόκκινη ένδειξη φωτεινού σηματοδότη.
- Όταν οι συνθήκες φωτισμού είναι αρκετά καλές, είναι πιο πιθανό οι πεζοί να διασχίσουν το οδικό δίκτυο κατά τη διάρκεια τους κόκκινης ένδειξης.
- Όταν οι πεζοί διασχίζουν απευθείας το οδικό δίκτυο χωρίς στάση στη νησίδα, η πιθανότητα για παραβατική συμπεριφορά του πεζού σε σχέση με τη κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη είναι πιο χαμηλή.
- Στη Λ. Συγγρού το Σάββατο είναι λιγότερο πιθανό ο πεζός να πραγματοποιήσει παραβίαση τους κόκκινης ένδειξης σε σχέση με τη Δευτέρα.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

5.1 Εισαγωγή

Η παραβίαση τους κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη από τους πεζούς ενδέχεται να οδηγήσει σε οδικά ατυχήματα με σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία του πεζού, μέχρι και την απώλεια τους ανθρώπινης ζωής του. Ο αυξημένος αριθμός παραβάσεων σε κόμβους με φωτεινή σηματοδότηση δημιουργεί μεγάλη ανησυχία και για αυτό το λόγο διεξάγονται αρκετές έρευνες πάνω στο συγκεκριμένο θέμα.

Στόχος τους παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση των παραμέτρων επιρροής της παραβατικής συμπεριφοράς των πεζών σε κόμβους με φωτεινή σηματοδότηση. Για το σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκαν παρατηρήσεις, μέσω χρήσης βιντεοκάμερας αλλά και καταγραφής παρατηρήσεων σε τρεις κόμβους: στη Λ. Συγγρού-Δράκου (στο σταθμό μετρό Συγγρού-Φιξ), στη Λ. Ποσειδώνος-Νηρηίδων στο Παλαιό Φάληρο και στη Λ. Μεσογείων-Κονδυλάκη στην Αγία Παρασκευή/Χαλάνδρι (στο σταθμό μετρό Νομισματοκοπείο). Από τους επιλεγμένους κόμβους, ο κόμβος της Λ. Συγγρού είχε φωτεινή σηματοδότηση με χρόνο αντίστροφης μέτρησης για τους πεζούς. Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 11 ώρες παρατηρήσεων στους επιλεγμένους κόμβους και ο συνολικός αριθμός των παρατηρήσεων ανέρχεται στους 1581 πεζούς. Από αυτούς οι 408 αφορούσαν πεζούς που διέσχισαν την οδό με κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη, ενώ οι 1173 αφορούσαν πεζούς που ξεκίνησαν τη διάσχιση με πράσινη ένδειξη φωτεινού σηματοδότη. Οι πρώτοι χαρακτηρίζονταν ως παραβάτες και οι δεύτεροι ως μη παραβάτες. Πιο συγκεκριμένα, για τον κόμβο της Λ. Μεσογείων-Κονδυλάκη ο συνολικός αριθμός των παρατηρήσεων ανέρχεται στους 298 πεζούς, από τους οποίους οι 116 (39%) διασχίζουν με κόκκινη ένδειξη και οι 182 (61%) διασχίζουν με πράσινη ένδειξη. Στον κόμβο της Λ. Ποσειδώνος-Νηρηίδων παρατηρήθηκαν 411 πεζοί, από τους οποίους οι 182 (44%) είναι παραβάτες και οι 229 (56%) είναι μη παραβάτες και στο κόμβο της Λ. Ανδρέα Συγγρού-Δράκου παρατηρήθηκαν 872 πεζοί, από τους οποίους οι 110 (13%) είναι παραβάτες και οι 762 (87%) είναι μη παραβάτες. Τα στοιχεία αυτά υποδεικνύουν τη διαφορετική συμπεριφορά των πεζών στους επιμέρους κόμβους, παρόλο που τα αμιγώς γεωμετρικά χαρακτηριστικά των κόμβων είναι παραπλήσια.

5.2 Περιορισμοί της παρούσας έρευνας

Τα προβλήματα και οι περιορισμοί που παρουσιάστηκαν κατά την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, αφορούσαν την έρευνα πεδίου. Αυτό οφείλεται, στο γεγονός ότι η καταγραφή των παρατηρήσεων γίνεται από ένα άτομο με αποτέλεσμα ορισμένες παράμετροι να μην είναι δυνατόν να καταγραφούν χωρίς κάποιο σφάλμα, όπως η εκτίμηση της ηλικιακής ομάδας κάθε πεζού, το μέσο προσέγγισης ή αναχώρησης των πεζών από τον κόμβο, η χρονική στιγμή που πεζός αρχίζει να διασχίζει το δρόμο εκτός διάβασης (αυτό συνέβη στη περίπτωση που ο πεζός δεν είχε καταγραφεί μέσω της βιντεοκάμερας, άλλα μπορούσε να εντοπιστεί μόνο με παρατήρηση του ερευνητή). Επίσης, η ανάλυση αυτή δεν μπορεί να θεωρηθεί πλήρως αντιπροσωπευτική όσον αφορά τη συμπεριφορά των πεζών συνολικά στους αστικούς κόμβους, καθώς η έρευνα πεδίου πραγματοποιήθηκε σε τρεις μόνο κόμβους σε περίοδο δύο μηνών και σε περιορισμένα χρονικά διαστήματα κάθε φορά. Παρόλα αυτά, με βάση τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την ανάλυση, υπάρχει μια ταύτιση με τα αντίστοιχα αποτελέσματα της διεθνούς βιβλιογραφίας.

5.3 Συμπεράσματα έρευνας

Η δημιουργία των στατιστικών μοντέλων, αποσκοπούσε στον προσδιορισμό του τρόπου επίδρασης των σχετικών παραμέτρων στη συμπεριφορά του πεζού κατά τη διάσχιση του. Από τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την ανάλυση παρατηρείται ότι στα περισσότερα μοντέλα παρουσιάζεται η παράμετρος (no_viol) που συμβολίζει τον αριθμό των παραβατών πεζών που είχαν προηγηθεί να διασχίζουν το δρόμο από τον παρατηρούμενο πεζό. Αύξηση της συγκεκριμένης μεταβλητής είναι πιθανότερο να οδηγήσει το πεζό που αναμένει στο πεζοδρόμιο να παραβιάσει την κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη. Η έρευνα του Maurya (2021) είχε παρουσιάσει το ίδιο συμπέρασμα, ότι οι πιθανότητες παραβίασης της κόκκινης ένδειξης των πεζών είναι σημαντικά υψηλές, αν ένας πεζός διαπιστώσει ότι και άλλα άτομα διασχίζουν τη διάβαση, παραβιάζοντας τη κόκκινη ένδειξη. Μία ακόμη παράμετρος που βρέθηκε να έχει επίδραση στην απόφαση των πεζών να διασχίσουν με κόκκινη ή με πράσινη ένδειξη είναι η ταχύτητα των οχημάτων που πλησιάζουν τον κόμβο. Πιο συγκεκριμένα τα αποτελέσματα υποδεικνύουν, ότι όσο αυξάνεται η ταχύτητα των οχημάτων τόσο αυξάνεται και η πιθανότητα παραβατικής διάσχισης. Υψηλή ταχύτητα συσχετίζεται με χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο και κατ' επέκταση μεγαλύτερα διάκενα για διάσχιση. Στο ίδιο συμπέρασμα είχαν καταλήξει και οι Zhu και Bai (2021) που σύμφωνα με την έρευνά τους η ταχύτητα των οχημάτων που πλησιάζουν το κόμβο επηρεάζει τη συμπεριφορά των πεζών.

Μια επιπλέον παράμετρος που επιδρά σχετικά με τον ίδιο τρόπο στα μοντέλα είναι η ηλικία του πεζού. Πιο συγκεκριμένα, στα μοντέλα που συναντάται η εν λόγω παράμετρος οι νεότεροι πεζοί ηλικίας 18-30 είναι πιο πιθανό να παραβιάσουν την κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη σε σχέση με τις ηλικιακές κατηγορίες 30-45, 45 -65 και >65, οι οποίες παρουσιάζουν σχεδόν σε όλα τα μοντέλα ομοιόμορφη συμπεριφορά μεταξύ τους, με μια μόνο εξαίρεση σε ένα μοντέλο. Σε αρκετές έρευνες έχει βρεθεί ότι οι νεότεροι πεζοί παρουσιάζουν μια αυξημένη παραβατική συμπεριφορά συγκριτικά με τις άλλες ηλικιακές κατηγορίες. Μία επιπλέον παράμετρος που αναμενόταν να διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην απόφαση του πεζού για διάσχιση, αλλά σύμφωνα με τα μοντέλα δεν την επηρεάζει είναι το φύλο του πεζού. Σε πολλές έρευνες είχε βρεθεί ότι οι άνδρες είναι πιο επιρρεπείς στη παραβίαση της ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη συγκριτικά με τις γυναίκες (για παράδειγμα: Gong et al., 2019). Ωστόσο, μέσω της έρευνας πεδίου που πραγματοποιήθηκε για την εν λόγω διπλωματική εργασία προέκυψε ότι το φύλο δεν παρουσιάζεται ως στατιστικά σημαντική παράμετρος στα στατιστικά μοντέλα. Ταυτόχρονα οι γυναίκες πεζοί παρουσιάζουν μεγαλύτερο ποσοστό παραβίασης της κόκκινης ένδειξης συγκριτικά με τους άνδρες πεζούς, με την ποσοστιαία διαφορά να είναι της τάξης του 3%.

Μία παράμετρος που αναμενόταν να αύξανε την παραβατικότητα είναι η χρήση κινητού τηλεφώνου και η χρήση ακουστικών, καθώς συσχετίζεται με την απόσπαση προσοχής. Ωστόσο, κάτι τέτοιο δεν έγινε αντιληπτό από τη καταγραφή των παρατηρήσεων. Επισημαίνεται ότι σε ένα μοντέλο χρήση του κινητού τηλεφώνου συνεπαγόταν χαμηλότερη πιθανότητα παραβατικής συμπεριφοράς. Επισημαίνεται ότι, οι υπό-μελέτη κόμβοι ήταν σε αρτηρίες μεγάλης διατομής (3 λωρίδες ανά κατεύθυνση) με αποτέλεσμα οι πεζοί να είναι πιο προσεκτικοί κατά τη διάσχισή τους σε σχέση με μικρότερες οδούς. Σε αυτό το γεγονός θεωρείται ότι οφείλεται η διαφοροποίηση της επιρροής του κινητού τηλεφώνου στην παρούσα έρευνα σε σχέση με τη διεθνή βιβλιογραφία.

Άλλη μια μεταβλητή που οδηγεί σε παραβατική συμπεριφορά του πεζού είναι η παρουσία συνοδού κατά την διάσχιση. Από τη στατιστική ανάλυση προέκυψε ότι όταν ένας πεζός που προσεγγίζει το κόμβο με τη παρουσία συνοδού είναι περισσότερο πιθανόν να διασχίσει το δρόμο με κόκκινη ένδειξη φωτεινού σηματοδότη. Αυτό ισχύει σε μεγαλύτερο βαθμό όταν ο συνοδός είναι ενήλικας.

Η παράμετρος που εμφανίζεται στα μοντέλα και φαίνεται ότι επηρεάζει αρκετά τη συμπεριφορά του πεζού για διάσχιση είναι ο χρόνος αναμονής για διάσχιση. Αρχικά τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι όσο μεγαλύτερη είναι η διάρκεια της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη, τόσο

υψηλότερη είναι η πιθανότητα διάσχισης με κόκκινη ένδειξη. Αντίστοιχες έρευνες έχουν δείξει κάτι ανάλογο για την συμπεριφορά των πεζών, όσον αφορά την χρονική διάρκεια της κόκκινης ένδειξης, όπως η έρευνα των Gong και Xiao (2019) και αρκετών άλλων. Επιπλέον, αύξηση του χρόνου αναμονής κατά τη διάρκεια της κόκκινης ένδειξης, επίσης φάνηκε να αυξάνει την πιθανότητα διάσχισης.

Επίσης, από τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης προκύπτει, ότι ο κυκλοφοριακός φόρτος, οχημάτων και πεζών και τα χαρακτηριστικά της κυκλοφοριακής κατάστασης, δηλαδή οι ώρες αιχμής αποτελούν παραμέτρους επιρροής. Πιο συγκεκριμένα, όσο περισσότερα είναι τα οχήματα και οι πεζοί και όσο πιο περίπλοκη είναι η κατάσταση κυκλοφορίας και τόσο χαμηλότερη είναι η πιθανότητα παραβίασης της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη. Τέλος από τη στατιστική ανάλυση προέκυψε, ότι όσο καλύτερες είναι οι συνθήκες φωτισμού, τόσο πιο εύκολα μπορεί να επηρεαστεί ο πεζός στην απόφαση του να διασχίσει το δρόμο με κόκκινη ένδειξη και αυτό έρχεται σύμφωνο και με τα αποτελέσματα που προκύπτουν από διεθνείς έρευνες.

5.4 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Για την παρούσα διπλωματική εργασία η συλλογή δεδομένων πραγματοποιήθηκε σε τρεις κόμβους, οι οποίοι είχαν παρεμφερή χαρακτηριστικά. Θα αποτελούσε ενδιαφέρουσα συνέχεια της παρούσας έρευνας να πραγματοποιηθεί έρευνα πεδίου σε αρκετούς κόμβους διαφορετικών χαρακτηριστικών, όπως διαφορετικός αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας, διαφορετικός τύπος κόμβων, αδιαίρετες διατομές (δηλαδή χωρίς την παρουσία νησίδας) και περισσότερους κόμβους με φωτεινή σηματοδότηση αντίστροφης μέτρησης. Αυτό θα είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός αντιπροσωπευτικού δείγματος που αφορά την παραβατική συμπεριφορά των πεζών στους αστικούς κόμβους.

Επιπλέον, η συλλογή δεδομένων θα είχε περισσότερο αξιόπιστο αποτέλεσμα να πραγματοποιούνταν σε αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα, δηλαδή στη διάρκεια ενός χρόνου, για να εξεταστεί αν η συμπεριφορά των πεζών επηρεάζεται από τις καιρικές συνθήκες, για παράδειγμα από τη θερμοκρασία, τη βροχή κ.ο.κ. Επίσης, για αυτό το χρονικό διάστημα θα μπορούσαν να πραγματοποιηθεί η έρευνα σε μεγαλύτερο αριθμό ημερών (καθημερινών και σαββατοκύριακου) για να εξεταστεί αν υπάρχει διαφορά στη συμπεριφορά του δείγματος. Θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί μία αντίστοιχη έρευνα με τις παρατηρήσεις να γίνονται τις βραδινές ώρες χωρίς τη παρουσία φυσικού φωτισμού και να προσδιοριστεί αν υπάρχουν ή όχι διαφοροποιήσεις στις παραμέτρους επιρροής σε σχέση με έρευνες που πραγματοποιήθηκαν υπό την παρουσία φυσικού φωτός. Τέλος, ο τρόπος συλλογής δεδομένων θα είχε περισσότερο ενδιαφέρον να πραγματοποιηθεί και με τη χρήση ερωτηματολογίου, για να εντοπιστεί αν υπάρχει διαφορά στα αποτελέσματα δηλαδή στην αντιληπτή (δηλωθείσα) και στην πραγματική συμπεριφορά των πεζών, αλλά και για να εντοπιστούν τα αίτια της παραβατικής συμπεριφοράς των πεζών.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

ΔΙΕΘΝΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ayati et al. (2021), Evaluating the effects of external factors on pedestrian violations at signalized intersections (a case study of Mashhad, Iran)

Bendak et al. (2021), Factors affecting pedestrian behaviors at signalized crosswalks: An empirical study

Biswas et al. (2017), Effect of Traffic Signal Countdown Timers on Pedestrian Crossings at Signalized Intersection

Diependaele (2019), Non-compliance with pedestrian traffic lights in Belgian cities

Dommes et al. (2016), Red light violations by adult pedestrians and other safety-related behaviors at signalized crosswalks

Galanis et al. (2017), Pedestrian road safety in relation to urban road type and traffic flow

Gong et al. (2019), Pedestrian violations crossing behavior at signal intersections: A case study in Anning District of Lanzhou

Guo et al. (2019), Analysis of Red-Light Violation Behavior of Pedestrian Two-Stage Crossing at a Signalized Intersection

Hao και Gao (2016), Research on Pedestrian Red Light Running Violation Based on the Social Conformity

Jiang et al. (2020), Impact of right-turn channelization on pedestrian safety at signalized intersections

Mao et al. (2021), Analysis and Prediction of Pedestrians' Violation Behavior at the Intersection Based on a Markov Chain

Moshki et al. (2019), Red light violation and pedestrians' modal salient beliefs about unsafe road crossing behavior: a qualitative study

Mukherjee και Mitra (2020), A comprehensive study on factors influencing pedestrian signal violation behaviour: Experience from Kolkata City, India

Pljakić et al. (2022), The influence of traffic-infrastructure factors on pedestrian accidents at the macro-level: The geographically weighted regression approach

Raoniar και Maurya (2022), Pedestrian red-light violation at signalised intersection crosswalks: Influence of social and non-social factors

Wang et al. (2020), Random parameter probit models to analyze pedestrian red-light violations and injury severity in pedestrian-motor vehicle crashes at signalized crossings

Xing et al. (2017), The impact of waiting time on pedestrian violations at signalized intersections

- Zhang και Deng (2019), Analysis of Pedestrians' Red-light Violation Behavior at Signalized Intersections
- Zhang et al. (2016), Exploring factors affecting pedestrians' red-light running behaviors at intersections in China
- Zhu et al. (2021), Roles of personal and environmental factors in the red light running propensity of pedestrian: Case study at the urban crosswalks

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αντωνίου και Σπυροπούλου (2015), Αρχές κυκλοφοριακής τεχνικής και προσομοίωσης
- Χήρας (2019), ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΠΑΡΑΒΙΑΣΗΣ ΤΗΣ ΚΟΚΚΙΝΗΣ ΕΝΔΕΙΞΗΣ ΤΟΥ ΦΩΤΕΙΝΟΥ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗ

ΔΙΑΔΥΚΤΙΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

- <https://www.nrso.ntua.gr/data/>
- <https://www.nrso.ntua.gr/wp-content/uploads/nrso-data-gr9.pdf>
- <https://www.nrso.ntua.gr/wp-content/uploads/nrso-Road-fatalities-by-age-gender-and-road-user-type-Greece-2019.jpg>
- <https://www.nrso.ntua.gr/wp-content/uploads/nrso-Road-fatalities-by-area-and-road-type-Greece-2019.jpg>
- https://road-safety.transport.ec.europa.eu/system/files/2021-09/2013-05-06-dinesh_sethi.pdf
- https://road-safety.transport.ec.europa.eu/eu-road-safety-policy/priorities/safe-road-use/pedestrians_en
- https://road-safety.transport.ec.europa.eu/system/files/2021-07/facts_figures_pedestrians_final_20210323.pdf
- <https://www.scribbr.com/statistics/akaike-information-criterion/>
- (Μανώλης Τζαγκαράκης, Βικτώρια Δασκάλου)
- <https://eclass.upatras.gr/modules/document/file.php/ECON1242/%CE%94%CE%B9%CE%B1%CE%BB%CE%AD%CE%BE%CE%B5%CE%B9%CF%82-%CE%91%CE%9C/6.R-ProgrammingLanguage-Introduction-DataTypes.pdf>
- (Kenneth Train 2009) <https://eml.berkeley.edu/books/choice2.html>
- (Michel Bierlaire,1997)
- <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.36.6894&rep=rep1&type=pdf>