



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

**ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ**

ΤΟΜΕΑΣ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΕΠΙΡΡΟΗΣ
ΤΗΣ ΠΑΡΑΒΙΑΣΗΣ ΤΗΣ ΚΟΚΚΙΝΗΣ
ΕΝΔΕΙΞΗΣ ΤΟΥ ΦΩΤΕΙΝΟΥ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗ,
ΚΑΤΑ ΤΙΣ ΝΥΧΤΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ**



ΘΕΟΔΩΡΟΣ ΓΕΩΡΓΑΝΤΑΣ
ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΩΑ: ΙΩΑΝΝΑ ΣΠΥΡΟΠΟΥΛΟΥ



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ



NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS
SCHOOL OF RURAL & SURVEYING ENGINEERING AND
GEOINFORMATICS ENGINEERING
DEPARTMENT OF INFRASTRUCTURE AND RURAL DEVELOPMENT

INVESTIGATION OF THE PARAMETERS THAT INFLUENCE THE RED LIGHT VIOLATION, DURING THE NIGHT HOURS



THEODOROS GEORGANTAS
SUPERVISOR: IOANNA SPYROPOULOU




LABORATORY OF TRANSPORTATION ENGINEERING

Δήλωση αναγνώρισης πνευματικών δικαιωμάτων

Δηλώνω ότι η διπλωματική αυτή εργασία αποτελεί στο σύνολό της δική μου εργασία, 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.

Θεόδωρος Γεωργαντάς



Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτρια μου, την κυρία Ιωάννα Σπυροπούλου, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια του Τομέα Έργων Υποδομής και Αγροτικής Ανάπτυξης, για τη βοήθεια, τη στήριξη, την καθοδήγηση που μου παρείχε, αλλά και την εμπιστοσύνη που μου έδειξε τόσο κατά την ανάθεση και περάτωση της διπλωματικής μου εργασίας, όσο και στο σύνολο των προπτυχιακών μου σπουδών.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου και τους φίλους μου για τη στήριξη, την αγάπη και τις συμβουλές που μου παρείχαν σε κάθε μου δυσκολία.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία στοχεύει στη διερεύνηση, την ανάλυση και τον προσδιορισμό του συνόλου των παραμέτρων που επηρεάζουν τη συμπεριφορά των οδηγών που παραβιάζουν την κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη, σε αστικούς κόμβους κατά τις νυχτερινές ώρες. Σε ένα πρώτο επίπεδο, πραγματοποιήθηκε μία βιβλιογραφική ανασκόπηση προκειμένου να εντοπιστούν οι κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν την οδική συμπεριφορά των ατόμων, όσον αφορά στην παραβίαση του φωτεινού σηματοδότη, βάσει διεθνών ερευνών. Οι εν λόγω παράμετροι αφορούν κατά κύριο λόγο στα χαρακτηριστικά του οδικού δικτύου, τις συνθήκες κυκλοφορίας, αλλά και τα χαρακτηριστικά του εκάστοτε οδηγού. Κατόπιν, διεξήχθη έρευνα πεδίου με τη μέθοδο των παρατηρήσεων σε δύο κόμβους στην περιοχή του Ζωγράφου και των Ιλισίων. Πραγματοποιήθηκαν συνολικά 10 ώρες παρατηρήσεων, εντός των οποίων καταγράφηκαν 4056 οχήματα εκ των οποίων τα 337 προέβησαν σε παραβίαση της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη. Για τη διεξαγωγή των παρατηρήσεων χρησιμοποιήθηκαν καταγραφές μέσω βιντεοκάμερας αλλά και επί τόπου παρατηρήσεις. Αφού ολοκληρώθηκαν οι καταγραφές πεδίου, ακολούθησε η επεξεργασία των δεδομένων που συλλέχθηκαν, αλλά και η στατιστική τους ανάλυση μέσω μοντέλου logit. Σχεδιάστηκαν συνολικά πέντε μοντέλα επί της συγκεντρωτικής βάσης δεδομένων και τέσσερα μοντέλα για τις επιμέρους προσβάσεις, έτσι ώστε να προσδιοριστούν οι μεταξύ των διαφορές και ομοιότητες. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι νεότεροι ηλικιακά οδηγοί είναι πιθανότερο να παραβιάσουν την κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη, ενώ σχετικά με το φύλο των εκάστοτε οδηγών, φαίνεται πως οι άνδρες είναι πιο επιρρεπείς σε παραβατικές ενέργειες. Επιπροσθέτως, οι οδηγοί που κινήθηκαν δεξιά και ευθεία, κατά την έξοδό τους από την διασταύρωση, είναι πιο πιθανό να προβούν σε παραβίαση, συγκριτικά με εκείνους που έστριψαν αριστερά. Ακόμη, όσον αφορά στην ταχύτητα των οδηγών, παρατηρήθηκε ότι οδηγοί κινούμενοι με μεγαλύτερες ταχύτητες, είναι πιο πιθανό να διασχίσουν τον κόμβο εν μέσω κόκκινης ένδειξης, όπως επίσης και στην περίπτωση ύπαρξης κάποιου συνεπιβάτη. Μία ακόμη αξιοσημείωτη παράμετρος, αποτελεί αυτή του τύπου οχήματος, καθώς οι αναβάτες μοτοσυκλέτας φάνηκε να προχωρούν κατ' εξακολούθηση σε παραβίαση του φωτεινού σηματοδότη, με τους οδηγούς των ΙΧ να ακολουθούν σε συχνότητα παραβάσεων. Τέλος, ο υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος και η παρουσία πεζών στον κόμβο φαίνεται να αποθαρρύνουν τους οδηγούς από την τέλεση παραβατικής πράξης.

ABSTRACT

The present thesis aims to investigate, analyze and determine the set of parameters that influence the behavior of drivers who violate the red light indication, in urban junctions during the night hours. A bibliographic analysis was carried out in order to identify the main factors that influence people's traffic behavior in terms of traffic light violations, based on a substantial number of international research papers. The parameters in question mainly depend on the characteristics of the road network, the traffic conditions, but also the characteristics of the respective driver. Then, field research was conducted using the observational method in two intersections in the areas of Zografou and Ilisia. A total of 10 observations were made, within which 4056 vehicles were recorded from the hours of which 337 violated the red traffic light indication. To carry out the observations, recordings were used through a video camera as well as on-site observations. Following the field recordings, the processing of the collected data followed, as well as their statistical analysis through a logit model. A total of five models were drawn on the aggregated database, and four models for the individual approaches, so as to determine the differences and similarities between them. According to the results, younger drivers are more likely to violate the red signal of the traffic light, while regarding the gender of the respective drivers, it seems that men are more susceptible to violating actions. Additionally, drivers who either turned right or continued straight when exiting the intersection were more likely to commit a violation than those who turned left. Also, regarding the speed of the driver, it was observed that drivers moving at higher speeds are more likely to cross the intersection in the middle of a red light, as well as in the case of the presence of a passenger. Another noteworthy parameter is that of the type of vehicle, as motorcycle riders appeared to continue to violate the traffic light, with car drivers following in frequency of violations. Finally, the high traffic load and the presence of pedestrians at the intersection seem to discourage drivers from committing a violation act.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	19
2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	21
2.1 Οδικά ατυχήματα.....	21
2.1.1 Στοιχεία οδικών ατυχημάτων.....	21
2.1.2 Αίτια οδικών ατυχημάτων.....	23
2.2 Παραβατικές συμπεριφορές.....	26
2.2.1 Συνηθέστερες παραβιάσεις.....	26
2.2.2 Μηχανισμοί παραβατικότητας.....	31
2.2.3 Συνέπειες παραβατικών συμπεριφορών και οδικών ατυχημάτων.....	35
2.3 Παραβιάσεις της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη.....	36
2.3.1 Συχνότητα παραβιάσεων και ανάδειξη των κυριότερων παραμέτρων επιρροής.....	36
2.3.2 Μέτρα αντιμετώπισης.....	44
3. ΕΡΕΥΝΑ ΠΕΔΙΟΥ.....	47
3.1 Εισαγωγή.....	47
3.2 Κόμβοι Μελέτης.....	48
3.2.1 Κόμβος 1: Λεωφόρος Αλεξάνδρου Παπάγου – Οδός Ούλωφ Πάλμε.....	49
3.2.2 Κόμβος 2: Οδός Ούλωφ Πάλμε – Οδός Γρηγορίου Αυξεντίου.....	52
3.3 Διαδικασία συλλογής δεδομένων.....	54
3.3.1 Καταγραφή δεδομένων από παρατηρήσεις.....	54
3.3.2 Καταγραφή οπτικοακουστικού υλικού μέσω βιντεοκάμερας.....	55
3.4 Παράμετροι έρευνας.....	60
3.4.1 Ηλικία και φύλο οδηγού.....	60
3.4.2 Ύπαρξη συνεπιβατών.....	61
3.4.3 Κατηγορία οχήματος.....	61
3.4.4 Ταχύτητα οχήματος.....	62
3.4.5 Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας.....	62
3.4.6 Λωρίδα κυκλοφορίας.....	63
3.4.7 Κατεύθυνση οχήματος.....	63
3.4.8 Διάρκεια πράσινης και κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη.....	64
3.4.9 Χρήση προστατευτικού κράνους.....	64
3.4.10 Ύπαρξη πεζών.....	64
3.4.11 Κυκλοφοριακός φόρτος.....	65
3.4.12 Χρόνος που μεσολάβησε μετά την έναρξη της κόκκινης ένδειξης.....	65
3.4.13 Κλίση Εδάφους.....	65
3.4.14 Ημέρα και ώρα.....	65
3.4.15 Ύπαρξη προηγηθεντων παραβατών.....	66
3.5 Έρευνα πεδίου.....	66
3.5.1 Δοκιμαστικές παρατηρήσεις.....	66
3.5.2 Τελικές παρατηρήσεις.....	67
3.6 Χαρακτηριστικά δείγματος.....	68
4. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	79
4.1 Εισαγωγή.....	79
4.2 Μοντέλα διακριτών επιλογών.....	79
4.2.1 Μοντέλο Logit.....	79
4.2.2 Μοντέλο probit.....	80

4.3 Ανάλυση αποτελεσμάτων	80
4.3.1 Αποκωδικοποίησή δεδομένων.....	81
4.3.2 Το περιβάλλον της R	83
4.3.3 Ανάλυση δεδομένων στην R	84
4.3.3. Ανάλυση μοντέλων	85
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	101
5.1 Εισαγωγή	101
5.2 Περιορισμοί έρευνας	101
5.3 Συμπεράσματα έρευνας	102
5.3.1 Σύγκριση με την διεθνή βιβλιογραφία	102
5.3.2 Σύγκριση με παρεμφερή έρευνα σε κόμβους της Αθήνας.....	105
5.4 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα	106
ΑΝΑΦΟΡΕΣ	107
ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	108

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΕΙΚΟΝΩΝ:

Σχήμα 2.1: Θύματα τροχαίων ανά εκατομμύριο πληθυσμού (Πηγή: www.nrso.ntua.gr) .	24
Σχήμα 2.2: Παραβάσεις, που βεβαιώθηκαν, οδικής κυκλοφορίας και της περί αυτοκινήτων κ.λ.π. οχημάτων νομοθεσίας κατά κατηγορία οχημάτων και κατά μήνα (Πηγή: Πίνακας 95, Στατιστική επετηρίδα Ελληνικής αστυνομίας έτους 2020).....	27
Σχήμα 2.3: Παραβάσεις, που βεβαιώθηκαν, οδικής κυκλοφορίας και της περί αυτοινήτων κ.λ.π. οχημάτων νομοθεσίας και των διοικητικών κυρώσεων, που επιβλήθηκαν για αυτές, κατά κατηγορία οχημάτων και παραβάσεων ή κυρώσεων – Μέρος 1 ^ο (Πηγή: Πίνακας 94, Στατιστική επετηρίδα Ελληνικής αστυνομίας έτους 2020).....	29
Σχήμα 2.4: Παραβάσεις, που βεβαιώθηκαν, οδικής κυκλοφορίας και της περί αυτοινήτων κ.λ.π. οχημάτων νομοθεσίας και των διοικητικών κυρώσεων, που επιβλήθηκαν για αυτές, κατά κατηγορία οχημάτων και παραβάσεων ή κυρώσεων – Μέρος 2 ^ο (Πηγή: Πίνακας 94, Στατιστική επετηρίδα Ελληνικής αστυνομίας έτους 2020).....	30
Σχήμα 2.5: Τυπική διάταξη των ανιχνευτών, υπό την μορφή σκαριφήματος (Ren et al. 2016).....	44
Σχήμα 3.1: Πανοραμική άποψη κόμβου Αλεξάνδρου Παπάγου-Ούλφ Πάλμε (Πηγή: Google maps).....	50
Σχήμα 3.2: Κινήσεις 5&6.....	51
Σχήμα 3.3: Κίνηση 4.....	51
Σχήμα 3.4: Κινήσεις 7,8&9.....	51
Σχήμα 3.5: Πανοραμική άποψη κόμβου Γρηγορίου Αυξεντίου-Ούλφ Πάλμε (Πηγή: Google maps).....	53
Σχήμα 3.6: Κινήσεις 8 & 9.....	53
Σχήμα 3.7: Κίνηση 7.....	53
Σχήμα 3.8: Κινήσεις 1,2&3.....	54
Σχήμα 3.10: Έντυπο καταγραφής παρατηρήσεων.....	55
Σχήμα 3.11: Κάμερα τύπου DSLR, Canon EOS 2000D.....	55
Σχήμα 3.12: Επιλογές τοποθέτησης βιντεοκάμερας στον πρώτο κόμβο.....	56
Σχήμα 3.13: Θέση παρατηρητή κατά την βιντεοσκόπηση των οχημάτων.....	57
Σχήμα 3.14: Επιλογές τοποθέτησης βιντεοκάμερας στον πρώτο κόμβο.....	58
Σχήμα 3.15: Στιγμιότυπο από την βιντεοσκόπηση των οχημάτων.....	59
Σχήμα 3.16: Κινήσεις οχημάτων σε έναν τετρασκελή κόμβο.....	63
Σχήμα 3.17: Παράδειγμα προγράμματος φωτεινής σηματοδότησης (Πηγή: Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015).....	64
Σχήμα 4.1: Δείγμα από την βάση δεδομένων.....	83
Σχήμα 4.2: Περιβάλλον R-studio.....	83

Σχήμα 4.3: Εισαγωγή της βάσης δεδομένων στην R.....	84
Σχήμα 4.4: Παράδειγμα υλοποίησης μοντέλου παλινδρόμησης	84

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.1: Σοβαρές και ήπιες παραβιάσεις (Ansari et al. 2000)	26
Πίνακας 2.2: Συνολικός αριθμός συνηθισμένων παραβιάσεων (Πηγή: Πίνακας 94, Στατιστική επετηρίδα Ελληνικής αστυνομίας έτους 2020)	31
Πίνακας 2.3: Ζώνη αναποφασιστικότητας – ζώνη πιθανής πέδησης (Webster and Ellson 1965).....	45
Πίνακας 3.1: Κόμβος Αλεξάνδρου Παπάγου-Ούλωφ Πάλμε.....	49
Πίνακας 3.2: Κόμβος Γρηγορίου Αυξεντίου-Ούλωφ Πάλμε.....	52
Πίνακας 3.3 : Κατηγορίες οχημάτων	62
Πίνακας 3.4: Ημέρες και διάρκεια μετρήσεων	67
Πίνακας 3.5: Ταυτότητα δείγματος	68
Πίνακας 3.6: Ταυτότητα συνολικού δείγματος (παραβατών και μη παραβατών)	69
Πίνακας 3.7: Ταυτότητα δείγματος παραβατών	72
Πίνακας 3.8: Ταυτότητα δείγματος μη παραβατών	73
Πίνακας 4.1: Κωδικοποίηση παραμέτρων.....	83
Πίνακας 4.2: Τύποι μεταβλητών στην γλώσσα προγραμματισμού R	85
Πίνακας 4.3: Υλοποίηση λογιστικής παλινδρόμησης στην γλώσσα προγραμματισμού R .	85
Πίνακας 4.4: Τιμές z-value και επίπεδα εμπιστοσύνη.....	86
Πίνακας 4.5: Αποτελέσματα ανάλυσης του πρώτου μοντέλου	88
Πίνακας 4.6: Αποτελέσματα ανάλυσης του δεύτερου μοντέλου.....	90
Πίνακας 4.7: Αποτελέσματα ανάλυσης του τρίτου μοντέλου	91
Πίνακας 4.8: Αποτελέσματα ανάλυσης του τετάρτου μοντέλου	92
Πίνακας 4.9: Αποτελέσματα ανάλυσης του πέμπτου μοντέλου	93
Πίνακας 4.10: Αποτελέσματα ανάλυσης του έκτου μοντέλου.....	95
Πίνακας 4.11: Αποτελέσματα ανάλυσης του εβδόμου μοντέλου.....	96
Πίνακας 4.12: Αποτελέσματα ανάλυσης του ογδώου μοντέλου	97
Πίνακας 4.13: Αποτελέσματα ανάλυσης του ενάτου μοντέλου	98
Πίνακας 4.14: Συχνότητα εμφανίσεων των ανεξάρτητων μεταβλητών ανά μοντέλο.....	100
Πίνακας 5.1: Αριθμός εμφανίσεων των ανεξάρτητων μεταβλητών	103
Πίνακας 5.2: Σύγκριση δειγμάτων μεταξύ των δύο ερευνών (2021 – 2023)	105

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

<i>Διάγραμμα 2.1: Ετήσιος αριθμός θανάτων, ατυχημάτων τραυματισμών και τραυματιών στην ΕΕ (Πηγή: CARE- EU road accidents database)</i>	<i>22</i>
<i>Διάγραμμα 2.2: Εξέλιξη αριθμού οδικών τροχαίων ατυχημάτων και παθόντων προσώπων (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ/Τμήμα Στατιστικών Μεταφορών)</i>	<i>22</i>
<i>Διάγραμμα 2.3: Επιβεβαιωμένες παραβιάσεις οδικής κυκλοφορίας ανά μήνα του έτους 2020.....</i>	<i>28</i>
<i>Διάγραμμα 3.1: Διάγραμμα συσχέτισης των παραβατών και μη ανά κατηγορία οχήματος</i>	<i>75</i>
<i>Διάγραμμα 3.2: Διάγραμμα συσχέτισης της ταχύτητας ανά κατηγορία οχήματος.....</i>	<i>76</i>
<i>Διάγραμμα 3.3: Διάγραμμα συσχέτισης της ταχύτητας ανά κατηγορία οχήματος.....</i>	<i>77</i>
<i>Διάγραμμα 3.4: Διάγραμμα συσχέτισης της ταχύτητας ανά κατηγορία οχήματος.....</i>	<i>78</i>

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μάστιγα αποτελεί τόσο στο διεθνή όσο και στον Ελλαδικό χώρο η παραβίαση της φωτεινής ένδειξης του ερυθρού σηματοδότη, με πληθώρα οδηγών να αδιαφορούν και να παρουσιάζουν παραβατικές συμπεριφορές όσον αφορά στον Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας, υιοθετώντας μία παντελώς ασυνείδητη οδηγική συμπεριφορά. Βάσει εκτιμήσεων, περίπου 1,2 εκατομμύρια άνθρωποι χάνουν τη ζωή τους σε τροχαιά ατυχήματα, ενώ πολλά εξ αυτών οφείλονται σε παραβιάσεις του κόκκινου σηματοδότη. Οι φωτεινοί σηματοδότες αποτελούν ψηφιακή σήμανση η οποία αποσκοπεί στη ρύθμιση και την ομαλή διεξαγωγή της κυκλοφορίας, προσδιορίζοντας σε οδηγούς και πεζούς ποιοι έχουν προτεραιότητα ανά πάσα στιγμή. Η μη παραβίαση των ιδίων επιτυγχάνει τη διεξαγωγή ασφαλούς και χωρίς καθυστερήσεις κυκλοφορίας, μειώνοντας με αυτό τον τρόπο και τη συχνότητα εμφάνισης τροχαίων ατυχημάτων. Για τους ανωτέρω λόγους, κρίνεται εξαιρετικά σημαντική η διερεύνηση των παραμέτρων που επηρεάζουν την παραβατική οδηγική συμπεριφορά, έτσι ώστε να καταστεί δυνατός ο σχεδιασμός μέτρων πρόληψης και αντιμετώπισης τέτοιου είδους φαινομένων.

Το δεύτερο κεφάλαιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας εστιάζει στην ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας όσον αφορά σε σχετικές έρευνες, από ερευνητές, πανεπιστημιακά ιδρύματα, επιστημονικά περιοδικά κ.ο.κ. Ξεκινώντας από το γενικότερο πλαίσιο το οποίο αφορά στην οδηγική ασφάλεια και τα οδικά ατυχήματα που προκύπτουν από παραβατικές συμπεριφορές, αναδείχθηκαν ποιες είναι οι συχνότερες παραβιάσεις και τι συνέπειες επιφέρουν αυτές οι ενέργειες. Εν συνεχεία, αναζητήθηκαν και αναλύθηκαν έρευνες οι οποίες εξέτασαν το ζήτημα της παραβίασης της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη, με στόχο την εξοικείωση του ερευνητή με το εν λόγω ζήτημα και τον εμπλουτισμό των γνώσεων γύρω από αυτό. Κατόπιν, έγινε αναφορά σε μέτρα αντιμετώπισης του συγκεκριμένου φαινομένου, όπως αυτά διατυπώθηκαν σε έρευνες της διεθνούς επιστημονικής κοινότητας.

Στο τρίτο κεφάλαιο, πραγματοποιείται μία εκτενής ανάλυση και περιγραφή της έρευνας του πεδίου. Αρχικώς, παρατίθενται τα κριτήρια σύμφωνα με τα οποία επιλέχθηκαν οι κόμβοι προς μελέτη και στη συνέχεια ο τρόπος συλλογής των δεδομένων. Ακολουθεί η καταγραφή των παραμέτρων που παρατηρήθηκαν και μία συνοπτική περιγραφή αυτών. Το συνολικό δείγμα, που προέκυψε από τις μετρήσεις στο πεδίο, παρουσιάζεται μέσω πληθώρας πινάκων και πραγματοποιείται σχολιασμός των επιμέρους χαρακτηριστικών του. Στο τέλος του κεφαλαίου, υπάρχουν διαγράμματα στα οποία αποτυπώνεται η συσχέτιση μεταξύ συγκεκριμένων παραμέτρων.

Το επόμενο στάδιο της εργασίας, αφορά στην στατιστική ανάλυση των συλλεχθέντων δεδομένων και παρουσιάζεται στο 4^ο κεφάλαιο. Αρχικώς, διατυπώνεται το θεωρητικό υπόβαθρο των στατιστικών εργαλείων που χρησιμοποιήθηκαν για τις ανάγκες της ανάλυσης και συγκεκριμένα γίνεται μία αναφορά στο μοντέλο logit και της ευρύτερης οικογένειας στην οποία ανήκει, αυτής των μοντέλων διακριτών επιλογών. Αντίστοιχα, παρουσιάζονται ορισμένες πληροφορίες σχετικά με το προγραμματιστικό περιβάλλον της γλώσσας R, η οποία παρείχε στον ερευνητή να πράξει τις επιθυμητές στατιστικές αναλύσεις. Η εν λόγω

γλώσσα προγραμματισμού προσφέρεται για εξειδικευμένους στατιστικούς υπολογισμούς και λόγω της ευχρηστίας της, αποτελεί την επιλογή ολοένα και περισσότερων επιστημόνων παγκοσμίως. Έπειτα, παρατίθενται τα εννέα μοντέλα που υλοποιήθηκαν σε συνδυασμό με τις παραμέτρους και την επιρροή που ασκούν στην οδηγική συμπεριφορά, σύμφωνα με τα αποτελέσματα.

Το 5^ο και τελευταίο κεφάλαιο της διπλωματικής εργασίας περιλαμβάνει τα συμπεράσματα που εξήχθησαν μετά το πέρας των στατιστικών αναλύσεων που προηγήθηκαν, σχετικά με τις παραμέτρους που επηρεάζουν ή όχι στην απόφαση των οδηγών για παραβίαση της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη. Γίνεται επίσης μία αναφορά στις δυσκολίες και τους περιορισμούς που προέκυψαν κατά την διάρκεια της συλλογής των δεδομένων και τελικώς παρατίθενται ορισμένες ιδέες για περαιτέρω έρευνα πάνω στο θέμα της συγκεκριμένης εργασίας.

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

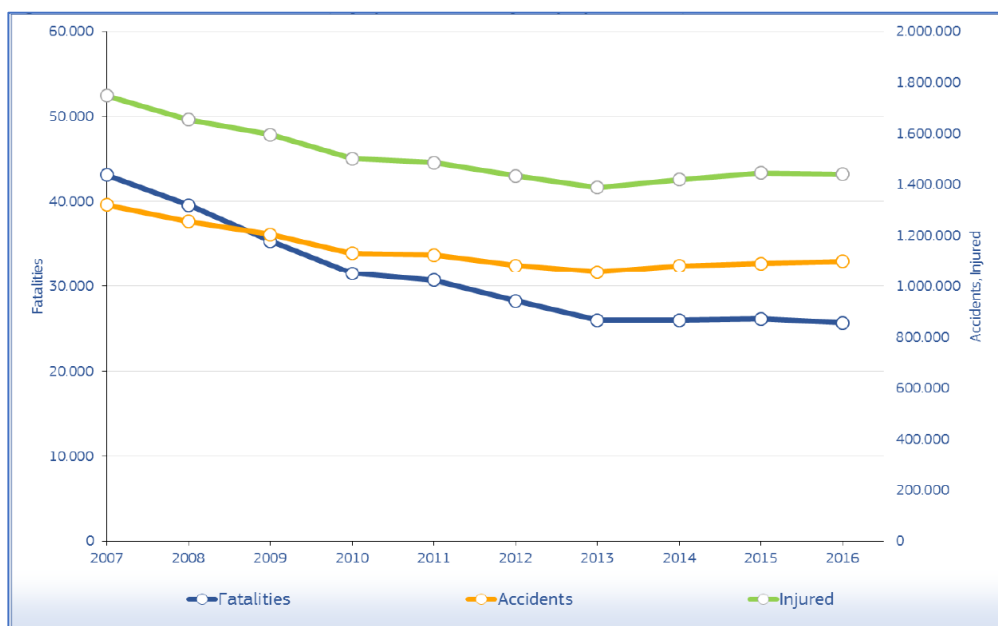
2.1 Οδικά ατυχήματα

2.1.1 Στοιχεία οδικών ατυχημάτων

Τα οδικά ατυχήματα αποτελούσαν ανέκαθεν, τις τελευταίες δεκαετίες, μείζον κοινωνικό πρόβλημα σε παγκόσμιο επίπεδο. Όπως αναφέρει χαρακτηριστικά ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (Global status report on road safety, 2018), περίπου 1.3 εκτομμύρια άνθρωποι χάνουν τη ζωή τους κάθε χρόνο λόγω της άμεσης ή έμμεσης τους εμπλοκής σε κάποιο οδικό ατύχημα, γεγονός που μεταφράζεται σε περισσότερους από 3000 θανάτους ημερησίως. Παραπάνω από το 50% των θανάτων αυτών αφορά στις εύάλωτες ομάδες χρηστών του δρόμου, όπως οι πεζοί, οι ποδηλάτες και οι μοτοσυκλετιστές. Η ηλικιακή ομάδα που απαρτίζεται από άτομα 15 έως 44 ετών αποτελεί και την βασική δεξαμενή θυμάτων. Είναι λογικό, η πλειοψηφία των θυμάτων να είναι άτομα σχετικά νεαρής και παραγωγικής ηλικίας, τα οποία είναι δραστήρια και κινητικά, με αποτέλεσμα να εκτίθενται περισσότερο από άλλους ανθρώπους σε κίνδυνο. Συνολικά, τα οδικά ατυχήματα βρίσκονται στην 11^η θέση της λίστας με τους σημαντικότερους παράγοντες πρόκλησης θανάτων. Πέραν αυτού, υπολογίζεται πως 20 με 50 εκατομμύρια άνθρωποι έχουν τραυματιστεί από αντίστοιχα ατυχήματα, με αρκετούς εξ' αυτών να καταλήγουν να ζουν με μερική ή ολική αναπηρία.

Εκτός των σωματικών βλαβών που μπορούν να προκληθούν, τα οδικά ατυχήματα έχουν σοβαρότατες συνέπειες τόσο στον ψυχισμό των ανθρώπων όσο και στην οικονομία. Αρκεί μόνο να αναφερθεί πως η οικονομική επιβάρυνση για τις προηγμένες χώρες ανέρχεται στο 2 % του ΑΕΠ τους, ενώ αντιστοίχως για τις ασθενέστερες οικονομικά χώρες, το ποσοστό αυτό είναι περίπου 1 – 1.5 %. Σε ορισμένες περιπτώσεις η προκλειθήσα ζημία ενδέχεται να φτάσει και το 3% του ΑΕΠ μίας χώρας. Σε ό,τι αφορά στο ψυχολογικό αποτύπωμα που αφήνει μία τέτοια κατάσταση, αυτό έχει να κάνει συνήθως με τραυματικές αναμνήσεις και βιώματα, τα οποία μπορούν με τη σειρά τους μέσω της συναισθηματικής πίεσης και φόρτισης να προκαλέσουν άγχος ή ακόμη και κατάθλιψη.

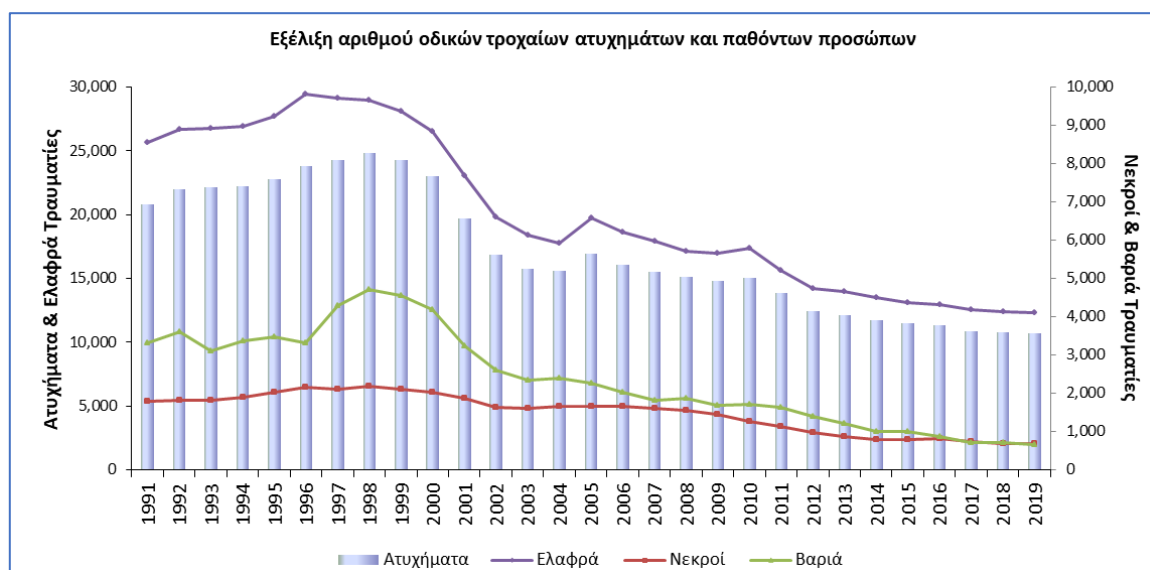
Στην Ελλάδα ο ψηλός αριθμός οδικών ατυχημάτων αποτέλεσε κατά καιρούς σοβαρότατο πρόβλημα, λαμβάνοντας δικαίως και τον χαρακτηρισμό μάλιστα. Ειδικότερα, τα επίσημα στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ καταδεικνύουν την οξύτητα του ζητήματος, ιδίως κατά τη διάρκεια της δεκαετίας 1990-1999. Έκτοτε, η κατάσταση βελτιώθηκε και παρατηρήθηκε μείωση τους. Πολύ ενθαρρυντική ήταν η εικόνα που παρουσιάστηκε στη χώρα την τελευταία δεκαετία, όπου συγκεκριμένα η Ελλάδα παρουσίασε τη μεγαλύτερη ποσοστιαία μείωση (52%) οδικών ατυχημάτων, ανάμεσα στα κράτη της Ε.Ε (European Commission). Η περίπτωση της Ελλάδος, εντάσσεται στη μείωση που υπήρξε γενικότερα στην Ε.Ε., με το αντίστοιχο ποσοστό να είναι 37.5%. Πέραν ελαχίστων εξαιρέσεων όπως τα έτη 2015 και 2016 η πτωτική πορεία του αριθμού των οδικών ατυχημάτων στην Ελλάδα είναι εμφανής, με αποτέλεσμα τόσο οι νεκροί όσο και οι τραυματίες να είναι ολοένα και λιγότεροι.



Διάγραμμα 2.1: Ετήσιος αριθμός θανάτων, ατυχημάτων τραυματισμών και τραυματιών στην ΕΕ (Πηγή: CARE- EU road accidents database)

Οι αναφορές σχετικά με την πτωτική τάση των οδικών ατυχημάτων στον Ευρωπαϊκό και Ελλαδικό χώρο επιβεβαιώνονται από τα Διαγράμματα 2.1 και 2.2. Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, από το έτος 2007 ο αριθμός των ατυχημάτων μειώνεται σταδιακά έως το έτος 2013, από όπου και παρατηρείται μία μικρή αύξηση και έπειτα σταθεροποίηση του αριθμού των συμβάντων, έως την χρονιά 2016. Αντίστοιχη πορεία ακολουθούν και οι τραυματισμοί, ενώ οι θάνατοι έχουν σταθερά πτωτική πορεία.

Στην περίπτωση της Ελλάδος, την δεκαετία του 1990-1999 υπήρξε σημαντική αύξηση στον αριθμό των οδικών ατυχημάτων, με αποτέλεσμα κάθε είδους τραυματισμοί να παρουσιάζουν αντίστοιχη αύξηση. Αντιθέτως, οι θάνατοι δεν μεταβλήθηκαν ιδιαίτερα, όμως σε γενικές γραμμές ακολουθούν το μοτίβο της πορείας των ατυχημάτων και την γενικότερη μείωση κατά το πέρασμα των χρόνων.



Διάγραμμα 2.2: Εξέλιξη αριθμού οδικών τροχαίων ατυχημάτων και παθόντων προσώπων (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ/Τμήμα Στατιστικών Μεταφορών)

2.1.2 Αίτια οδικών ατυχημάτων

Στο σύγγραμμα των Φραντζεσκάκη και Γκόλια (Οδική Ασφάλεια, 1994), τα οδικά ατυχήματα οφείλονται στον συνδυασμό που συνθέτουν ο οδηγός, η οδός και το περιβάλλον και οι χρήστες της οδού.

Ξεκινώντας από τον παράγοντα με την πιο ισχυρή επιρροή, οι μηχανικές βλάβες εξαιτίας ανεπαρκούς συντήρησης ή παλαιότητας των οχημάτων, μπορούν δυνητικά να θέσουν σε κίνδυνο τον οδηγό και τους συνεπιβάτες. Ωστόσο, η λειτουργία των ΚΤΕΟ (Κέντρο Τεχνικού Ελέγχου Οχημάτων) και ο υποχρεωτικός τακτικός έλεγχος των οχημάτων, σίγουρα έχει συμβάλλει σε κάποιο βαθμό στην μείωση των πιθανοτήτων για πρόκληση οδικού ατυχήματος.

Αναφορικά με την οδό και το περιβάλλον στο οποίο εντοπίζεται κάποιος οδηγός, πολλές είναι οι παράμετροι που μπορούν να επηρεάσουν την οδηγική του συμπεριφορά. Ενδεικτικά, τα ανεπαρκή γεωμετρικά χαρακτηριστικά, η κακή ποιότητα κατασκευής του οδικού δικτύου, η λανθασμένη τοποθέτηση παρόδιων στοιχείων (στυλοί, δέντρα κ.ο.κ.) και η πλήρης ή μερική έλλειψη φωτισμού αποτελούν μερικές από αυτές.

Παρόλη την συμβολή που ενδεχομένως έχουν οι παραπάνω παράγοντες, ο άνθρωπος υπήρξε ανέκαθεν ο σημαντικότερος παράγων, καθώς οι ενέργειες και οι αποφάσεις που καλείται να λάβει είναι αυτές που στην συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων μπορούν κάλλιστα να τον οδηγήσουν σε κάποια επικίνδυνη κατάσταση ή να τον βγάλουν από μία τέτοια. Είτε στον ρόλο του οδηγού είτε στο συνεπιβάτη ή και ακόμη και σε αυτόν του πεζού, ο άνθρωπος ευθύνεται κατά κύριο λόγο για την πρόκληση οδικών ατυχημάτων. Ενέργειες όπως η λανθασμένη προσπέραση και η μη συμμόρφωση με την σήμανση και τον φωτεινό σηματοδότη αποτελούν κλασσικά παραδείγματα απρόσεκτης και ριψοκίνδυνης οδηγικής συμπεριφοράς. Πλήθος ερευνών, επιβεβαιώνει άλλωστε τον εν λόγω ισχυρισμό.



Σχήμα 2.1: Θύματα τροχαίων ανά εκατομμύριο πληθυσμού (Πηγή: www.nrso.ntua.gr)

Η έρευνα των (Ashraf et al., 2019) έθεσε ως στόχο την ενδελεχή εξέταση των παραγόντων που σχετίζονται με την πρόκληση οδικών ατυχημάτων στη Ν. Κορέα. Μία πληθώρα παραγόντων ελήφθη υπόψη, οι οποίοι και αναφέρονται αναλυτικά παρακάτω:

- Βροχή
- Ηλικία και φύλο
- Οδηγική εμπειρία
- Κυκλοφοριακός φόρτος
- Υποδομή οδικού δικτύου
- Η επιρροή ημέρας και νύχτας
- Κατανάλωση αλκοόλ
- Τύπος οχήματος
- Συνθήκες φωτισμού
- Πυκνότητα πληθυσμού
- Είδος Παραβίασης Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας (ΚΟΚ)

Να σημειωθεί πως τα αποτελέσματα ήταν προϊόν ανάλυσης μέσω γραμμικής παλινδρόμησης, περιγραφικής και αναλογικής ανάλυσης. Από τα αποτελέσματα αυτά, οι πιο καθοριστικοί παράγοντες βρέθηκε πως ήταν η βροχή και ο κυκλοφοριακός φόρτος. Αναλυτικότερα, η παράμετρος της βροχής διερευνήθηκε, έχοντας λάβει υπόψη τις μέσες βροχερές ημέρες και τον μέσο όρο ατυχημάτων για κάθε μήνα από το 2000 έως και το 2012. Παρατηρείται αρκετή ομοιότητα μεταξύ της καμπύλης των ατυχημάτων και της αντίστοιχης των βροχερών ημερών, για τις περιόδους Ιανουάριος – Μάιος και Νοέμβριος – Δεκέμβριος. Στην περίπτωση αυτή, ο στόχος της παλινδρόμησης ήταν διττός:

1. Αφενός να διερευνήσει εάν η βροχή έχει κάποια σχέση με τη συχνότητα των ατυχημάτων
2. Αφετέρου, να ελέγξει εάν η υψηλή βροχόπτωση έχει σχέση με τον αριθμό των ατυχημάτων

Τελικώς, στην εν λόγω εργασία, αποδείχθηκε πως το μόνο το 11% των οδικών ατυχημάτων είναι δυνατό να προκληθούν από το φαινόμενο της βροχής.

Σε ό,τι αφορά στον έτερο καθοριστικό παράγοντα, τον κυκλοφοριακό φόρτο, παλαιότερες έρευνες των Wang et al. (2016) και Galob et al. (2004) (Wang, Yu & Zhong, 2016) έχουν αποδείξει μία ξεχωριστή συσχέτιση μεταξύ του κυκλοφοριακού φόρτου και των οδικών ατυχημάτων. Αρκετά επιστημονικά ευρήματα αποκαλύπτουν ότι ο υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος έχει μεγάλο αντίκτυπο στη συχνότητα των ατυχημάτων, αλλά όχι και στην σοβαρότητα των προκληθέντων τραυματισμών. Παρομοίως, η ροή της κυκλοφορίας διαπιστώνεται ότι εντείνει την σοβαρότητα των τραυματισμών, και των δύο οδηγών που ενεπλάκησαν στο τροχαίο.

Στην περίπτωση των Ashraf et al., 2019, η ραγδαία αύξηση των οχημάτων δεν συνδυάστηκε με αντίστοιχη επέκταση του οδικού δικτύου. Το γεγονός αυτό φαίνεται πως υπήρξε καταλυτικό για την αύξηση των οδικών ατυχημάτων, λόγω υψηλής συμφόρησης στην κυκλοφορία.

Ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε στον παράγοντα της ώρας και συγκεκριμένα στο κατά πόσο μπορεί η οδική συμπεριφορά των ανθρώπων να επηρεαστεί από τη χρονική περίοδο (ημέρα – νύχτα) και να ωθήσει σε λανθασμένη ενέργεια τον οδηγό και κατά επέκταση σε κάποιο ανεπιθύμητο αποτέλεσμα. Η νύχτα καταλαμβάνει κατά μέσο όρο το 1/3 της συνολικής ημέρας (24ωρο). Ωστόσο το 40% των συνολικών θανάτων και τραυματισμών είναι αποτέλεσμα συμβάντων που έλαβαν χώρα κατά τη νύχτα. Επιπλέον, κάθε ώρα σχετίζεται με διαφορετικό βαθμό επικινδυνότητας θανάτου ή τραυματισμού. Για παράδειγμα, η οδήγηση από τις 2 έως και τις 5 πμ, εγκυμονεί περισσότερους κινδύνους και αντιστοίχως περισσότερες πιθανότητες για ατύχημα.

Η συνηθέστερη εξήγηση για τα υψηλά ποσοστά ατυχημάτων στις νυχτερινές ώρες, συσχετίζεται τόσο με τις συνθήκες χαμηλής ορατότητας όσο και με την υπνηλία - κόπωση. Παρόλα αυτά, υπάρχουν ενδείξεις που υποδεικνύουν ότι τα ατυχήματα δεν αποτελούν συνέπεια μόνο της κακής ορατότητας, αλλά κυρίως της χρήσης των δρόμων. Στη Ν. Κορέα, οι άνθρωποι αποφεύγουν τις νυχτερινές μετακινήσεις και ως εκ τούτου ο αριθμός των συμβάντων είναι μεγαλύτερος κατά την ημέρα. Οι θάνατοι από την άλλη πλευρά είναι περισσότεροι τη νύχτα, στοιχείο που καταδεικνύει την υψηλή επικινδυνότητα που ισχύει για τις ώρες αυτές.

Ομοίως με τη Ν. Κορέα, οι αιτίες πρόκλησης οδικών ατυχημάτων στη Σαουδική Αραβία, διερευνήθηκαν από τους (Ansari et al., 2000). Την περίοδο 1971 - 1997, 564,762 άνθρωποι έχασαν τη ζωή τους ή τραυματίστηκαν εξαιτίας κάποιου οδικού ατυχήματος. Το ποσοστό αυτό αντιστοιχεί στο 3.5% του πληθυσμού της χώρας. Την ίδια περίοδο, πέθαναν από οδικά ατυχήματα 66,914 άνθρωποι. Με άλλα λόγια, κάθε μία ώρα ένας άνθρωπος πεθαίνει και τέσσερις τραυματίζονται. Η σοβαρότητα της κατάστασης αποτυπώνεται στα επίπεδα θνησιμότητας, η οποία έφτασε το αντίστοιχο επίπεδο που αφορά στις καρδιακές παθήσεις και τον καρκίνο.

Από το 1992 έχει παρατηρηθεί σημαντική αύξηση στα οδικά ατυχήματα, η οποία οφείλεται κυρίως στην διαφορετική μέθοδο καταγραφής των συμβάντων. Η αλλαγή της μεθόδου, έγκειται στην εγκατάσταση υπολογιστικών συστημάτων για την ακριβή καταγραφή των ατυχημάτων σε βάσεις δεδομένων.

Στα πλαίσια της συγκεκριμένης έρευνας, οι αιτίες χωρίστηκαν σε δύο κατηγορίες.

Οι Γενικές αιτίες, στις οποίες περιλαμβάνονται, αφενός η αύξηση του αριθμού των οχημάτων και η επέκταση του οδικού δικτύου και αφετέρου, ο αυξημένος αριθμός ομογενών από διάφορες χώρες. Οι

άνθρωποι αυτοί, όπως είναι λογικό, δεν ήταν εξοικειωμένοι με τις τοπικές συνήθειες και απαιτήσεις οδήγησης, με αποτέλεσμα να δημιουργείται σύγχυση και κατά επέκταση πρόσφορο έδαφος για οδικά ατυχήματα.

Η δεύτερη κατηγορία αποτελείται από τις Ειδικές αιτίες. Αναλυτικότερα, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της διερεύνησης, τα περισσότερα ατυχήματα προκλήθηκαν από οδηγικά λάθη. Επιπλέον, πάνω από το 50% των περιπτώσεων, οφείλεται σε υπερβολική ταχύτητα και παραβίαση της ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη και των πινακίδων, οι οποίες ρυθμίζουν την κυκλοφορία βάσει των κανονισμών που διέπουν τον ΚΟΚ της εκάστοτε χώρας. Τέλος, η κατάσταση του οδικού δικτύου και των οχημάτων μπορούν δυνητικά να ωθήσουν σε αύξηση των ατυχημάτων.

Επομένως, συμπεραίνεται πως λάθη και αμέλεια συμβάλλουν σημαντικά διατήρηση και όξυνση της κατάστασης που επικρατεί στους δρόμους της Σαουδικής Αραβίας.

2.2 Παραβατικές συμπεριφορές

2.2.1 Συνηθέστερες παραβιάσεις

Σε συνέχεια της τελευταίας έρευνας, ένα από τα ζητήματα που μελετήθηκε και είναι εξίσου σημαντικό με τα προηγούμενα, αφορά στο είδος της παραβίασης, που προηγήθηκε και πιθανότατα ευθύνεται για την δυνητική πρόκληση ενός ατυχήματος. Συχνά επικρατεί σύγχυση μεταξύ του λάθους και της παραβίασης, σχετικά με το περιεχόμενο και την εννοιολογική τους διαφορά. Αυτό που αποτελεί αδιαμφισβήτητο γεγονός, είναι πως και οι δύο ενέργειες ευθύνονται για μεγάλο αριθμό οδικών ατυχημάτων.

Στο πλαίσιο της διερεύνησης του συγκεκριμένου παράγοντα και της επιρροής του, πραγματοποιήθηκε κατηγοριοποίηση 10 διαφορετικών παραβιάσεων στις εξής δύο κατηγορίες: Σοβαρές και Ήπιες. Ακολουθεί πίνακας με την αναλυτική καταγραφή των παραβιάσεων.

ΠΑΡΑΒΙΑΣΕΙΣ	
ΣΟΒΑΡΕΣ	ΗΠΙΕΣ
Μη τήρηση ασφαλούς οδήγησης	Παραβίαση ανώτατου ορίου ταχύτητας
Παραβίαση φωτεινού σηματοδότη	Επικίνδυνη προσπέραση
Πολύ μικρή απόσταση από το προπορευόμενο όχημα	Απροσεξία πεζών
Επικίνδυνη οδήγη σε κόμβους	Ανεπαρκής συντήρηση οχήματος
Εισχώρηση στην μεσαία λωρίδα	Οδήγηση υπό το αίσθημα κόπωσης

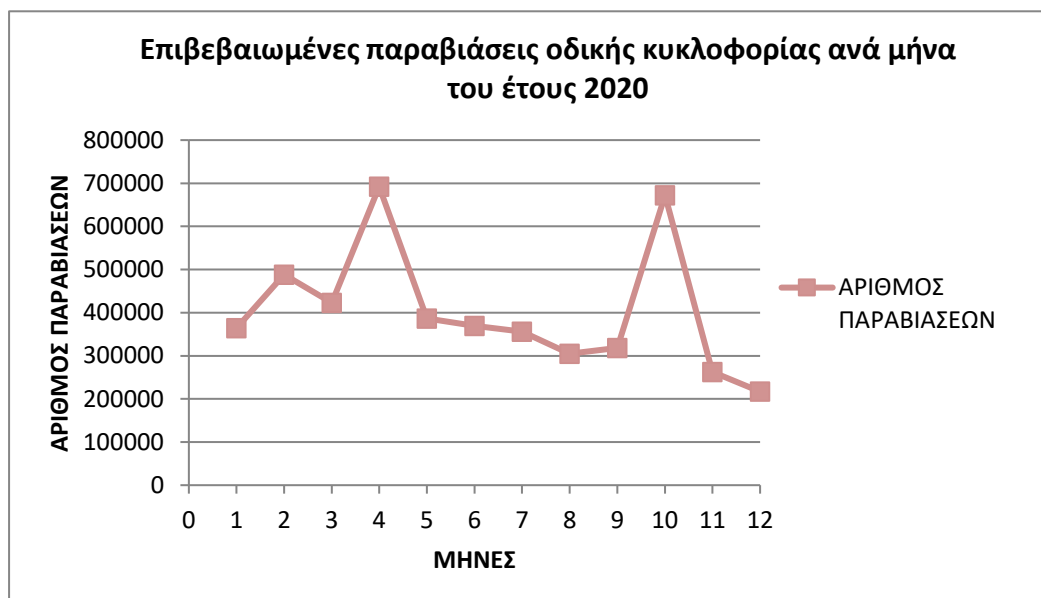
Πίνακας 2.1: Σοβαρές και ήπιες παραβιάσεις (Ansari et al. 2000)

Η μη ασφαλής οδήγηση αποτελεί την παραβίαση με τη σημαντικότερη επιρροή. Ωστόσο, η μη τήρηση των προτύπων ασφαλούς οδήγησης αποτελεί αρκετά γενικό κανόνα με αποτέλεσμα να μην μπορούν να εξαχθούν συγκεκριμένα συμπεράσματα. Η δεύτερη κατά σειρά πιο επιβλαβής παραβίαση, είναι η παραβίαση του φωτεινού σηματοδότη η οποία και αποτελεί συνηθισμένη ενέργεια των οδηγών παγκοσμίως.

ΜΗΝΕΣ	ΦΟΡΤΗΓΩΝ Δ.Χ.	ΦΟΡΤΗΓΩΝ Ι.Χ.	ΕΠΙΒΑΤΗΓΩΝ Δ.Χ.	ΕΠΙΒΑΤΗΓΩΝ Ι.Χ.	ΛΕΩΦΟΡΕΙΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ ΥΠΕΡΑΣΤ.	ΛΕΩΦΟΡΕΙΩΝ ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΩΝ	ΛΕΩΦΟΡΕΙΩΝ ΣΧΟΛΙΚΩΝ	ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΩΝ	ΜΟΤΟΠΟΔΗΛΑΤΩΝ	ΠΟΔΗΛΑΤΩΝ	ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ	ΛΟΙΠΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	ΣΥΝΟΛΟ
Ιανουάριος	10050	46317	4118	241163	150	270	4	53834	6043	2	35	2278	364264
Φεβρουάριος	171502	27218	2740	222500	70	400	6	56940	5139	30	27	1708	488280
Μάρτιος	4833	23224	4068	162892	53	659	5	137557	5239	14	13	84418	422975
Απρίλιος	1993	25922	3657	263198	15	33	1	15733	8757	16	15	372796	692136
Μάιος	5485	41414	2491	195823	68	125	0	130524	8193	8	44	2353	386528
Ιούνιος	9301	29286	3482	212907	43	749	65	101209	12078	8	66	497	369691
Ιούλιος	8882	25757	2293	197786	699	391	2	108881	5913	7	58	5522	356191
Αύγουστος	6161	19905	2085	153339	366	586	0	110847	9722	8	74	1534	304627
Σεπτέμβριος	8650	23639	3876	183562	256	513	97	85020	9754	4	80	2835	318286
Οκτώβριος	14817	32495	1466	218759	244	458	172	83750	10397	6	81	309553	672198
Νοέμβριος	5601	33290	1592	148224	182	170	2	62402	6444	12	19	4771	262709
Δεκέμβριος	4678	17523	3976	137330	178	113	0	47496	3565	4	15	2042	216920

Σχήμα 2.2: Παραβάσεις, που βεβαιώθηκαν, οδικής κυκλοφορίας και της περί αυτοκινήτων κ.λ.π. οχημάτων νομοθεσίας κατά κατηγορία οχημάτων και κατά μήνα (Πηγή: Πίνακας 95, Στατιστική επετηρίδα Ελληνικής αστυνομίας έτους 2020)

Στοιχεία σχετικά με τις παραβιάσεις στην Ελλάδα καταγράφονται στις ετήσιες στατιστικές επετηρίδες. Συγκεκριμένα για το έτος 2020 στον Πίνακα 95 (Τμήμα ΙΙΙ. Στατιστική Τροχαίας), αναγράφονται οι επιβεβαιωμένες παραβιάσεις ανά μήνα του χρόνου και ανά κατηγορία οχήματος (επιβατικά ΙΧ, μοτοσυκλέτες, λεωφορεία κ.ο.κ.). Οι περισσότερες εξ αυτών συνέβησαν τον μήνα Απρίλιο (692,136 παραβιάσεις), με τα επιβατικά ΙΧ να αποτελούν το συνηθέστερο όχημα (236198) συγκριτικά με τα υπόλοιπα, εάν εξαιρεθεί η κατηγορία "Λοιπά οχήματα". Να σημειωθεί πως τον Απρίλιο και τον Οκτώβριο παρατηρούνται, με μεγάλη διαφορά συγκριτικά με τον υπόλοιπο χρόνο, οι περισσότερες παραβιάσεις, ενώ το πρώτο εξάμηνο του χρόνου παρουσιάζει αυξημένο αριθμό στα συμβάντα σε σχέση με το δεύτερο.



Διάγραμμα 2.3: Επιβεβαιωμένες παραβιάσεις οδικής κυκλοφορίας ανά μήνα του έτους 2020

Στο παραπάνω διάγραμμα αποτυπώνεται η πορεία των παραβιάσεων κατά την διάρκεια του έτους 2020, δείχνοντας την απότομη ανοδική πορεία Απριλίου και Οκτωβρίου αντίστοιχα αλλά και την σταδιακή μείωση προς το τέλος του χρόνου, αν εξαιρέση κανείς την έξαρση του Οκτωβρίου.

Οι πίνακες της στατιστικής επετηρίδας της αστυνομίας, παρουσιάζουν και άλλους ενδιαφέροντες συσχετισμούς, όπως για παράδειγμα την καταγραφή του είδους των παραβιάσεων ανά τύπο οχήματος (Πίνακας 94_ Τμήμα ΙΙΙ. Στατιστική Τροχαίας).

ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΡΑΒΑΣΕΩΝ ΚΑΤΑ ΕΙΔΟΣ	ΦΟΡΤΗΓΩΝ Δ.Χ.	ΦΟΡΤΗΓΩΝ Ι.Χ.	ΕΠΙΒΑΤΗΓΩΝ Δ.Χ.	ΕΠΙΒΑΤΗΓΩΝ Ι.Χ.	ΛΕΩΦΟΡΕΙΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ ΥΠΕΡΑΣΤ.	ΛΕΩΦΟΡΕΙΩΝ ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΩΝ	ΛΕΩΦΟΡΕΙΩΝ ΣΧΟΛΙΚΩΝ	ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΩΝ	ΜΟΤΟΠΟΔΗΛΑΤΩΝ	ΠΟΔΗΛΑΤΩΝ	ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ	ΛΟΙΠΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	ΣΥΝΟΛΟ
ΥΠΕΡΒΟΛΙΚΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ	38410	31154	1474	128467	599	1096	2	4888	406	4	17	37	206554
ΑΝΤΙΚΑΝΟΝΙΚΟ ΠΡΟΣΠΕΡΑΣΜΑ	56	603	29	4033	5	5	0	191	22	0	3	3	4950
ΚΙΝΗΣΗ ΣΕ ΑΝΤΙΘΕΤΟ ΡΕΥΜΑ ΚΥΚΛΟΦ.	91	1089	57	7899	7	5	0	649	88	1	1	2	9889
ΕΛΛΕΙΨΗ ΦΩΤΩΝ	212	557	56	990	0	11	0	177	112	0	9	8	2132
ΑΝΤΙΚΑΝΟΝΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΦΩΤΩΝ	46	198	9	572	0	0	0	10	9	0	0	0	844
ΠΑΡΑΒΙΑΣΗ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑΣ	29	202	6	1228	0	2	0	161	49	11	0	2	1690
ΜΗ ΤΗΡΗΣΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	175	899	40	4849	8	4	0	119	54	0	0	2	6150
ΟΔΗΓΗΣΗ ΣΕ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΕΘΗΣ(0.10-0.24 mgr/l ή 0.20 - 0.49 gr/l)	10	57	13	853	0	1	0	812	120	1	0	0	1867
ΟΔΗΓΗΣΗ ΣΕ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΕΘΗΣ(0.41-0.60 mgr/l ή 0.81 - 1.10 gr/l)	8	200	8	3140	1	0	0	260	43	0	4	2	3666
ΟΔΗΓΗΣΗ ΣΕ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΕΘΗΣ(0.25-0.40 mgr/l ή 0.50 - 0.80 gr/l)	18	642	62	9098	0	0	0	830	159	1	3	2	10815
ΟΔΗΓΗΣΗ ΣΕ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΕΘΗΣ(>0.60mgr/l ή >1.10 gr/l)	7	176	5	2268	1	0	0	213	65	2	2	9	2748
ΠΑΡΑΒΙΑΣΗ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗ	106	1011	79	7565	1	5	0	2676	349	3	4	11	11810
ΠΑΡΑΒΙΑΣΗ ΣΗΜΑΤΟΣ ΤΡΟΧΟΝΟΜΟΥ	4	54	7	491	0	1	0	373	81	3	1	86	1101
ΚΙΝΗΣΗ ΑΝΤΙΘΕΤΗ ΣΕ ΜΟΝΟΔΡΟΜΟ	9	203	8	1573	1	0	0	857	243	1	2	5	2902
ΜΗ ΚΙΝΗΣΗ ΣΕ ΔΕΞΙΟ ΑΚΡΟ ΟΔΟΥ	13	128	2	571	1	1	2	21	1	0	0	0	740
ΑΝΤΙΚΑΝΟΝΙΚΟΙ ΕΛΙΓΜΟΙ	110	784	88	5258	2	5	2	1053	145	1	0	9	7457
ΥΠΕΡΒΑΡΟ-ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΟΡΤΙΟΥ	627	590	3	224	0	0	0	17	1	0	2	0	1464
ΠΑΡΑΒΙΑΣΗ ΠΡΟΤΕΡ. ΠΕΖΩΝ ΣΕ ΔΙΑΒΑΣΗ	2	21	1	111	0	0	0	7	0	0	0	0	142

Σχήμα 2.3: Παραβάσεις, που βεβαιώθηκαν, οδικής κυκλοφορίας και της περί αυτοινήτων κ.λ.π. οχημάτων νομοθεσίας και των διοικητικών κυρώσεων, που επιβλήθηκαν για αυτές, κατά κατηγορία οχημάτων και παραβάσεων ή κυρώσεων – Μέρος 1^ο (Πηγή: Πίνακας 94, Στατιστική επετηρίδα Ελληνικής αστυνομίας έτους 2020)

ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΡΑΒΑΣΕΩΝ ΚΑΤΑ ΕΙΔΟΣ	ΦΟΡΤΗΓΩΝ Δ.Χ.	ΦΟΡΤΗΓΩΝ Ι.Χ.	ΕΠΙΒΑΤΗΓΩΝ Δ.Χ.	ΕΠΙΒΑΤΗΓΩΝ Ι.Χ.	ΛΕΩΦΟΡΕΙΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ ΥΠΕΡΑΣΤ.	ΛΕΩΦΟΡΕΙΩΝ ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΩΝ	ΛΕΩΦΟΡΕΙΩΝ ΣΧΟΛΙΚΩΝ	ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΩΝ	ΜΟΤΟΠΟΔΗΛΑΤΩΝ	ΠΟΔΗΛΑΤΩΝ	ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ	ΛΟΙΠΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	ΣΥΝΟΛΟ
ΑΠΟΣΠΑΣΗ ΠΡΟΣΟΧΗΣ ΟΔΗΓΟΥ	9	214	30	1422	2	1	1	201	33	0	0	7	1920
ΜΗ ΧΡΗΣΗ ΖΩΝΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	412	5548	149	23890	106	35	6	19	6	0	0	3	30174
ΕΛΛΕΙΨΗ ΖΩΝΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	2	97	10	279	18	1	0	3	0	0	0	1	411
ΣΤΕΡΗΣΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΑΔΕΙΑΣ ΟΔΗΓΟΥ	132	1699	93	23106	3	4	0	20562	4748	9	11	132	50499
ΘΟΡΥΒΟΙ ΓΕΝΙΚΑ	2	96	25	1875	1	0	1	1993	592	0	0	1	4586
ΚΑΥΣΑΕΡΙΑ	86	451	73	1146	0	5	1	53	6	0	0	0	1821
ΠΑΡΑΝΟΜΕΣ ΣΤΑΘΜΕΥΣΕΙΣ	568	12746	2032	215921	35	246	4	19171	3844	3	37	75	254682
ΜΗ ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΟΥ ΚΡΑΝΟΥΣ	0	23	5	453	0	0	0	36191	9632	4	0	86	46394
ΛΟΙΠΕΣ ΠΑΡΑΒΑΣΕΙΣ ΣΗΜΑΝΣ. ΓΕΝΙΚΑ	18546	16150	1542	78258	624	370	38	17256	6147	67	181	3659	142838
ΧΡΗΣΗ ΚΙΝΗΤΟΥ ΤΗΛΕΦΩΝΟΥ	246	1646	107	10275	3	7	0	974	234	0	1	35	13528
ΠΑΡΑΒΑΣΕΙΣ Κ.Τ.Ε.Ο.	107	2929	68	13835	3	8	1	3032	117	0	0	2	20102
ΠΑΡΑΒΑΣΕΙΣ ΦΟΑΡΜΕΝΩΝ ΕΛΑΣΤΙΚΩΝ	819	1759	18	1852	3	2	1	181	25	0	4	13	4677
ΜΗ ΧΡΗΣΗ ΠΑΙΔΙΚΩΝ ΚΑΘΙΣΜΑΤΩΝ	18	150	4	861	0	2	3	22	1	0	0	0	1061
ΚΙΝΗΣΗ ΣΤΗΝ ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΛΩΡΙΔΑ	11	83	0	155	1	6	0	10	3	0	0	0	269
ΑΝΑΣΦΑΛΙΣΤΑ ΟΧΗΜΑΤΑ	68	1610	91	9648	1	12	2	5936	1985	8	87	61	19509
ΣΥΝΟΛΟ	60959	83769	6194	562166	1426	1835	64	118918	29320	119	369	4253	869392

Σχήμα 2.4: Παραβάσεις, που βεβαιώθηκαν, οδικής κυκλοφορίας και της περί αυτοινήτων κ.λ.π. οχημάτων νομοθεσίας και των διοικητικών κυρώσεων, που επιβλήθηκαν για αυτές, κατά κατηγορία οχημάτων και παραβάσεων ή κυρώσεων – Μέρος 2^ο (Πηγή: Πίνακας 94, Στατιστική επετηρίδα Ελληνικής αστυνομίας έτους 2020)

Ανάμεσα στους τύπους παραβιάσεων που έγκεινται στις αμιγώς οδηγικές συμπεριφορές, όπως η υπερβολική ταχύτητα ή η χρήση κινητού τηλεφώνου εν ώρα οδήγησης, και όχι στις παραλείψεις (π.χ. ανασφάλιστα οχήματα), η παραβίαση του σηματοδότη αποτελεί σημαντικότερη κατηγορία. Όπως και στην συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων, τα επιβατηγά ΙΧ βρίσκονται στην κορυφή του συγκεκριμένου τύπου παραβίασης, ενώ αρκετά υψηλός ήταν και ο αριθμός των μοτοσυκλετιστών που παραβίασαν τον φωτεινό σηματοδότη.

Προκειμένου να γίνει ευκολότερα αντιληπτό, απομονώθηκαν από τον πίνακα ορισμένες κλασσικές οδηγικές παραβιάσεις έτσι ώστε να φανεί η μετακύ τους κλιμάκωση, με φθίνουσα σειρά.

Τύπος Παραβίασης	Συνολικός αριθμός επιβεβαιωμένων συμβάντων
Υπερβολική ταχύτητα	206,554
Λοιπές παραβιάσεις σήμανσης	142,838
Μη χρήση ζώνης ασφαλείας	30,174
Χρήση κινητού τηλεφώνου	13,528
Παραβίαση φωτεινού σηματοδότη	11,810
Οδήγηση σε κατάσταση μέθης (0.25-0.40 mgr/l)	10.815

Πίνακας 2.2: Συνολικός αριθμός συνηθισμένων παραβιάσεων (Πηγή: Πίνακας 94, Στατιστική επετηρίδα Ελληνικής αστυνομίας έτους 2020)

2.2.2 Μηχανισμοί παραβατικότητας

Είναι πολύ κρίσιμο να πραγματοποιηθεί ένας διαχωρισμός σχετικά με τις ενέργειες που προηγήθηκαν και τελικώς επέφεραν κάποιο ατύχημα και ειδικότερα, κατά πόσο αυτές ήταν αποτέλεσμα συνειδητής επιλογής ή παραπτώματος. Πρόσφατες αναλύσεις έχουν υποδείξει ότι οι μη ασφαλείς ή αλλιώς επικίνδυνες ενέργειες που πραγματοποιούνται σε απρόβλεπτες συνθήκες, μπορούν να διακριθούν σε δύο κατηγορίες συμπεριφοράς:

1. Σφάλματα
2. Παραβιάσεις

Στην έρευνα των (Parker et al., 1995), το σφάλμα ορίζεται ως η αποτυχία των προγραμματισμένων δράσεων να επιτύχουν το επιθυμητό αποτέλεσμα, χωρίς την παρέμβαση κάποιας απρόβλεπτης υπηρεσίας. Δύο είναι οι τύποι σφαλμάτων, αναλογικά με τη βαρύτητα που διακρίνει το αντίκτυπο της πράξης.

1. Πταίσμα/Ολίσθημα: Οι ενέργειες ενδέχεται να αποκλίνουν από ένα συγκεκριμένο πλάνο.
2. Σφάλμα/Λάθος: Οι ενέργειες μπορεί να συμβαδίζουν με μία κατεύθυνση η οποία αποκλίνει από την πορεία προς τον επιδιωκόμενο στόχο. Να σημειωθεί πως το σφάλμα είναι πιο σοβαρό και ενδεχομένως πιο επιβλαβές, από ένα απλό πταίσμα.

Οι παραβιάσεις από την αντίπερα όχθη, ορίζονται ως η εσκεμμένη παράβαση κάποιων κανόνων ή κοινωνικώς αποδεκτού κώδικα συμπεριφοράς. Τέτοιες πράξεις μπορούν να διαπραχθούν για ποικίλους λόγους. Ένας τρόπος για να διακριθούν είναι μέσω του ζητήματος της πρόθεσης. Μία ακούσια παράβαση, είναι από ψυχολογικής και όχι νομικής, απόψεως πιο πιθανό να θεωρηθεί σφάλμα παρά παράβαση. Η σκοπιμότητα μπορεί να είναι είτε κακόβουλη, έχοντας την πρόθεση να

επιφέρει κάποια αρνητική έκβαση ή μη κακόβουλη. Από τη σκοπιά της αιτίας ενός ατυχήματος, οι παραβιάσεις που δεν περιέχουν δόλο, αποτελούν την κατηγορία με το μεγαλύτερο ενδιαφέρον.

Σκοπός των (Parker et al., 1995) αποτέλεσε η περαιτέρω διερεύνηση της διάκρισης των εννοιών παραβίασης και σφάλματος, χρησιμοποιώντας ένα μεγαλύτερο δείγμα και ένα εμπειρικά ανασχεδιασμένο μετρητικό όργανο. Επιπροσθέτως, αξιολογήθηκε η δυναμική των σχέσεων μεταξύ της εμπλοκής σε οδικό ατύχημα και της αυτοαναφερόμενης συχνότητας διάπραξης παραβιάσεων και των πιθανών επικίνδυνων οδηγικών σφαλμάτων.

Ένα ερωτηματολόγιο εστάλη σε 2,187 ανθρώπους, οι οποίοι με την σειρά τους αποτελούν κομμάτι ενός μεγαλύτερου συνόλου 18,000 εθελοντών που είχαν εκφράσει την επιθυμία τους να συμμετέχουν σε έρευνα σχετικά με την οδηγική ασφάλεια. Η ομάδα αυτή συγκροτήθηκε από το Εργαστήριο Μεταφορών και Οδηγικής Έρευνας (Transport and Road Research Laboratory - TRL) της Μεγάλης Βρετανίας.

Το δείγμα κατηγοριοποιήθηκε ανά ηλικία και φύλο για να συμπεριλάβει 200 οδηγούς από κάθε μία από τις 11 ηλικιακές κατηγορίες 17-20 έως και 66-70.

Η εκτίμηση της χρησιμότητας του ερωτηματολογίου συμπεριφοράς, στην πρόβλεψη πιθανότητας ατυχήματος, αναδείχθηκε σε μείζων στόχο της έρευνας. Για τον λόγο αυτό, το ήδη υπάρχον δείγμα ενισχύθηκε από επιπλέον 273 οδηγούς, οι οποίοι προέρχονταν από την ίδια δεξαμενή ανθρώπων, με τη μόνη διαφορά όμως ότι οι τελευταίοι έχουν εμπλακεί στο παρελθόν σε οδικό ατύχημα. Πιο συγκεκριμένα, οι 273 νεοεισελθόντες είχαν εμπλακεί ως οδηγοί σε δύο ή περισσότερα ατυχήματα κατά τριετή περίοδο πριν από την έρευνα του TRL.

Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να υποδείξουν μέσω μίας κλίμακας 6 επιπέδων (0 = ποτέ, 5 = σχεδόν πάντα) πόσο συχνά επιδίδονταν σε κάθε μία από τις 24 συμπεριφορές που αναφέρονται στο ερωτηματολόγιο, ενώ οδηγούσαν. Οι τρεις κλίμακες (Violation = Παραβίαση, Error = Σφάλμα, Lapse = Πταίσμα/Ολίσθημα) αποτελούμενες από 8 τοποθετήσεις έκαστη, ελέγχθηκαν για εσωτερική συνέπεια. Ο έλεγχος αυτός πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του Cronbach's alpha. Ο συντελεστής αυτός αποτελεί μέτρο εσωτερικής συνοχής, μέτρο αξιοπιστίας κλίμακας αλλά όχι στατιστικό έλεγχο.

Τα αποτελέσματα ήταν τα εξής:

- 0.84 για την κατηγορία "Σφάλμα"
- 0.80 για την κατηγορία "Παραβίαση"
- 0.72 για την κατηγορία "Πταίσμα"

Σε αυτό το σημείο, να σημειωθεί πως με τον όρο ατύχημα εννοείται κάποιο περιστατικό στο οποίο υπήρξε τραυματισμός ανθρώπου, ζημιά σε ιδιοκτησία καθώς και ζημιά σε κάποιο εκ των εμπλεκόμενων οχημάτων.

Τα 24 στοιχεία του ερωτηματολογίου (Driver Behaviour Questionnaire) υπεβλήθησαν σε ανάλυση μέσω της στατιστικής τεχνικής, Varimax Rotation, η οποία χρησιμοποιείται για να αποσαφηνιστεί η σχέση μεταξύ παραγόντων.

Ενδεικτικά, η μέση τιμή ανά κατηγορία (mean raw score) ανά κατηγορία ήταν:

- 0.58 για την κατηγορία "Σφάλμα"

- 0.66 για την κατηγορία "Παραβίαση"
- 0.99 για την κατηγορία "Πταίσμα"

Σε ό,τι αφορά στους συντελεστές των παραγόντων πρόβλεψης, οι παράμετροι του ερωτηματολογίου συσχετίστηκαν μέσω ανάλυσης παλινδρόμησης με δημογραφικά στοιχεία και συγκεκριμένα την ηλικία, το φύλο, τα ετήσια χιλιόμετρα και η εκτίμηση των οδηγικών ικανοτήτων.

Σχετικά με την πρόβλεψη λαθών, δύο παράγοντες φαίνεται να συνδέονται συστηματικά με την αναφορά τους και αυτοί είναι η αυτοεκτίμηση και το φύλο. Όσοι διαπράττουν λάθη εκτίμησαν τον εαυτό τους ως σχετικά κακούς οδηγούς, συγκριτικά με ανθρώπους αντίστοιχης ηλικίας και φύλου. Οι άνδρες ήταν αυτοί, από τα δύο φύλα, που κατέγραψαν οριακά περισσότερα λάθη.

Οι ίδιοι παράγοντες σχετίζονται και με την πρόβλεψη πταισμάτων. Σε αυτήν την περίπτωση οι γυναίκες παρουσίασαν μεγαλύτερη ροπή προς τα παραπτώματα/πταίσματα και αυτό φαίνεται πως συνδέεται με την αντίληψη που έχουν για τον εαυτό τους, θεωρώντας πως υπολείπονται σε ικανότητες οδήγησης. Όσον αφορά στις παραβιάσεις, οι παράμετροι της ηλικίας, του φύλου, της αυτοεκτιμήσεως και των ετήσιων χιλιομέτρων ήταν αυτοί που λήφθηκαν υπόψη, για τις προβλέψεις. Μέσω των διαδικασιών που ακολουθήθηκαν στα πλαίσια της έρευνας, σκιαγραφήθηκε το προφίλ του ενδεχόμενου παραβάτη. Συνολικά, οι παραβάτες ως επί το πλείστον φαίνεται να είναι νέοι, άνδρες, με υψηλή αυτοεκτίμηση για τις οδηγικές τους ικανότητες, διανύοντας παράλληλα πολλά χιλιόμετρα ετησίως.

Προκειμένου να είναι εφικτή η πρόβλεψη εμπλοκής κάποιου οδηγού σε ατύχημα, πραγματοποιήθηκε ιεραρχική ανάλυση παλινδρόμησης, λαμβάνοντας υπόψη την ηλικία, το φύλο, τα διανυθέντα ετήσια χιλιόμετρα και τους συντελεστές του ερωτηματολογίου. Ορισμένες παράμετροι, μεμονωμένα και σε σημαντικό βαθμό, αποδείχθηκαν καταλυτικές στην πρόβλεψη του ποσοστού των ατυχημάτων. Αυτές ήταν τα ετήσια χιλιόμετρα που διανύει ο καθένας, η ηλικία, το φύλο και ο δείκτης της κατηγορίας των παραβιάσεων του ερωτηματολογίου. Όσο μεγαλύτερος είναι αυτός ο δείκτης, τόσο πιθανότερο είναι να υπάρξει εμπλοκή σε οδικό ατύχημα. Αυτό δεν συνέβη για τις άλλες δύο βασικές κατηγορίες (Σφάλματα, Πταίσματα).

Εν κατακλείδι, το πόρισμα που εξήχθη είναι πως οι παραβιάσεις αποτελούν το είδος συμπεριφοράς που οδηγεί σε επικίνδυνες καταστάσεις και για αυτόν τον λόγο πρέπει να ελαχιστοποιηθούν.

Σε συνέχεια των προαναφερθέντων, ένας από τους καταλληλότερους ορισμούς σχετικά με τα ανθρώπινα σφάλματα προτείνεται από τους (Senders & Moray, 1991), οι οποίοι υποστήριξαν μέσω της εργασίας τους, ότι ένα σφάλμα είτε δεν προοριζόταν να γίνει από τον δράστη, δεν ήταν επιθυμητό από ένα σύνολο κανόνων ή από κάποιον εξωτερικό παρατηρητή ή ότι οδήγησε κάποιο σύστημα εργασιών, εκτός των αποδεκτών ορίων. Τα ανθρώπινα λάθη μπορούν επομένως να οριστούν ως οποιαδήποτε σωματική ή ψυχική αποτυχία, ή ακόμη αποτυχία εκτέλεσης μίας δραστηριότητας, που οδηγεί σε ανεπιθύμητο ή μη αποδεκτό αποτέλεσμα.

Σύμφωνα με εκτιμήσεις, το σφάλμα οδήγησης αποτελεί αιτιώδη παράγοντα σε βαθμό της τάξεως τους 75%, κατά τους (Wierwille et al., 2002) και σε ορισμένες περιπτώσεις έως και 95%, όπως επισήμανε ο (Rumar, 1990). Ως εκ τούτου, είναι προφανές ότι έχουν πολύ μεγάλη συμβολή στην πρόκληση οδικών ατυχημάτων.

Επιπροσθέτως, τα λάθη που οδηγούν σε οδικά ατυχήματα, μπορούν να κατηγοριοποιηθούν εκ νέου σε νέες ενότητες:

- Σφάλματα αναγνώρισης (εσωτερική και εξωτερική απόσπαση προσοχής, ανεπαρκής παρακολούθηση)
- Λανθασμένη απόφαση (ταχύτητα, παράνομος ελιγμός, επιθετική οδήγηση)
- Λάθη στην εκτέλεση
- Κρίσιμα λάθη, πέραν της οδηγικής συμπεριφοράς/εκτελεστικής ικανότητας (κόπωση, υπνηλία, σωματική δυσλειτουργία)

Διεισδύοντας ακόμη περισσότερο στα λάθη και δη αυτών που σχετίζονται με την οδηγική συμπεριφορά, είναι εύλογο να αναρωτηθεί κανείς, ποιοι είναι οι παράγοντες αυτοί που ωθούν σε ανεπιθύμητες ενέργειες και πρωτοβουλίες. Το ερώτημα αυτό αποτέλεσε τον κεντρικό άξονα, στον οποίο βασίστηκε το πείραμα των (Papantoniou, Yannis & Christofa, 2019). Κύριος στόχος ήταν η εξέταση πλήθους παραγόντων που ενδέχεται να σχετίζονται με τα λάθη στην οδήγηση, μέσω διεξαγωγής προσομοιώσεων οδήγησης. Η εκπόνηση των προσομοιώσεων αυτών επετεύχθη χάρη στην συνδρομή 95 εθελοντών, εκ των οποίων οι 47 ήταν άνδρες και οι 48 γυναίκες. Προκειμένου να διερευνηθεί το χαρακτηριστικό της ηλικίας, οι συμμετέχοντες διαχωρίστηκαν σε 3 υποομάδες:

- 28 νέοι: 18-34 ετών
- 31 μεσήλικες: 35-54 ετών
- 36 μεγαλύτεροι: 55-75 ετών

Αναφορικά με το μορφωτικό επίπεδο των 95 ανθρώπων, ο μέσος όρος χρόνων εκπαίδευσης ανέρχεται στα 15.5 έτη, ενώ η οδηγική τους εμπειρία είναι αρκετά υψηλή, καθώς ο αντίστοιχος μέσος όρος χρόνων οδήγησης ισούται με 25.5 έτη.

Στα πλαίσια του πειράματος συμπεριελήφθησαν διάφορα σενάρια, σχετικά με τις συνθήκες και το περιβάλλον στο οποίο κλήθηκαν να οδηγήσουν οι συμμετέχοντες μέσω των συστημάτων προσομοίωσης. Υπεραστικές και αστικές περιοχές με είτε χαμηλό είτε υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο, είναι οι βασικές παράμετροι που συνθέτουν το ψηφιακό φόντο στο οποίο διεξήχθησαν οι δοκιμές. Οι παράγοντες απόσπασης προσοχής (μηδενική απόσπαση, χρήση κινητού τηλεφώνου και συνομιλία με συνεπιβάτη) συμπλήρωσαν τις προαφερθείσες παραμέτρους των οδικών και κυκλοφοριακών συνθηκών.

Οι στατιστικές αναλύσεις περιελάμβαναν την εφαρμογή ανάλυσης παραγόντων καθώς και μοντέλα τύπου SEM (Structural Equation Models), τα οποία αποτελούν ένα σύνολο στατιστικών τεχνικών που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση και την ανάλυση των παρατηρούμενων και κρυμμένων μεταβλητών. Τα μοντέλα αυτά μοιάζουν με την ανάλυση παλινδρόμησης αλλά θεωρούνται πιο ισχυρά.

Το πρώτο στάδιο της επεξεργασίας επιτεύχθηκε μέσω της ανάλυσης παραγόντων, με στόχο να βρεθούν οι μεταβλητές που έχουν την μεγαλύτερη επίδραση στην μη παρατηρούμενη μεταβλητή του οδηγικού σφάλματος. Στο δεύτερο στάδιο, το σφάλμα ορίστηκε ως μία νέα μη παρατηρούμενη μεταβλητή, για λόγους λανθάνουσας ανάλυσης και με τη χρήση των μοντέλων SEM εξετάστηκε η επιρροή των χαρακτηριστικών του οδηγού, του οδικού περιβάλλοντος και του κυκλοφοριακού φόρτου καθώς και της απόσπασης προσοχής, απευθείας στο οδηγικό σφάλμα.

Οι παράμετροι που έχουν θετικό συσχετισμό, σύμφωνα με τα αποτελέσματα των αναλύσεων, είναι το φύλο και η ηλικία. Αντιθέτως, η απόσπαση προσοχής δεν παρουσίασε κάποια αξιοσημείωτη επίδραση στη συμπεριφορά των οδηγών, όπως μαρτυρούν τα στατιστικά, χωρίς αυτό να σημαίνει πως δεν

δύναται να ωθήσει τους οδηγούς σε λάθη. Άλλωστε, η απόσπαση της προσοχής μπορεί να συμβάλει στην πρόκληση λανθασμένης ενέργειας, εμμέσως επηρεάζοντας διάφορες άλλες πτυχές, όπως η λήψη απόφασης, η συνειδητοποίηση της κατάστασης κ.ο.κ. Συνολικά, υψηλός συντελεστής επιρροής παρατηρείται στα χαρακτηριστικά του οδηγού και στον τύπο της περιοχής. Η εμπειρία, το επίπεδο εκπαίδευσης και οι αστικές περιοχές δεν παρουσίασαν σταθερή και ουσιαστική επιρροή και για τον λόγο αυτό ο συσχετισμός τους χαρακτηρίζεται αρνητικός, σε ό,τι αφορά στα λάθη οδήγησης. Σύμφωνα με τα παραπάνω και εφόσον ούτε οι κυκλοφοριακές συνθήκες έχουν σημαντικό στατιστικό αντίκτυπο, τα αποτελέσματα της έρευνας επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση, ότι τα λάθη στην οδήγηση είναι άμεσα εξαρτώμενα από τα χαρακτηριστικά του εκάστοτε οδηγού.

2.2.3 Συνέπειες παραβατικών συμπεριφορών και οδικών ατυχημάτων

Από την έρευνα των (Ansari et al., 2000), πέραν των αιτίων που πιθανώς να προκαλούν τροχαία ατυχήματα, παρατίθενται ορισμένες χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με τις συνέπειες των ατυχημάτων αυτών, στη σωματική ακεραιότητα των ανθρώπων. Πλήθος μελετών έχει καταδείξει, πως περίπου το 79% των ασθενών που εισήχθησαν στο Νοσοκομείο Ένοπλων Δυνάμεων του Ριάντ με πρόβλημα ή τραυματισμό στην σπονδυλική στήλη, έχει εμπλακεί σε οδικό ατύχημα. Το αντίστοιχο ποσοστό στις ΗΠΑ ήταν της τάξεως των 47.7%, και 36% για το Ηνωμένο Βασίλειο.

Οι συνέπειες των οδικών ατυχημάτων, δεν περιορίζονται σε έναν τομέα, αλλά άπτονται πολλών διαφορετικών πτυχών της κοινωνίας. Σε ό,τι αφορά το οικονομικό αντίκτυπο, το μέσο εκτιμώμενο ετήσιο κόστος που προκαλείται από τα οδικά ατυχήματα ανέρχεται στα 21 δισεκατομμύρια Ριάλ Σαουδικής Αραβίας, κάτι που την δεδομένη στιγμή αντιστοιχεί σε περίπου 4,745,000,000 ευρώ. Σε βιομηχανικές χώρες οι απώλειες αυτές μπορούν να φτάσουν το 2% του ΑΕΠ. Από ιατρικής απόψεως το 1/3 του συνόλου των κλινών από 175 νοσοκομεία είναι κατηλειμμένα εξαιτίας των οδικών ατυχημάτων. Το γεγονός αυτό αποτελεί μεγάλη επιβάρυνση για το εθνικό σύστημα υγείας, εάν συνυπολογιστεί και η πιθανότητα να υπάρξουν τραυματισμοί που μπορούν να οδηγήσουν σε αναπηρίες, οι οποίες με την σειρά τους μακροπρόθεσμα χρήζουν νοσηλείας και ειδικής φροντίδας. Τα στοιχεία από το Υπουργείο Υγείας, για την περίοδο 1993-1995 παρουσιάζουν τις συχνότερες αιτίες θανάτων στα νοσοκομεία της χώρας:

1. Οδικά ατυχήματα
2. Ογκολογικές παθήσεις – Καρκίνος
3. Καρδιακές παθήσεις

Η μελέτη του Eastern Province Hospital (Σαουδική Αραβία) υποστηρίζει πως το 46% των περιπτώσεων τραυματισμού προέκυψαν από οδικά ατυχήματα, ενώ παράλληλα το 80% των ανθρώπων αυτών ήταν κάτω των 40 ετών. Οι μισοί περίπου είχαν τραύματα στην περιοχή του προσώπου και του κρανίου. Το 50% έλαβε εξιτήριο σε λιγότερο από 10 ημέρες, ενώ το 25% παρέμεινε στο νοσοκομείο για περισσότερο από 30 ημέρες. Από τους ασθενείς που νοσηλεύτηκαν για αρκετό καιρό, το 1/3 αποχώρησε έχοντας σοβαρά νευρολογικά προβλήματα και αναπηρίες.

Ωστόσο, πολλοί άνθρωποι θεωρούν ότι το «τραύμα» ενός αυτοκινητιστικού ατυχήματος είναι καθαρά σωματικό, αλλά σχεδόν κάθε οδικό ατύχημα μπορεί να έχει βαθιά, ψυχολογική επίδραση στο ανθρώπινο μυαλό. Σύμφωνα με το Υπουργείο Υποθέσεων Βετεράνων των ΗΠΑ (U.S. Department of Veteran Affairs), τα ατυχήματα αποτελούν την πιο κοινή αιτία ψυχικού τραύματος για τους άνδρες (25%) και την δεύτερη πιο συχνή αιτία τραύματος για τις γυναίκες (13%). Στην πραγματικότητα, το VA αναφέρει ότι το 9% όλων των θυμάτων οδικού ατυχήματος συνεχίζουν να αναπτύσσουν

διαταραχή μετατραυματικού στρες, μια σοβαρή κατάσταση ψυχικής υγείας που μπορεί να επηρεάσει την καθημερινή ζωή. Το σώμα μπορεί να τραυματιστεί λίγο έως καθόλου, ωστόσο η συναισθηματική κατάσταση μπορεί να επηρεαστεί σημαντικά. Οι τραυματικές αναμνήσεις από το ατύχημα μπορούν να προκαλέσουν μακροχρόνιες ψυχικές και συναισθηματικές καταστάσεις υγείας, όπως άγχος, ακόμη και κατάθλιψη, και μπορεί να απαιτούν κάτι περισσότερο από μερικές επισκέψεις στο γιατρό.

2.3 Παραβιάσεις της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη

2.3.1 Συχνότητα παραβιάσεων και ανάδειξη των κυριότερων παραμέτρων επιρροής

Ο (Al-Atawi, 2014) διερεύνησε και αξιολόγησε τα χαρακτηριστικά του φαινομένου της παραβίασης της κόκκινης ένδειξης φωτεινού σηματοδότη. Ειδικότερα, ανέλυσε την επίδραση των χαρακτηριστικών του κόμβου που αφορούν στην γεωμετρία του, την τοποθεσία του, καθώς και διάφορες άλλες κυκλοφοριακές παραμέτρους. Η καταγραφή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση καμερών, σε 38 κόμβους της πόλης Tabuk του Βασιλείου της Σαουδικής Αραβίας. Συγκεντρώθηκαν δεδομένα για τις ημέρες Σάββατο έως Τετάρτη, κάθε εβδομάδας, τις πρωινές (6-9 πμ) και βραδινές (6-9 μμ) ώρες. Στοιχεία που εμπίπτουν στα χωρικά χαρακτηριστικά του κόμβου συλλέχθηκαν με μετρήσεις στην εκάστοτε περιοχή, ενώ κυκλοφοριακοί δείκτες και παραβιάσεις υπολογίστηκαν μέσω των καταγραφών που πραγματοποιούν οι κάμερες. Συγκεκριμένα οι μεταβλητές που συμπεριλαμβάνονται στην έρευνα είναι οι εξής: η κατεύθυνση της κίνησης, η ταχύτητα, η ταχύτητα στον κόμβο, το πλάτος της διατομής του κόμβου, ο κυκλοφοριακός φόρτος επί του κόμβου, ο αριθμός των λωρίδων στο ενδιαφερόμενο ρεύμα κίνησης και το χρονικό διάστημα της κόκκινης ένδειξης. Ενδεικτικά ο μέγιστος φόρτος που καταγράφηκε σε κόμβο εντός μίας ημέρας, δηλαδή σε συνολικό διάστημα έξι ωρών, ήταν 29480 ενώ ο μικρότερος 5022.

Για την ανάλυση των δεδομένων, πραγματοποιήθηκε σε πρώτο στάδιο, μία περιγραφική ανάλυση των παραβιάσεων που συνέβησαν και σε δεύτερο στάδιο μία ανάλυση πολλαπλής παλινδρόμησης. Η παλινδρόμηση ως στατιστική ανάλυση προβλέπει τις τιμές μίας εξαρτημένης μεταβλητής, στην προκειμένη περίπτωση τον αριθμό παραβιάσεων ανά 1000 οχήματα, από ορισμένες ανεξάρτητες μεταβλητές. Εν κατακλείδι, από τη διερεύνηση αυτή αναδεικνύεται πως ο ρυθμός με τον οποίο προβαίνουν στην παραβίαση της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη οι κάτοικοι της Tabuk είναι αισθητά μεγαλύτερος από χώρες όπως οι ΗΠΑ και η Αυστραλία, γεγονός που αντικατοπτρίζει την εν γένει επιθετική οδήγηση των κατοίκων της πόλης. Παρατηρείται επίσης σημαντική συσχέτιση μεταξύ των παραβιάσεων και των διαφόρων μεταβλητών που συμμετείχαν στην ανάλυση, όπως το πλάτος της διατομής και ο κυκλοφοριακός φόρτος σε κάθε σκέλος.

Σύμφωνα με την έρευνα του Stofan (2021), για τις μεθόδους συλλογής δεδομένων κυκλοφορίας, το 2017 υπήρχαν 500 εκατομμύρια κάμερες παρακολούθησης παγκοσμίως, που παρήγαγαν 15 δισεκατομμύρια gigabyte δεδομένων εβδομαδιαίως. Αυτός ο αριθμός διπλασιάζεται κάθε 2 χρόνια και είναι προφανές ότι σήμερα, αλλά και στο μέλλον, τα περισσότερα από τα καταγεγραμμένα πλάνα κάμερας δεν θα εξετάζονται από ανθρώπινα μάτια. Είναι πολύ πέρα από την ανθρώπινη ικανότητα κάνει κάτι τέτοιο. Από τα στοιχεία που αναγράφονται παραπάνω, προκύπτει πως η χρήση βιντεοκαμερών σε σηματοδοτούμενους κόμβους αποτελεί πλέον την επικρατέστερη μέθοδο συλλογής πληροφοριών για ερευνητικούς σκοπούς.

Στα πλαίσια αντίστοιχων ερευνητικών σκοπών ήταν και η εργασία των (Al-Omari & Al-Masaeid, 2003), οι οποίοι εξέτασαν τις παραβιάσεις της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη, σε

προάστια και υπεραστικές περιοχές, στην Ιορδανία. Σκοπός τους ήταν να προσδιορίσουν την επίδραση παραμέτρων, όπως η ηλικία του οδηγού, ο τύπος του οχήματος, ο τύπος του κόμβου, στην πρόκληση του φαινομένου αυτού. Οι μετρήσεις στο πεδίο έλαβαν χώρα σε 15 κόμβους, σε διαφορετικές περιοχές. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν αφορούσαν αποκλειστικώς τη διάρκεια των πρωινών ωρών αιχμής. Προκειμένου το δείγμα να είναι αντιπροσωπευτικό, επιλέχθηκαν τρεις τύποι κόμβων και συγκεκριμένα διασταύρωση, τρισκελής κόμβος τύπου-Y και τρισκελής κόμβος τύπου-T.

Συνολικά καταγράφηκαν 1190 οδηγοί που είχαν την δυνατότητα να παραβιάσουν την κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη, από τους οποίους οι 153 εν τέλει το έπραξαν. Με βάση τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την εφαρμογή μοντέλου παλινδρόμησης, τα άτομα νεαρής ηλικίας, έχουν όπως φαίνεται την τάση να παραβιάζουν συχνότερα την κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη, ενώ το ίδιο διαφαίνεται και για όσους οδηγούν φορτηγό. Ακόμη, σημαντικό ρόλο, σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση, διαδραματίζει η ταχύτητα προσέγγισης προς τη νοητή διατομή της οδού, η οποία όσο αυξάνεται, τόσο πιθανότερο είναι να υπάρξει παραβίαση.

Στην ίδια κατεύθυνση κινήθηκαν και οι (Apon, n.d.) θέτοντας ως στόχο, την ανάδειξη των χαρακτηριστικών που αφορούν στους οδηγούς και τα οχήματα, τα οποία ωθούν σε παραβίαση της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη. Η περιοχή που εξετάσθη είναι η επαρχία Isfahan, στο Ιράν. Τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν ήταν καταχωρημένα στο τμήμα Πληροφοριών και Τεχνολογίας της Τροχαίας.

Κατά την πενταετία 2012-2016, 9765 οδηγοί ενεπλάκησαν σε τροχαία ατυχήματα, λόγω ανυποκοής των ιδίων ή άλλων στην κόκκινη ένδειξη. Επιπλέον, υπάρχουν συμπληρωματικά στοιχεία σχετικά με τον τύπο του οχήματος, τις καιρικές συνθήκες, την τοποθεσία, χαρακτηριστικά του οδηγού, ημερομηνία κ.ο.κ. Επιλέχθηκαν έξι μεταβλητές, με το προφίλ του οδηγού να αποτελεί την εξαρτημένη μεταβλητή. Οι υπόλοιπες πέντε και συγκεκριμένα, ο τύπος οχήματος, ο τύπος διπλώματος, το μορφωτικό επίπεδο, το φύλο και η ηλικία ήταν ανεξάρτητες μεταβλητές.

Εν συνεχεία, κατασκευάστηκε δέντρο αποφάσεων (decision tree) προκειμένου να προσδιοριστεί η πιθανότητα υπαιτιότητας ή μη του οδηγού σύμφωνα με τις παραμέτρους που αναφέρθηκαν παραπάνω (ανεξάρτητες μεταβλητές). Τα αποτελέσματα έδειξαν πως ο πρωταρχικός παράγοντας που ενθαρρύνει την παραβατικότητα είναι ο τύπος του οχήματος. Ειδικότερα, τα δίκυκλα και τα βαρέα οχήματα, όπως τα φορτηγά ή τα λεωφορεία συγκεντρώνουν τις περισσότερες πιθανότητες μεταξύ των υπολοίπων. Σε επίπεδο οδηγών, οι ηλικίες 18-22.5 είναι συνήθως υπεύθυνοι πρόκλησης ατυχημάτων, εφόσον έχουν αγνοήσει την κόκκινη ένδειξη. Τέλος, άνθρωποι που διαθέτουν τίτλο διδακτορικών σπουδών, έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα να μην είναι υπεύθυνοι πρόκλησης ατυχημάτων.

Αντίστοιχο συσχετισμό μεταξύ παραβιάσεων και κρίσιμων παραγόντων που εμπλέκονται σε αυτές πραγματοποίησαν οι (Szcuzaszek & Klusek, 2019). Αναλυτικότερα, εκπόνησαν έρευνα με σκοπό να προσδιορίσουν τους παράγοντες που ωθούν οδηγούς, ποδηλάτες και πεζούς σε παραβίαση της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη, μέσω μετρήσεων πραγματοποιήθηκαν στο κέντρο της Πολωνικής πόλης Bygdoszcz, κάθε Τρίτη, Τετάρτη, Πέμπτη, Κυριακή, σε πρωινές και απογευματινές ώρες αιχμής, καθώς και ενδιάμεσα αυτών. Επιλέχθηκαν έξι κόμβοι, ορισμένοι με νησίδες και άλλοι με διαγραμμίσεις, ενώ ο αριθμός λωρίδων διέφερε. Δεν εφαρμόστηκε κάποιο είδος στατιστικής ανάλυσης. Αντί αυτού, δημιουργήθηκαν γραφικές παραστάσεις συσχέτισης, όπως για παράδειγμα μεταξύ των παραβιάσεων της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη και του κυκλοφοριακού φόρτου σε κάθε κόμβο. Επιπλέον, αναπαριστάθηκε μέσω ψηφιακών γραφικών εργαλείων, η

κατανομή των παραβατών με κριτήριο την ηλικία και το φύλο τους. Το ίδιο έγινε και την περίπτωση των ποδηλατών και των πεζών.

Συμπερασματικά, η αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου προκαλεί όπως φαίνεται αύξηση στις παραβιάσεις της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη, πιθανώς λόγω εκνευρισμού των οδηγών από τις χρονικές καθυστερήσεις που προκύπτουν. Οι μοτοσυκλετιστές είναι, βάσει των στοιχείων, οι οδηγοί που τείνουν να αγνοούν την κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη, περισσότερο από κάθε άλλη κατηγορία οδηγών. Για τους ποδηλάτες, βρέθηκε πως το 7% δεν υπάκουσε στην κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη, ενώ για τους πεζούς το αντίστοιχο ποσοστό ανέρχεται στο 18%.

Σε πιο στοχευμένη έρευνα προέβησαν οι (Baratian-Ghorghi, Zhou & Wasilefsky, 2016) διερευνώντας την επίδραση της γεωμετρίας ενός κόμβου, στην πρόκληση ατυχημάτων λόγω παραβίασης της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη, εξετάζοντας στην προκειμένη περίπτωση κόμβους της πόλης Alabama των ΗΠΑ. Την πηγή πληροφοριών αποτέλεσε η βάση δεδομένων Critical Analysis and Reporting Environment (CARE), η οποία χρησιμοποιείται από διάφορες πολιτείες. Για το έτος 2013 τα στοιχεία της βάσης δεδομένων CARE αναφέρουν πως στους κόμβους με φωτεινό σηματοδότη στην πόλη Alabama, συνέβησαν 21,906 συγκρούσεις, εκ των οποίων οι 2,650 (12%) είχαν ως αιτία την παραβίαση της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη. Το 60% των ατυχημάτων αυτών, είχε ως αποτέλεσμα μόνο την πρόκληση υλικών ζημιών (Property Damage only), ενώ το 38% περιελάμβανε και τραυματισμούς των επιβατών.

Στα πλαίσια της έρευνας, τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν ήταν: λωρίδα προσέγγισης κόμβου, τύπος κόμβου, οριζοντιογραφία, κλίση οδού και κατεύθυνση διαγράμμισης της οδού. Πραγματοποιήθηκε συσχέτιση των ατυχημάτων, λόγω παραβίασης της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη και των υπολοίπων, με κάθε παράμετρο. Συμπερασματικά, για τις παραμέτρους που μελετήθηκαν, τα αποτελέσματα φανέρωσαν ότι κυρίως σε οδούς με δύο, τέσσερις ή και παραπάνω λωρίδες παρατηρούνται παραβιάσεις. Εάν υπάρχει διαγράμμιση, τότε οδοί δύο ή τεσσάρων λωρίδων παρουσιάζουν περισσότερα περιστατικά. Επιπλέον, σε τετρασκελείς κόμβους με ευθείες οδούς καταγράφηκαν πολλές παραβιάσεις, ειδικότερα, όταν η κλίση ήταν κατηφορική και οι κόμβοι ανισόπεδοι. Εν κατακλείδι, σε ό,τι αφορά στην κατεύθυνση, οι δρόμοι διπλής κατεύθυνσης είναι σαφώς πιο επικίνδυνες με τα ατυχήματα να είναι εμφανώς περισσότερα.

Μεταξύ των πολλών άλλων και οι (Yan et al., 2016) καταπιάστηκαν με το μείζον ζήτημα της συχνότητας των παραβιάσεων της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη, συντάσσοντας έρευνα με σκοπό να αναδείξουν τη συχνότητα αυτή. Επιλέχθηκαν 5 κόμβοι στην Κινεζική πόλη Changsha, όπου με τη χρήση φορητών καμερών και τηλεφώνων με υψηλή φωτογραφική ικανότητα, βιντεοσκοπήθηκαν τα οχήματα και οι πεζοί που διέρχονταν από τη διατομή και τις διαβάσεις αντιστοίχως. Οι βιντεοσκοπήσεις πραγματοποιήθηκαν για διαφορετικούς τύπους ημερών: καθημερινές, Σαββατοκύριακο και αργίες. Εκτός αυτού, για κάθε ημέρα υπήρξαν τέσσερις διαφορετικές περιόδους καταγραφής, οι οποίες συμπεριελάμβαναν δύο ώρες αιχμής (7:30-8:30 πμ και 5:30-6:30 μμ) και δύο ώρες εκτός αιχμής (9:30-10:30 πμ και 3:30-4:30 μμ). Συνολικά συμπληρώθηκαν 60 ώρες παρακολούθησης. Το σύνολο των οχημάτων, μοτοσυκλετιστών, ποδηλατών και πεζών που καταγράφηκαν από τις επιλεγμένες διατομές ήταν 1937732. Αντιστοίχως οι παραβιάσεις ανήλθαν στις 12081.

Εφαρμόστηκε το μοντέλο παλινδρόμησης Poisson προκειμένου να εξεταστεί η επιρροή του τύπου της επιλεχθείσας ημέρας και της περιόδου καταγραφής εντός αυτής, στην παραβατικότητα των οδηγών.

Το αποτέλεσμα της έρευνας ανέδειξε ότι οι μοτοσυκλετιστές, ποδηλάτες και πεζοί αποτελούν τους βασικούς παραβάτες σε σύγκριση με τους οδηγούς των υπόλοιπων οχημάτων. Επιπλέον, η επιρροή της ημέρας και της ώρας διέφερε μεταξύ των παραβατών.

Στην αξιολόγηση τέτοιων πρωτοβουλιών προχώρησαν οι (Vanlaar, Robertson & Marcoux, 2014) για την περίπτωση του προγράμματος παρακολούθησης της κυκλοφορίας σε σηματοδοτούμενους κόμβους, στην πόλη Winnipeg του Καναδά υπολογίζοντας την επίπτωση που αυτή θα επιφέρει σε ατυχήματα που προκαλούνται λόγω υπερβολικής ταχύτητας ή παραβίασης της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη. Χρησιμοποιήθηκαν ειδικοί αισθητήρες στην επιφάνεια του δρόμου, ακριβώς πριν την είσοδο στον κόμβο. Όταν η ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη αλλάζει σε κόκκινη, αυτομάτως οι αισθητήρες ενεργοποιούνται. Μόλις κάποιο όχημα διέλθει από τη διατομή, ενώ η ένδειξη είναι κόκκινη, το σήμα από τους αισθητήρες πυροδοτεί τις κάμερες και αυτές με τη σειρά τους φωτογραφίζουν το διερχόμενο όχημα δύο φορές. Η πρώτη φωτογραφία λαμβάνεται μόλις πριν εισέλθει στον κόμβο, ενώ στη δεύτερη απεικονίζεται εντός αυτού. Είναι σημαντικό η κόκκινη ένδειξη να είναι διακριτή και στις δύο εικόνες. Επιπροσθέτως, οι αισθητήρες, χρησιμοποιώντας στοιχεία όπως η απόσταση και ο χρόνος, υπολογίζουν τη στιγμιαία ταχύτητα του εκάστοτε οχήματος. Εάν αυτή υπερβαίνει το νόμιμο όριο, τότε πάλι η κάμερα πραγματοποιεί λήψεις.

Υλοποιήθηκαν δύο μαθηματικά μοντέλα τύπου ARIMA (Autoregressive integrated moving average), για τα ατυχήματα που προκλήθηκαν τόσο από τις παραβιάσεις της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη, όσο και από τις υπερβάσεις του ορίου ταχύτητας. Τα ατυχήματα κατηγοριοποιούνται σε πρώτο επίπεδο βάσει της αιτίας που τα προκάλεσε. Οι αιτίες αυτές είναι οι δύο παραβιάσεις που προαναφέρθηκαν, η παραβίαση της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη και η υπέρβαση ορίου ταχύτητας. Σε δεύτερο επίπεδο, τα μεν ατυχήματα από την παραβίαση της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη διαχωρίζονται σε σχέση με τη γωνία πρόσκρουσης, ενώ οι δε συγκρούσεις λόγω υπέρβασης του ορίου ταχύτητας διακρίνονται βάσει της προκληθείσας ζημιάς.

Προκειμένου οι καταγραφές να ανταποκρίνονται όσο το δυνατόν περισσότερο στην πραγματικότητα και να είναι βέβαιο πως ορισμένες συγκρούσεις προέκυψαν από υπερβολική ταχύτητα, συμπεριλήφθηκαν μόνο τα περιστατικά που συνέβησαν εκτός ωρών αιχμής. Οι ζώνες των επιθυμητών ωρών αντιστοιχούν στα διαστήματα 09:00-16:00 και 17:00-06:00 και κατά προτίμηση τις ημέρες Σάββατο και Κυριακή. Αυτό συνέβη, διότι κατά τις ώρες αιχμής οι οδηγοί δεν μπορούν να αναπτύξουν μεγάλη ταχύτητα και άρα να προβούν σε παραβίαση του ορίου.

Στις αναλύσεις που ακολούθησαν, χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία από μηνιαίες καταγραφές συγκρούσεων για την χρονική περίοδο: Ιανουάριος 1994 - Δεκέμβριος 2008. Οι πρώτες 12 κάμερες εγκαταστάθηκαν τον Ιανουάριο του 2003. Τον Αύγουστο του ίδιου έτους τοποθετήθηκαν ακόμη 12, ενώ έναν χρόνο αργότερα εγκαταστάθηκαν πάλι 12 κάμερες. Η τελευταία ομάδα, αποτελούμενη και αυτή από 12 κάμερες, τέθηκε σε ισχύ τον Ιούλιο του 2005. Ο συνολικός αριθμός συγκρούσεων για την περίοδο 1994 – 2008, της πόλης Winnipeg, ανέρχεται στις 455,497, ενώ για το ίδιο διάστημα, στην πόλη New Brunswick, σημειώθηκαν 282,057. Να σημειωθεί, πως στη δεύτερη περίπτωση δεν εφαρμόστηκε κάποιο πρόγραμμα παρακολούθησης της κυκλοφορίας. Μερικά ακόμη στοιχεία σχετικά με τις συνέπειες των συγκρούσεων αυτών παρατίθενται παρακάτω:

PDO (Property Damage Only/Υλικές ζημιές) Winnipeg 73% | NB 62%

Injury Crashes (Τραυματισμοί) Winnipeg 26% | NB 37%

Fatal Crashes (Δυστυχήματα) Winnipeg 0.2% | NB 1%

Επιπλέον καταγραφές έγιναν και σε άλλα σημεία της πόλης με σκοπό να εξετασθεί η ενδεχόμενη διασπορά της επιρροής των καμερών παρακολούθησης στις γειτονικές περιοχές. Μέσω της διεξαγωγής συγκεκριμένου πειράματος, εξετάστηκε κατά πόσο η τοποθέτηση καμερών στους κόμβους οδήγησε σε μείωση των περιστατικών παραβατικότητας. Ελέγχθηκαν κόμβοι οι οποίοι δεν συμπεριλήφθηκαν στο πλαίσιο του προγράμματος επιβολής καμερών (σημεία ελέγχου) και ενδιάμεσα σημεία οδών, τόσο το καλοκαίρι όσο και το χειμώνα, προκειμένου να γίνει σύγκριση της μέσης ταχύτητας των διερχόμενων οχημάτων και να διαπιστωθεί εάν αυτή έχει ελαττωθεί εξαιτίας της επιβολής του προγράμματος οδικής ασφαλείας.

Η ανάλυση των δεδομένων έγινε με σχεδιασμό μοντέλου παλινδρόμησης και συγκρίθηκαν τα αποτελέσματα μεταξύ των παραβιάσεων σε κόμβους που υπήραξαν κάμερες με κόμβους που λειτούργησαν ως σημεία ελέγχου χωρίς φυσικά να υπάρχουν συστήματα παρακολούθησης. Το ίδιο έγινε και για την περίπτωση της υπερβολικής ταχύτητας, όπου εκεί το μέτρο σύγκρισης ήταν τα ενδιάμεσα σημεία που περιγράφησαν παραπάνω. Χρησιμοποιήθηκε επίσης και η μεταβλητή t-test για την σύγκριση μέσων όρων ταχύτητας.

Γενικώς, το αποτύπωμα που άφησε η συγκεκριμένη πρωτοβουλία στον τομέα της οδικής ασφαλείας της πόλης Winnipeg, ήταν θετικό. Οι συγκρούσεις εκ δεξιών (Right-Angle crashes) μειώθηκαν κατά 46%. Αντιθέτως οι νωτομετωπικές συγκρούσεις διαδοχικών αυτοκινήτων αυξήθηκαν αρχικώς, όμως στην συνέχεια μειώθηκαν αρκετά. Πιθανώς αυτό να συνέβη εξαιτίας του φόβου που δημιουργήθηκε για ενδεχόμενες κυρώσεις από τις αρμόδιες αρχές, γεγονός που ώθησε τους οδηγούς σε απότομη μείωση της ταχύτητας και πέδηση των οχημάτων. Ωστόσο, η πρώτη κατηγορία ατυχημάτων είναι πιο σοβαρή και επικίνδυνη για τη σωματική ακεραιότητα των εμπλεκομένων. Εν συνεχεία, μετά την τοποθέτηση των τελευταίων καμερών, παρατηρήθηκε μείωση των οδικών ατυχημάτων, στα οποία προκλήθηκαν τραυματισμοί. Τα ατυχήματα με υλικές ζημιές κυμάνθηκαν στα ίδια επίπεδα. Τέλος, διασπορά στην επιρροή του προγράμματος υπήρξε κυρίως κατά τις πρώτες περιόδους παρακολούθησης.

Επίσης αξιολόγηση της επίδρασης των συστημάτων παρακολούθησης και της δυνητικής μείωσης των περιστατικών παραβίασης της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη που μπορούν να προκληθούν πραγματοποιήσαν οι (Porter, Johnson & Bland, 2013). Στα πλαίσια του προγράμματος επιλέχθηκαν οκτώ σηματοδοτούμενοι κόμβοι σε δύο αστικές περιοχές της νοτιοανατολικής Virginia, στους οποίους ο αριθμός των λωρίδων ανά κατεύθυνση μπορεί να ήταν από δύο έως και τέσσερις. Από τους οκτώ κόμβους, οι έξι βρίσκονται στην πόλη A και οι δύο στην πόλη B, υπό την μορφή σημείων ελέγχου. Από τους έξι της πόλης A, μόνον οι τρεις διέθεταν κάμερες εντός των χρονικών ορίων της έρευνας, ενώ οι εναπομείναντες τρεις χρησιμοποιήθηκαν για να γίνει έλεγχος της ενδεχόμενης διασποράς της επίδρασης του προγράμματος.

Η συλλογή των απαιτούμενων δεδομένων έγινε με τη βοήθεια εκπαιδευμένων εθελοντών-παρατηρητών τις ημέρες από Δευτέρα έως και Πέμπτη, στις 4 μ.μ. έως 6 μ.μ, καθώς αυτές τις ώρες έχουν παρατηρηθεί οι περισσότερες συγκρούσεις οχημάτων. Η επιλογή των κόμβων στους οποίους τοποθετήθηκαν κάμερες έγινε βάσει των παρακάτω κριτηρίων: αναλογία ατυχημάτων, καθημερινός κυκλοφοριακός φόρτος, σχέδια για μελλοντικά μέτρα αντιμετώπισης παραβατικών ενεργειών και καταγεγραμμένες παραβιάσεις σε διάστημα δεκαέξι ωρών. Η διαδικασία αυτή διήρκεσε συνολικά οκτώ μήνες και διαχωρίστηκε σε 5 περιόδους-φάσεις παρακολούθησης, όπως αυτές αναφέρονται παρακάτω:

Περίοδος 1 & 2: *Ιουνιος & Ιουλιος 2004* (καμία κάμερα)

Περίοδος 3: Σεπτεμβριος 2004 (κάμερα στον κόμβο A1)

Περίοδος 4: Νοεμβριος 2004 (κάμερα στον κόμβο A2 και αργότερα στον A3)

Περίοδος 5: Ιανουαριος 2005 (κάμερα στον κόμβο A4, που λειτούργησε ως κόμβος-ελέγχου)

Για κάθε περίοδο παρακολούθησης συμπληρώθηκαν δύο φύλα δεδομένων. Στο πρώτο φύλο, τα στοιχεία αφορούσαν μονάχα στους οδηγούς που εισήλθαν τελευταίοι στον κόμβο, για κάθε κύκλο σηματοδότησης και συγκεκριμένα η στιγμή που η ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη έγινε πράσινη και η ένδειξη όταν το όχημα διήλθε από την διατομή. Συνελέχθησαν ακόμη 11 στοιχεία, για όσους διήλθαν από τη διατομή όταν η φωτεινή ένδειξη ήταν πορτοκαλί ή κόκκινη. Ορισμένα από αυτά ήταν το φύλο του οδηγού, η χρήση ή όχι της ζώνης ασφαλείας, η εθνικότητα/φυλετική ομάδα κ.ο.κ. Στο δεύτερο φύλο, προκειμένου να γίνει συσχετισμός με τις πληροφορίες του πρώτου, καταγράφηκε πάλι η χρονική στιγμή που η φωτεινή ένδειξη έγινε πράσινη. Επιπλέον αυτού, σημειώθηκε ο αριθμός των οχημάτων που διήλθαν από τον κόμβο και συνέχισαν σε ευθεία πορεία, η φωτεινή ένδειξη όταν διήλθε και το τελευταίο όχημα, ο συνολικός αριθμός των παραβιάσεων της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη, οι καιρικές συνθήκες και η κατάσταση του οδοστρώματος.

Από τον Ιούνιο του 2004 έως και τον Ιανουάριο του 2005, παρατηρήθηκαν συνολικά 1765 κύκλοι σηματοδότησης. Όπως προαναφέρθηκε, στοιχεία συγκεντρώθηκαν μόνο για όσους εισήλθαν τελευταίοι στον κόμβο και τα δημογραφικά τους στοιχεία ενώ η ένδειξη ήταν πορτοκαλί ή κόκκινη (1433 οδηγοί). Το 65.3% αυτών ήταν λευκοί, το 31.0% αφροαμερικανοί και το 3.7% άλλης φυλής. Η μέση ηλικία ανήλθε στα 33.24 έτη, με το διάστημα τιμών να κυμαίνεται από 16 έως 80 ετών. Για διευκόλυνση των μετέπειτα αναλύσεων, οι οδηγοί κατηγοριοποιήθηκαν στις ηλικιακές ομάδες κάτω των 25, 26-35 και άνω των 36. Οι συνθήκες του οδοστρώματος ήταν ως επί το πλείστον καλές (93.9% στεγνό) και ο καιρός κατά 83% αίθριος. Για τα οχήματα που εισήλθαν τελευταία στους κόμβους, το 18.8% εξ αυτών διήλθε με πράσινη ένδειξη, το 68.4% όταν η ένδειξη ήταν πορτοκαλί και το υπόλοιπο 12.7% διήλθε με κόκκινη ένδειξη.

Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκαν ορισμένες προβλέψεις, τρεις στον αριθμό, σε ό,τι αφορά τις παραβιάσεις της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη και τις εν γένει διελεύσεις όταν η ένδειξη ήταν είτε πορτοκαλί είτε κόκκινη. Κάθε μοντέλο υλοποιήθηκε με ιεραρχικού τύπου παλινδρόμηση. Το πρώτο μοντέλο για την πρόβλεψη των παραβιάσεων, βασίστηκε στον παράγοντα της ύπαρξης καμερών, συνυπολογίζοντας μεταξύ άλλων τον μέσο κυκλοφοριακό φόρτο ανά λωρίδα, την ομάδα κόμβου (πόλη A, B, σημείο ελέγχου) και την περίοδο της έρευνας. Έπειτα, υπολογίστηκαν αντίστοιχα προβλέψεις για διελεύσεις εν μέσω πορτοκαλί και κόκκινης ένδειξης, βάσει των δημογραφικών στοιχείων σε πρώτο στάδιο, ενώ σε δεύτερο στάδιο συμπεριελήφθη και η παρουσία καμερών ως κρίσιμος παράγοντας.

Γενικώς, ο μέσος παραβάτης, βάσει των αποτελεσμάτων, είναι νέος (έως 26 ετών περίπου), δεν φοράει ζώνη, οδηγεί εν μέσω υψηλού κυκλοφοριακού φόρτου και διέρχεται από κόμβους που δεν υπάρχει κάποιος μηχανισμός παρακολούθησης, όπως οι κάμερες εν προκειμένω.

Σε επιβεβαίωση των περισσότερων ερευνών που προαναφέρθηκαν και των αποτελεσμάτων τους, το πόρισμα της εργασίας των (Campisi et al., 2020) αναφέρει πως οι παραβιάσεις τόσο της πορτοκαλί όσο και της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη μπορούν να συσχετιστούν με μία σειρά παραγόντων, όπως η περίοδος παρακολούθησης (ημέρα/νύχτα), το φύλο των οδηγών, τον τύπο του οχήματος αλλά και γεωμετρικά χαρακτηριστικά. Ενδεικτικά, το πλάτος του δρόμου και η πιθανή κατωφέρεια είναι τα δύο σημαντικότερα. Τα δεδομένα της συγκεκριμένης έρευνας έχουν συλλεχθεί

από κόμβους της Ιταλικής πόλης Enna αλλά και από την Θεσσαλονίκη. Οι αναλύσεις στις οποίες υπήχθησαν τα στοιχεία ήταν αρχικώς η περιγραφική στατιστική ανάλυση και εν συνεχεία η συμπερασματική.

Σε μία διαφορετική προσέγγιση προέβησαν οι (Jantosut et al., 2021), καθώς η έρευνά τους εστίασε στην περίπτωση των μοτοσυκλετιστών και τις παραμέτρους που επηρεάζουν την συμπεριφορά τους και κατά επέκταση την παραβατικότητά τους, σε ό,τι αφορά στην κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη. Η έρευνα διεξήχθη στην Ταϋλάνδη και συγκεκριμένα σε 3 κόμβους της πόλης Khon Kaen, όπου και συλλέχθηκαν δεδομένα μέσω βιντεοκαμερών.

Η Ταϋλάνδη διαθέτει ένα από τα υψηλότερα ποσοστά θνησιμότητας, συσχετιζόμενο με τα οδικά ατυχήματα, ανά πληθυσμό 100,00 ανθρώπων. Τα θύματα των μοτοσυκλετιστών αντιστοιχούν στα $\frac{3}{4}$ των συνολικών θυμάτων. Η πόλη Khon Kaen βρίσκεται στο βορειοανατολικό τμήμα της χώρας, με έκταση 228 τ.χλμ. και πληθυσμό, περί τους 120,045 ανθρώπους.

Για την επιλογή των διασταυρώσεων, λήφθηκαν υπόψη τα εξής 3 κριτήρια:

- Επιβαρυνμένο ιστορικό στα οδικά ατυχήματα με μοτοσυκλέτες για κάθε κόμβο
- Καλές συνθήκες φωτισμού κατά τη διάρκεια της νύχτας
- Να υπάρχει διαφοροποίηση στα μεταξύ τους γεωμετρικά χαρακτηριστικά

Με βάση τα παραπάνω, επιλέχθηκαν 1 τρισκελής κόμβος, 1 τετρασκελής κόμβος καθώς επίσης και 1 ακόμη τετρασκελής υπό γωνία διαφορετική των 90 μοιρών.

Καταγράφηκαν συνολικώς, 881 κύκλοι σηματοδότησης, κατά την διάρκεια των οποίων οι μοτοσυκλετιστές ανέρχονται στους 4742. Από αυτούς, το 10.59% (502 σε απόλυτο αριθμό) διέσχισε τον εκάστοτε κόμβο με την φωτεινή ένδειξη του σηματοδότη να είναι κόκκινη. Στη συνέχεια, οι οδηγοί ταξινομήθηκαν σε 4 κατηγορίες, εκ των οποίων οι 3 περιλαμβάνουν τους παραβάτες, ενώ η τελευταία ενσωματώνει τους οδηγούς που είχαν την ευκαιρία να παραβιάσουν την κόκκινη ένδειξη, ωστόσο δεν το έπραξαν.

- Law-obeying drivers (LO): Οι αναβάτες οι οποίοι υπάκουσαν στην ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη και σταμάτησαν κατόπιν της γραμμής στάσης.
- Risk-taking drivers: Οι μοτοσυκλετιστές αυτοί, διέσχισαν τον κόμβο παρανόμως με υψηλή ταχύτητα, χωρίς να επιβραδύνουν
- The opportunistic (OP): Οι συγκεκριμένοι οδηγοί, χαρακτηρίζονται ως καιροσκοπικοί, καθότι σταμάτησαν αρχικώς στο ύψος του φωτεινού σηματοδότη, αλλά ξεκίνησαν την πορεία τους πριν την έναρξη της πράσινης ένδειξης (στο τέλος της κόκκινης ένδειξης)
- The traffic-following riders (TF): Σε αυτήν την κατηγορία συμπεριλαμβάνονται οι οδηγοί που διέσχισαν τον κόμβο εν μέσω κόκκινης ένδειξης, με χαμηλή ταχύτητα, ακολουθώντας την πορεία άλλων μοτοσυκλετιστών που έκανα ακριβώς το ίδιο.

Ακολούθησε το στάδιο της ανάλυσης, η οποία σε πρώτο επίπεδο έγινε με την χρήση του συντελεστή συσχέτισης συνδιακύμανσης Pearson, προκειμένου να εκτιμηθεί η συσχέτιση μεταξύ των παραγόντων επιρροής και των κατηγοριών των παραβατών και μη. Έπειτα, εφαρμόστηκε διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση για να αναδειχθεί η σχέση μεταξύ των παραμέτρων και των συμβάντων παραβατικότητας. Τέλος, πραγματοποιήθηκε πολυωνυμική λογιστική παλινδρόμηση, ώστε να υπολογιστεί η πιθανότητα παραβατικής συμπεριφοράς, για κάθε μία από τις 3 κατηγορίες παραβατών, πάντοτε σε σύγκριση με τους μη παραβάτες (LO).

Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η πλειοψηφία των παραβατών ανήκουν στην κατηγορία των καιροσκοπικών (OP) με τις παραμέτρους που αυξάνουν την πιθανότητα για παραβιάσεις της κόκκινης ένδειξης να είναι οι εξής:

- Κίνηση κατά την δεξιά λωρίδα και δεξιά στροφή
- Μοτοσυκλέτες με χειροκίνητο μηχανισμό ταχυτήτων
- Μη χρήση προστατευτικού κράνους
- Οδήγηση κατά τη νύχτα
- Μικρότεροι σε έκταση κόμβοι (Μικρότερη απόσταση για να διασχίσουν οι οδηγοί)

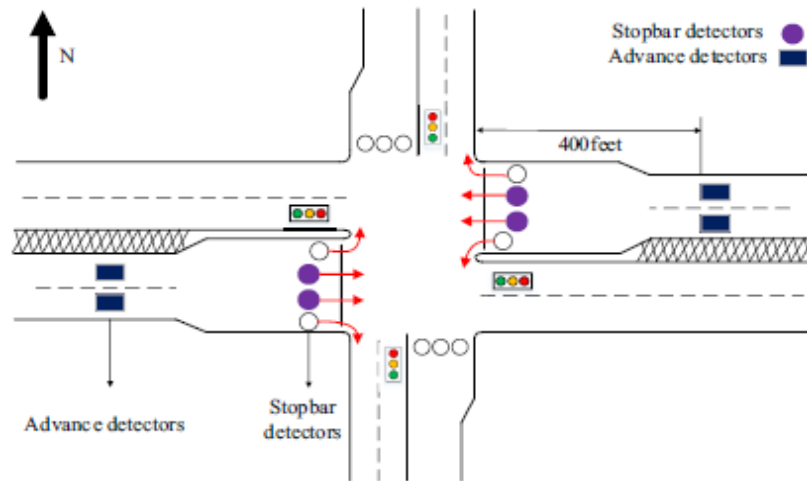
Τέλος, ενδιαφέρον παρουσιάζει η διερεύνηση των (Ren et al., 2016), οι οποίοι αναζήτησαν τις παραμέτρους επιρροής που σχετίζονται με τις παραβιάσεις της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη, με τελικό στόχο να υλοποιήσουν προβλέψεις, οι οποίες συγκρίθηκαν με τον πραγματικό αριθμό παραβιάσεων που συνέβησαν. Η έρευνα έλαβε χώρα, στην πόλη Μινεάπολη των ΗΠΑ και συγκεκριμένα σε 3 διαφορετικούς κόμβους. Για την συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν ανιχνευτές επαγωγικών βρόχων (Loop detectors) οι οποίοι ήταν τοποθετημένοι στην γραμμή στάσης, της εκάστοτε οδού, καθώς επίσης και προανιχνευτές, 120 μέτρα πριν από αυτήν. Κατά αυτόν τον τρόπο, ήταν δυνατό να υπολογιστεί η ταχύτητα των οχημάτων, μέσω πολύπλοκων μαθηματικών εξισώσεων, λαμβάνοντας υπόψη τα χρονικά διαστήματα μεταξύ διαδοχικών διελεύσεων και έχοντας ως δεδομένο ότι ο ρυθμός επιτάχυνσης ή επιβράδυνσης των οχημάτων ήταν σταθερός. Ακόμη, κατεγράφησαν:

- η χρονική διάρκεια κατά την οποία τα οχήματα που σταμάτησαν ανάντη της γραμμής στάσης, ήταν ακινητοποιημένα.
- το τμήμα της πορτοκαλί ένδειξης που μεσολάβησε, έως το όχημα να φτάσει στον προανιχνευτή
- ο χρόνος που απομένει, από την στιγμή που κάποιο όχημα διέρχεται από τον προανιχνευτή μέχρι η ένδειξη να αλλάξει σε πορτοκαλί

Κατά την διάρκεια των μετρήσεων (2 μήνες ανά κόμβο), διέσχισαν τις μελετηθείσες διατομές 109,426 οχήματα, με την κατανομή να είναι παρουσιάζεται παρακάτω:

- 18,426 περιστατικά FSTP (First vehicle to stop before the stop-line) τα οποία αποτελούν τα οχήματα που ήταν τα πρώτα που σταμάτησαν στην γραμμή στάσης
- 90,486 YLR περιστατικά που αφορούν στους διερχόμενους κατά την πορτοκαλί ένδειξη
- 862 RLR περιστατικά που αφορούν στους διερχόμενους κατά την κόκκινη ένδειξη

Το επόμενο και ίσως σημαντικότερο βήμα της εν λόγω έρευνας, αποσκοπούσε στην σωστή αντιστοίχιση των οχημάτων που διήλθαν από τον προανιχνευτή με εκείνα που σταμάτησαν ή διέσχισαν τον ανιχνευτή της γραμμής στάσης, είτε με πορτοκαλί είτε με κόκκινη ένδειξη. Εφόσον δεν υπάρχει οπτικοακουστικό υλικό, οι ερευνητές κλήθηκαν να εκτιμήσουν την πορεία των οχημάτων, μετά το πέρασμά τους από τον προανιχνευτή και να τα αντιστοιχίσουν, με αυτά που κατέγραψε ο ανιχνευτής στην διατομή της πρόσβασης. Αυτή η μέθοδος προσδιορίζει πρώτα ένα «χρονικό παράθυρο» για κάθε συμβάν που καταγράφεται από τον ανιχνευτή εκ των προτέρων με βάση έναν πιθανό μέγιστο και ελάχιστο χρόνο ταξιδιού, που απαιτείται για ένα όχημα που ταξιδεύει από τον προηγούμενο ανιχνευτή στον ανιχνευτή στάσης.



Σχήμα 2.5: Τοπική διάταξη των ανιχνευτών, υπό την μορφή σκαριφήματος (Ren et al. 2016)

Το στάδιο των αναλύσεων, χωρίστηκε σε 2 επιμέρους βήματα. Αρχικώς, πραγματοποιήθηκαν μοντέλα λογιστικής παλινδρόμησης σπάνιων συμβάντων (rare events logistic regression), τα οποία χρησιμοποιούνται συχνά σε περιπτώσεις όπου το δείγμα είναι μικρό ή όταν η μία τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής, διαθέτει αρκετά περισσότερες καταγραφές. Έπειτα, υλοποιήθηκαν μοντέλα πρόβλεψης των παραβιάσεων της κόκκινης ένδειξης, τα αποτελέσματα των οποίων συγκρίθηκαν με τον πραγματικό αριθμό των παραβιάσεων που κατέγραψαν οι ανιχνευτές.

Μετά το πέρας των αναλύσεων, τα αποτελέσματα υπέδειξαν ως στατιστικά σημαντικές παραμέτρους και στις 3 περιπτώσεις κόμβων, τις ακόλουθες:

- Ο χρόνος που χρειάστηκε το όχημα για να φτάσει στην γραμμή στάσης, από την στιγμή που πέρασε τον προανιχνευτή
- Ο χρόνος της πορτοκαλί ένδειξης που μεσολάβησε, μέχρι το όχημα να φτάσει στον προανιχνευτή
- Ο εναπομείναν χρόνος της πράσινης ένδειξης, έως την στιγμή που αυτή αλλάζει σε πορτοκαλί, από την στιγμή που το όχημα έφτασε στον προανιχνευτή
- Το χρονικό διάστημα μεταξύ διαδοχικών διελεύσεων, το οποίο όσο μικρότερο είναι, τόσο αυξάνεται η πιθανότητα για το επερχόμενο όχημα να ακολουθήσει το προπορευόμενο και να διασχίσει τον κόμβο ακόμα και αν η ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη είναι κόκκινη.

2.3.2 Μέτρα αντιμετώπισης

Η ασφαλής και εύρυθμη λειτουργία ενός κόμβου καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από την διάδοχη κατάσταση μετά την πράσινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη, δηλαδή την προειδοποιητική ένδειξη χρώματος πορτοκαλί. Επιπλέον και σε συνδυασμό με την παραπάνω παράμετρο, τα διαστήματα της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη διαδραματίζουν και αυτά σημαντικό ρόλο στην ομαλή διέλευση των οχημάτων εντός του κόμβου. Η σημαντικότητα των πορτοκαλί και κόκκινων ενδείξεων έγκειται στο γεγονός πως κατά τη διάρκεια των χρονικών αυτών διαστημάτων, οι οδηγοί καλούνται εκτός του να αποφασίσουν εάν θα διέλθουν ή όχι, να αλληλεπιδράσουν με έτερους οδηγούς τόσο κατάντη όσο και ανάντη, προσπαθώντας να αποφύγουν οποιαδήποτε πιθανή σύγκρουση.

Η έρευνα των (Hussain et al., 2020) είχε στόχο, μέσω της πραγματοποίησης καταλλήλων προσομοιώσεων, να διερευνηθεί η επίδραση καινοτόμων αντιμέτρων, για την παραβίαση της κόκκινης ένδειξης φωτεινού σηματοδότη, στη συμπεριφορά οδήγησης. Για τον λόγο αυτό, συνεκρίθησαν πέντε διαφορετικά μέτρα αντιμετώπισης σε δύο διαφορετικές καταστάσεις έτσι ώστε να αποτιμηθεί η αποτελεσματικότητα αυτών στην αποτροπή των παραβατικών συμπεριφορών.

Οι προσομοιώσεις που πραγματοποιήθηκαν στο Κέντρο Μεταφορών και Κυκλοφοριακής Ασφάλειας του Κατάρ, συμπεριέλαβαν 67 εθελοντές (κάτοχοι του Καταριανού διπλώματος τύπου B), εκ των οποίων οι 62 οδηγούσαν ΙΧ οχήματα με αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων, ενώ μόλις οι 5 διέθεταν χειροκίνητο.

Στα πλαίσια της έρευνας, κάθε οδηγός αντιμετώπισε δύο καταστάσεις για κάθε συνθήκη, σε ένα οδικό τμήμα με όριο ταχύτητας τα 80 χλμ/ώρα. Επίσης κατά την εκκίνηση της πορτοκαλί ένδειξης, η απόσταση μεταξύ οχήματος και γραμμής στάσης ήταν 80 και 95 μέτρα, αντιστοίχως για κάθε κατάσταση. Να σημειωθεί πως σύμφωνα με τους Webster και Ellson (1965) τα όρια της ζώνης διλήμματος ορίζονται στα 56 έως 91 μέτρα από τη διατομή της οδού, στο ύψος του φωτεινού σηματοδότη. Ως εκ τούτου, προτάθηκαν τα παραπάνω δύο σενάρια, με στόχο η κατάσταση 1 (S1) να αποτελεί μία ζώνη αναποφασιστικότητας για σημαντικό αριθμό οδηγών, εντός της ζώνης διλήμματος όπως αυτή οριοθετείται από την προαναφερθείσα έρευνα του 1965. Αντιστοίχως, η κατάσταση 2 (S2) προορίζεται για λίγα άτομα και συγκεκριμένα τους πιο επιθετικούς οδηγούς, καθώς βρίσκεται σε απόσταση άνω των 91 μέτρων.

Στο κομμάτι της ανάλυσης, δημιουργήθηκαν μοντέλα λογιστικής παλινδρόμησης για την αποτροπή της παραβίασης της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη και γραμμικά για την ανάλυση της συμπεριφοράς των οδηγών. Στην περίπτωση της λογιστικής παλινδρόμησης, τα εξαγόμενα δεδομένα προσαρμόστηκαν ώστε να προβλέπουν την πιθανότητα παραβίασης της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη, για κάθε σενάριο. Εν συνεχεία, για να αναλυθεί η συμπεριφορά των οδηγών κατά την προσέγγιση τους στον κόμβο καθώς και το κατά πόσο ήταν διατεθειμένοι να σταματήσουν, πραγματοποιήθηκαν επαναλαμβανόμενες αναλύσεις διακύμανσης (ANOVA). Ωστόσο, στην συγκεκριμένη έρευνα η ανάλυση μέσω ANOVA δεν κρίθηκε ως η πλέον κατάλληλη καθώς για διαφορετικούς λόγους κάποιοι οδηγοί σταμάτησαν στον κόμβο ενώ άλλοι συνέχισαν.

Καταστάσεις	Συνθήκες/Αντίμετρα
1. Ζώνη αναποφασιστικότητας (indecision zone)	1. Control
2. Ζώνη πιθανής πέδησης (Likely stopping zone)	2. F-Green
	3. R-LED
	4. C-VMS
	5. RW

Πίνακας 2.3: Ζώνη αναποφασιστικότητας – ζώνη πιθανής πέδησης (Webster and Ellson 1965)

Αναφορικά με τις διάφορες συνθήκες που δημιουργήθηκαν στην συγκεκριμένη προσομοίωση, η πρώτη και βασικότερη εξ' αυτών αποτελεί την τυπική αλληλουχία σημάτων του φωτεινού σηματοδότη. Οι ουσιαστικές αλλαγές επήλθαν από τη δεύτερη συνθήκη (Παλλόμενο πράσινο - Flashing Green) κατά την οποία η κλασσική αλληλουχία σημάτων είναι ελαφρώς αλλαγμένη. Συγκεκριμένα, μετά την πράσινη ένδειξη, ακολουθεί ένα διάστημα 3 δευτερολέπτων με παλλόμενο πράσινο φως και έπειτα η προειδοποιητική πορτοκαλί και τελικώς η κόκκινη ένδειξη. Στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκαν ειδικά φώτα εδάφους τεχνολογίας LED κατά μήκος της εκάστοτε οδού, με σκοπό

να παρέχουν άμεσες και ακριβείς πληροφορίες στους οδηγούς, αλλά και υποδείξεις ώστε αυτοί να επιβραδύνουν εφόσον κρίνεται αναγκαίο. Ακολούθως η τέταρτη συνθήκη C-VMS περιλαμβάνει μία ψηφιακή ένδειξη που απεικονίζει την αντίστροφη μέτρηση για το πράσινο και πορτοκαλί διάστημα του φωτεινού σηματοδότη, παρέχοντας στους οδηγούς μία πιο σαφή εικόνα για τα χρονικά διαστήματα του κύκλου των σημάτων Τέλος, το πέμπτο σενάριο RW είναι ουσιαστικά μία εικονική προειδοποίηση για παρουσία κάμερας παρακολούθησης στον κατάντη κόμβο.

Κάθε συμμετέχων εξετέθη σε 10 διαφορετικούς συνδυασμούς προς ανάλυση (5 συνθήκες * 2 καταστάσεις), με κάθε απόφαση τους ή ενέργεια που διέπραξαν να καταγράφεται. Για την πρώτη κατάσταση, όπου οι οδηγοί βρίσκονταν εντός της ζώνης αναποφασιστηκότητας, φαίνεται πως η πιθανότητα για παραβίαση της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη είναι χαμηλότερη για κάθε συνθήκη συγκριτικά με την πρώτη και βασικότερη, δηλαδή την κλασική αλληλουχία ενδείξεων (“Control”). Πλήρης ακινητοποίηση είναι πιθανότερο να συμβεί στις περιπτώσεις των “F-Green” και “RW-Gantry”. Ακολούθως, σε ό,τι αφορά στη δεύτερη κατάσταση, όλοι οι οδηγοί αποφάσισαν να σταματήσουν όταν αντίκρισαν προειδοποίηση για τοποθετημένη κάμερα στον αμέσως κατάντη κόμβο, ενώ στο σενάριο που περιλαμβάνει τις φωτεινές μονάδες στην επιφάνεια του οδοστρώματος, μόνο ένας εκ των 62 επέλεξε να διέλθει εν μέσω κόκκινης ενδείξεως του φωτεινού σηματοδότη, με αποτέλεσμα να του αποδοθεί πρόστιμο. Αξίζει να σημειωθεί πως το μεγαλύτερο ποσοστό διελευσάντων οχημάτων καταγράφηκε για τη συνθήκη C-VMS (14.5 %), όπου το 3.2 % πέρασε με ασφάλεια ενώ το 11.3 % παραβίασε την κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη.

Μία ακόμη μέθοδος η οποία έχει δοκιμαστεί σε πλήθος χωρών παγκοσμίως, για δεκαετίες, με αρκετά θετικά αποτελέσματα είναι η χρήση καμερών σε σηματοδοτούμενους κόμβους. Η τακτική αυτή αποτελεί σημαντικό εργαλείο των αρμοδίων αρχών που επιθυμούν να αποτρέψουν τους οδηγούς από παραβατικές συμπεριφορές όπως η παρανομη διέλευση οχημάτων όταν η ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη είναι κόκκινη. Την άποψη αυτή επιβεβαιώνει και η έρευνα από το IEEE (2018), όπου αυτό που παρατηρήθηκε είναι πως η γνώση, από μέρους των οδηγών, της ύπαρξης συστημάτων καταγραφής και παρακολούθησης μειώνει αισθητά τις παραβιάσεις. Αποτέλεσμα αυτού είναι δυνητική μείωση των ατυχημάτων (και κατά επέκταση τραυματιών ή και θυμάτων), με βάση τα αποτελέσματα πλήθους ερευνών.

3. ΕΡΕΥΝΑ ΠΕΔΙΟΥ

3.1 Εισαγωγή

Η έρευνα είναι μια ακαδημαϊκή δραστηριότητα και ως εκ τούτου ο όρος θα πρέπει να χρησιμοποιείται με τεχνική έννοια. Σύμφωνα με τον (Woody, 1927), η έρευνα περιλαμβάνει τον ορισμό και επαναπροσδιορισμό των προβλημάτων, την διατύπωση υποθέσεων ή προτεινόμενων λύσεων, καθώς και τη συλλογή, οργάνωση και αξιολόγηση δεδομένων. Εν συνεχεία, εξάγονται πορίσματα που οδηγούν σε συμπεράσματα τα οποία και δοκιμάζονται προσεκτικά για να εξακριβωθεί εάν ταιριάζουν στην αρχική υπόθεση.

Σκοπός μίας έρευνας είναι η ανακάλυψη απαντήσεων σε ερωτήματα μέσα από τις εφαρμογές επιστημονικών διαδικασιών. Ο κύριος στόχος της έρευνας είναι να ανακαλύψει την αλήθεια που είναι κρυμμένη και που δεν έχει ανακαλυφθεί ακόμη. Αν και κάθε ερευνητική μελέτη έχει το δικό της συγκεκριμένο σκοπό, μπορεί να θεωρηθεί πως οι ερευνητικοί στόχοι εμπίπτουν σε μια σειρά από τις ακόλουθες ευρείες ομάδες:

- Για εξοικείωση με το φαινόμενο ή την αρχειοθέτηση νέων γνώσεων σχετικά με αυτό (οι μελέτες με αυτό το αντικείμενο ονομάζονται διερευνητικές διαμορφωτικές ερευνητικές μελέτες)
- Για την ακριβή απεικόνιση των χαρακτηριστικών ενός συγκεκριμένου ατόμου, κατάστασης ή ομάδας (οι μελέτες με αυτό το αντικείμενο είναι γνωστές ως περιγραφικές ερευνητικές μελέτες)
- Για να προσδιοριστεί η συχνότητα με την οποία συμβαίνει κάτι ή σχετίζεται με κάτι άλλο (οι μελέτες με αυτό το αντικείμενο είναι γνωστές ως διαγνωστικές ερευνητικές μελέτες)
- Για τον έλεγχο μιας υπόθεσης αναφορικά με την περιστασιακή σχέση μεταξύ των μεταβλητών (τέτοιες μελέτες είναι γνωστές ως ερευνητικές μελέτες δοκιμής υποθέσεων)

Στον επιστημονικό τομέα της συγκοινωνιακής τεχνικής, οι κυκλοφοριακές έρευνες στοχεύουν στη συλλογή δεδομένων που αντικατοπτρίζουν με ακρίβεια την πραγματική κατάσταση της κυκλοφοριακής κατάστασης στην περιοχή μελέτης, Stofan (2021). Υπάρχουν πολλοί τύποι δεδομένων που συλλέγονται για τέτοιου είδους έρευνες, μεταξύ των οποίων ο αριθμός των οχημάτων που χρησιμοποιούν έναν δρόμο ή πιο δόκιμα που διέρχονται μίας διατομής (κυκλοφοριακός φόρτος), οι στρέφουσες κινήσεις (δηλαδή η κατεύθυνση που ακολουθούν τα οχήματα κατά την έξοδό τους από τον κόμβο), η ουρά ή πληροφορίες για τον χρόνο μετακίνησης, όπως και πολλά άλλα στοιχεία που συλλέγονται για αντίστοιχες περιπτώσεις.

Ως εκ τούτου, η συλλογή δεδομένων και πληροφοριών είναι μείζονος σημασίας για τις κυκλοφοριακές έρευνες. Οι παραδοσιακές μέθοδοι συλλογής δεδομένων περιλαμβάνουν παρατηρητές στο πεδίο της μελέτης ή παρατηρήσεις σε δεύτερο χρόνο, από οπτικοαουστικό υλικό, επεμβατικές τεχνικές χρησιμοποιώντας μαγνητικούς ή πιεζοαισθητήρες, ανιχνευτές και επίσης απλές μορφές ανάλυσης εικόνας με χρήση μηχανικής όρασης.

Σύμφωνα πάλι με τον Stofan (2021), για την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου συλλογής δεδομένων κυκλοφορίας πρέπει να λαμβάνονται υπόψη ορισμένοι παράγοντες.

- Ακρίβεια μετρήσεων

Ένας άνθρωπος υπόκειται σε καταστάσεις όπως το άγχος, η κούραση και οι βιολογικές του ανάγκες. Αυτοί οι παράγοντες επηρεάζουν την ποιότητα των δεδομένων. Στην μη αυτόματη μέθοδο, το εύρος προσοχής ενός παρατηρητή μειώνεται κατά τη διάρκεια των μετρήσεων και έτσι το ποσοστό σφάλματος αυξάνεται. Τουναντίον, οι τεχνικές που βασίζονται σε συλλογή δεδομένων με την χρήση αισθητήρων δεν επηρεάζονται από τους προαναφερθέντες παράγοντες.

- Λειτουργικά κόστη

Στα πλαίσια της διεξαγωγής μίας έρευνας, είναι πιθανό να απαιτείται η χρήση συγκεκριμένων συσκευών. Τα ενδεχόμενα έξοδα για την αγορά του εξοπλισμού πρέπει να ληφθούν υπόψη και να κριθεί εάν όντως είναι απαραίτητη η αγορά τους. Στην περίπτωση της συγκεκριμένης εργασίας δεν υπήρξε τέτοιο ζήτημα, καθώς αφενός ο εξοπλισμός δεν ήταν ιδιαίτερος εξειδικευμένος και αφετέρου προϋπήρχε.

- Σκοπός της έρευνας

Με τις πιο παραδοσιακές μεθόδους είναι απαραίτητο να προσδιοριστεί εκ των προτέρων ποια δεδομένα θα καταγραφούν και πως αυτά θα χρησιμοποιηθούν. Μέσω της χειροκίνητης μεθόδου, δεν είναι δυνατό να καταγραφούν περίπλοκα μοτίβα κυκλοφορίας ή προηγμένα δεδομένα όπως ο χρόνος μετακίνησης. Αυτό είναι εφικτό με την χρήση κλασσικών αισθητήρων, οι οποίοι αποτελούν εξαιρετικά χρήσιμο εργαλείο για την πραγματοποίηση κυκλοφοριακών ερευνών.

Για τη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία, τα απαιτούμενα δεδομένα συλλέχθηκαν με τους εξής δύο τρόπους.

- Καταγραφή σε βίντεο, με τη χρήση κάμερας, της κυκλοφορίας
- Παρατηρήσεις παραμέτρων στο πεδίο μελέτης

Οι δύο αυτές ενέργειες γινόντουσαν ταυτόχρονα, αφού η καταγραφή σε βίντεο αποτέλεσε μεν τη κύρια πηγή εξαγωγής δεδομένων, όμως δεν επαρκούσε από μόνη της. Κρίθηκε απαραίτητο, προκειμένου να υπάρξει πλήρης αντίληψη και καταγραφή των τεκταινομένων, να χρησιμοποιηθεί και η μέθοδος της χειροκίνητης καταγραφής δεδομένων.

3.2 Κόμβοι Μελέτης

Οι παρατηρήσεις έλαβαν χώρα σε δύο κόμβους, οι οποίοι λειτουργούν υπό τις ενδείξεις φωτεινού σηματοδότη. Η επιλογή των κόμβων έγινε κατόπιν θέσπισης ορισμένων κριτηρίων και περιορισμών, με σκοπό την ομαλή διεξαγωγή των μετρήσεων και την όσο το δυνατότερο ακριβέστερη καταγραφή παραμέτρων και λοιπών στοιχείων. Αναλυτικότερα, χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί ο αριθμός λωρίδων για έναν οδικό άξονα, καθώς όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός, τόσο δυσχαιρένεται η επί τόπου καταγραφή δεδομένων από τον παρατηρητή αλλά και η μετέπειτα θέαση του οπτικοακουστικού υλικού, από το οποίο η εξαγωγή δεδομένων θα είναι εμφανώς δυσκολότερη. Ο μεγάλος αριθμός οχημάτων, λόγω του πλήθους των λωρίδων, καθιστά την όποια παρατήρηση ιδιαίτερος απαιτητική, καθώς είναι βέβαιο ότι τα οχήματα θα επικαλύπτονται μεταξύ τους και θα «κρύβονται» στα μάτια του παρατηρητή αλλά και στην οπτική της κάμερας, με αποτέλεσμα τα δεδομένα που θα προκύψουν να είναι είτε ελλιπή είτε εσφαλμένα σε ό,τι αφορά τις διάφορες

επιμέρους παραμέτρους. Επομένως, ο αριθμός των λωρίδων περιορίστηκε στο μέγιστο των 2 λωρίδων ανά κατεύθυνση, οπότε η ικανότητα παρατήρησης παραμένει σε ικανοποιητικό επίπεδο. Εφόσον διευθετηθεί το ζήτημα των λωρίδων, το επόμενο και σημαντικότερο κριτήριο έγκειται στον κυκλοφοριακό φόρτο του υποψήφιου προς επιλογή κόμβου, ώστε το δείγμα να είναι αρκετό και τα στατιστικά μοντέλα που θα προκύψουν να ανταποκρίνονται όσο το δυνατόν περισσότερο στην πραγματικότητα. Με άλλα λόγια, προκειμένου το δείγμα να θεωρείται αξιόπιστο, θα πρέπει να υπάρχει κινητικότητα στον υπό μελέτη κόμβο και ο κυκλοφοριακός φόρτος να είναι σχετικά υψηλός. Οι παραπάνω συνθήκες συνθέτουν μία σωστή βάση, πάνω στην οποία μπορούν να πραγματοποιηθούν οι μετρήσεις. Σε ό,τι αφορά στον τύπο του κόμβου, επιλέχθηκε η περίπτωση του τετρασκελούς κόμβου φωτεινής σηματοδότησης. Για λόγους απλοποίησης της έρευνας και προκειμένου να είναι συμβατή η τυπική μεθοδολογία με τον κόμβο μελέτης, επιλέχθηκε ένας κόμβος με απλή γεωμετρία. Ωστόσο, σε κάθε περίπτωση ο κόμβος θα έπρεπε να περιλαμβάνει:

- αποκλειστική λωρίδα αριστερής αριστερή στροφής,
- επιτρεπόμενη φάση στις κινήσεις πεζών-οχημάτων.

Τελικώς, επιλέχθηκαν οι εξής δύο κόμβοι:

- Λεωφόρος Στρατάρχου Αλεξάνδρου Παπάγου – Ούλωφ Πάλμε (ή Γεωργίου Παπανδρέου)
- Περιοχή: Ζωγράφου
- Γρηγορίου Αυξεντίου – Ούλωφ Πάλμε
- Περιοχής: Ιλίσια

3.2.1 Κόμβος 1: Λεωφόρος Αλεξάνδρου Παπάγου – Οδός Ούλωφ Πάλμε

Ο πρώτος κόμβος που επιλέχθηκε για την συγκεκριμένη έρευνα είναι η διαστάυρωση των οδών Αλεξάνδρου Παπάγου & Ούλωφ Πάλμε, στην περιοχή του δήμο Ζωγράφου. Αναφορικά με την οδό Αλεξάνδρου Παπάγου, πρόκειται για μία λεωφόρο δύο λωρίδων ανά κατεύθυνση η οποία διασχίζει το κέντρο του δήμου, διχοτομώντας ουσιαστικά την εν λόγω περιοχή σε δύο επιμέρους υποπεριοχές.

Ο συγκεκριμένος δρόμος αποτελεί ουσιαστικά την κεντρική οδική αρτηρία του δήμου Ζωγράφου και έχει έντονη εμπορική δραστηριότητα. Συγκεκριμένα, θα συναντήσει κανείς πλήθος υπηρεσιών, καταστημάτων, τραπεζών, επιχειρήσεων, καταστημάτων εστίασης κ.ο.κ. Αυτό καθιστά την οδό ιδιαίτερα επιφορτισμένη σχετικά με την κυκλοφοριακή της στάθμη, τόσο κατά την διάρκεια της ημέρας, όσο και τις πιο βραδινές ώρες, γεγονός που πληρεί το κριτήριο που τέθηκε αρχικώς. Το ίδιο ισχύει σε γενικές γραμμές και για την Ούλωφ Πάλμε η οποία αποτελεί και αυτή με την σειρά της κεντρική οδό της ευρύτερης περιοχής. Για να γίνει αντιληπτή η γεωγραφική τους θέση σχετικά με τις εγγύτερες περιοχές, παρατίθεται ο Πίνακας 3.1 όπου αναγράφονται η αφετηρία και το τέλος των οδών.

Κόμβος Αλεξάνδρου Παπάγου – Ούλωφ Πάλμε	
Επί της Ούλωφ Πάλμε	Επί της Αλεξάνδρου Παπάγου
Από Καισαριανή προς Γουδί (έως λεωφόρο Κατεχάκη)	Από Κοιμητήριο Ζωγράφου/ΕΜΠ προς Ιλίσια (έως οδό Μιχαλακοπούλου)
Από λεωφόρο Κατεχάκη προς Καισαριανή	Από οδό Μιχαλακοπούλου προς Κοιμητήριο Ζωγράφου/ΕΜΠ

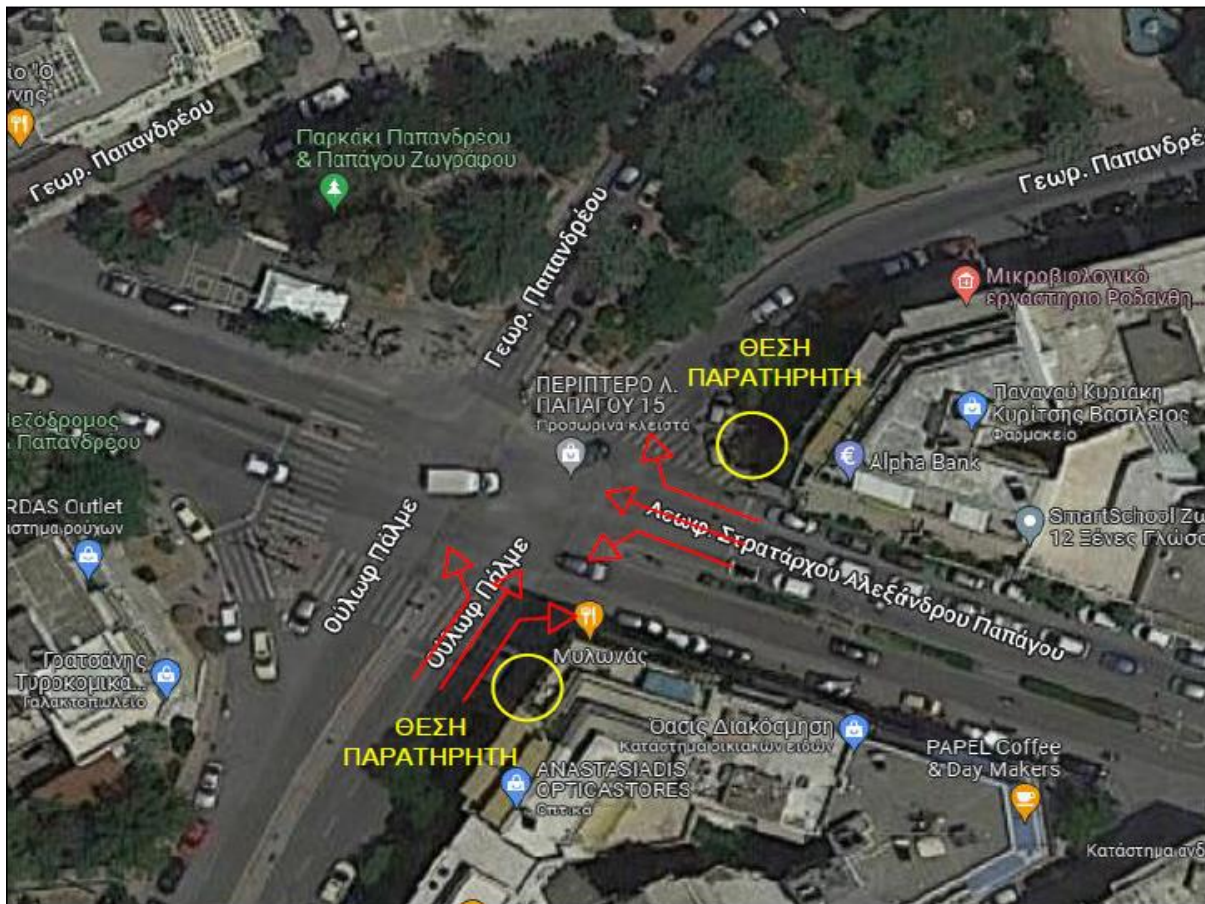
Πίνακας 3.1: Κόμβος Αλεξάνδρου Παπάγου-Ούλωφ Πάλμε

Στην παρούσα έρευνα μελετήθηκαν:

- το ρεύμα της Λεωφόρου Αλεξάνδρου Παπάγου με κατεύθυνση προς τα Ιλίσια και την οδό Μιχαλακοπούλου
- το ρεύμα της οδού Ούλωφ Πάλμε με κατεύθυνση την Λεωφόρο Κατεχάκη

Ο σχετικά υψηλός φόρτος που παρατηρείται στην Αλεξάνδρου Παπάγου ωθεί τους οδηγούς σε παραβιάσεις της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη και αρκετές φορές με αρκετά μεγάλη ταχύτητα, καθώς το πλάτος του κόμβου δίνει μία ψευδαίσθηση σιγουριάς και ασφάλειας. Ειδικότερα στην αριστερή λωρίδα όπου το χρονικό διάστημα της πράσινης ένδειξης είναι αρκετά μικρότερο από το αντίστοιχο για την ευθεία και δεξιά πορεία, είναι σύνηθες να πραγματοποιούνται παραβιάσεις.

Όσον αφορά, στο ρεύμα που μελετήθηκε επί της Ούλωφ Πάλμε, συνέχεια της οποίας αποτελεί η οδός Κοκκινοπούλου, έχει παρόμοια χαρακτηριστικά με τη Λεωφόρο Παπάγου, αφού διαθέτει διαχωριστική νησίδα και 2 λωρίδες ανά κατεύθυνση. Ακολουθεί ένα απόσπασμα (Σχήμα3.1) όπου φαίνεται η πανοραμική άποψη του κόμβου, καθώς και τα ρεύματα που μελετήθηκαν.



Σχήμα 3.1: Πανοραμική άποψη κόμβου Αλεξάνδρου Παπάγου-Ούλωφ Πάλμε (Πηγή: Google maps)

Στο σημείο αυτό, παρατίθεται σκαρίφημα (Σχήμα 3.2, 3.3 & 3.4) με τους κύκλους σηματοδότησης και τα ακριβή χρονικά διαστήματα της κάθε ένδειξης.

Φωτεινός σηματοδότης επί της *Αλεξάνδρου Παπάγου*



Σχήμα 3.2: Κινήσεις 5&6



Σχήμα 3.3: Κίνηση 4

Οι χρωματιστές μπάρες με τις ενδείξεις του φωτεινού σηματοδότη είναι τοποθετημένες έτσι ώστε να ταυτίζονται χρονικά, προκειμένου να απεικονίζεται η εναλλαγή των ενδείξεων ταυτόχρονα και για τις δύο λωρίδες. Όπως φαίνεται στα σχήματα, το διάστημα της κόκκινης ένδειξης για την αριστερή κίνηση είναι αρκετά μεγαλύτερο, μειώνοντας έτσι τον διαθέσιμο χρόνο για την πράσινη. Αυτό μπορεί να παρακινήσει τους οδηγούς της συγκεκριμένης λωρίδας να περάσουν εν μέσω κόκκινης ένδειξης, ιδίως εάν είναι βιαστικοί.

Τα χρονικά διαστήματα των ενδείξεων του φωτεινού σηματοδότη των κινήσεων 5 και 6 είναι:

- Πράσινη ένδειξη → 21 δευτερόλεπτα
- Πορτοκαλί ένδειξη → 3 δευτερόλεπτα
- Κόκκινη ένδειξη → 66 δευτερόλεπτα

Συνολική διάρκεια κύκλου = 90 δευτερόλεπτα

Τα χρονικά διαστήματα των ενδείξεων του φωτεινού σηματοδότη της κίνησης 4 είναι:

- Πράσινη ένδειξη → 12 δευτερόλεπτα
- Πορτοκαλί ένδειξη → 3 δευτερόλεπτα
- Κόκκινη ένδειξη → 75 δευτερόλεπτα

Συνολική διάρκεια κύκλου = 90 δευτερόλεπτα

Φωτεινός σηματοδότης επί της *Ούλωφ Πάλμε*



Σχήμα 3.4: Κινήσεις 7,8&9

Τα χρονικά διαστήματα των ενδείξεων του φωτεινού σηματοδότη των κινήσεων 7,8&9 είναι:

- Πράσινη ένδειξη → 25 δευτερόλεπτα
- Πορτοκαλί ένδειξη → 3 δευτερόλεπτα
- Κόκκινη ένδειξη → 62 δευτερόλεπτα

Συνολική διάρκεια κύκλου = 90 δευτερόλεπτα

3.2.2 Κόμβος 2: Οδός Ούλωφ Πάλμε – Οδός Γρηγορίου Αυξεντίου

Ο έτερος κόμβος που μελετήθηκε για τη διεξαγωγή της έρευνας, είναι η διασταύρωση της οδού Ούλωφ Πάλμε με την οδό Γρηγορίου Αυξεντίου, στην περιοχή των Ιλισίων. Κοινό σημείο αναφοράς μεταξύ των δύο κόμβων αποτελεί η οδός Ούλωφ Πάλμε. Στην πρώτη μεν περίπτωση, η εν λόγω οδός διασταυρώνεται με μία λεωφόρο 2 λωρίδων ανά κατεύθυνση, ενώ στη δεύτερη περίπτωση, συναντά μία οδό, σαφώς μικρότερη, με μία μόνο λωρίδα ανά κατεύθυνση. Η επιλογή αυτή έγινε εσκεμμένα ώστε οι παράμετροι ανά περίπτωση να διαφοροποιούνται. Κάτι τέτοιο μπορεί να οδηγήσει σε περισσότερες πληροφορίες σχετικά με την επιρροή των παραμέτρων στην παραβίαση της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη, άρα και πληρέστερα συμπεράσματα.

Η οδός Γρηγορίου Αυξεντίου διέρχεται όπως φαίνεται και στο Σχήμα 3.5 από το κέντρο των Ιλισίων και τέμνει κάθετα την οδό Ούλωφ Πάλμε. Αποτελεί μεν συνοικιακό δρόμο, όμως πέραν των κατοικιών, διαθέτει αρκετά έντονη εμπορική δραστηριότητα, κυρίως στον κλάδο της εστίασης. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την ύπαρξη μίας λωρίδας κυκλοφορίας για κάθε ρεύμα, μπορεί να οδηγήσει σε κυκλοφοριακή συμφόρηση και επομένως σε αυξημένες πιθανότητες για παραβιάσεις της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη.

Στην παρούσα έρευνα μελετήθηκαν:

- το ρεύμα της οδού Γρηγορίου Αυξεντίου με κατεύθυνση προς το ΕΚΠΑ
- το ρεύμα της οδού Ούλωφ Πάλμε με κατεύθυνση τη Λεωφόρο Κατεχάκη

Κόμβος Γρηγορίου Αυξεντίου – Ούλωφ Πάλμε	
Επί της Ούλωφ Πάλμε	Επί της Γρηγορίου Αυξεντίου
Από Καισαριανή προς Γουδί (έως λεωφόρο Κατεχάκη)	Από ΕΚΠΑ προς οδό Ιλισίων (πλησίον της οδού Μιχαλακοπούλου)
Από λεωφόρο Κατεχάκη προς Καισαριανή	Από οδό Ιλισίων προς ΕΚΠΑ

Πίνακας 3.2: Κόμβος Γρηγορίου Αυξεντίου-Ούλωφ Πάλμε

Σχήμα 3.5: Πανοραμική άποψη κόμβου Γρηγορίου Αυξεντίου-Ούλφ Πάλμε (Πηγή: Google maps)



Φωτεινός σηματοδότης επί της Ούλφ Πάλμε



Σχήμα 3.6: Κινήσεις 8 & 9



Σχήμα 3.7: Κίνηση 7

Η εναλλαγή των ενδείξεων του φωτεινού σηματοδότη στο εν λόγω ρεύμα, μοιάζει αρκετά με την περίπτωση του μελετούμενου ρεύματος επί της Λεωφόρου Παπάγου, που αναγράφεται σε προηγούμενο υποκεφάλαιο. Η πράσινη ένδειξη για την αριστερή πορεία ανάβει καθυστερημένα, σε σχέση με αυτήν για την ευθεία και δεξιά πορεία και τελειώνει νωρίτερα. Είναι προφανές, ότι και εδώ τα οχήματα της αριστερής λωρίδας έχουν περιορισμένο χρόνο προκειμένου να διέλθουν από τον κόμβο και αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα αναμονής, γεγονός που πολλές φορές οι οδηγοί αποφεύγουν να υποστούν, με αποτέλεσμα να προτιμούν να διασχίσουν τον κόμβο ακόμα και εν μέσω της κόκκινης ένδειξης.

Τα χρονικά διαστήματα των ενδείξεων του φωτεινού σηματοδότη των κινήσεων 8 και 9 είναι:

- Πράσινη ένδειξη → 22 δευτερόλεπτα

- Πορτοκαλί ένδειξη → 3 δευτερόλεπτα
 - Κόκκινη ένδειξη → 65 δευτερόλεπτα
- Συνολική διάρκεια κύκλου = 90 δευτερόλεπτα**

Τα χρονικά διαστήματα των ενδείξεων του φωτεινού σηματοδότη της κίνησης 7 είναι:

- Πράσινη ένδειξη → 12 δευτερόλεπτα
 - Πορτοκαλί ένδειξη → 3 δευτερόλεπτα
 - Κόκκινη ένδειξη → 75 δευτερόλεπτα
- Συνολική διάρκεια κύκλου = 90 δευτερόλεπτα**

Φωτεινός σηματοδότης επί της *Γρηγορίου Αυξεντίου*



Σχήμα 3.8: Κινήσεις 1,2&3

Τα χρονικά διαστήματα των ενδείξεων του φωτεινού σηματοδότη των κινήσεων 1,2&3 είναι:

- Πράσινη ένδειξη → 18 δευτερόλεπτα
 - Πορτοκαλί ένδειξη → 3 δευτερόλεπτα
 - Κόκκινη ένδειξη → 69 δευτερόλεπτα
- Συνολική διάρκεια κύκλου = 90 δευτερόλεπτα**

3.3 Διαδικασία συλλογής δεδομένων

Η συλλογή δεδομένων είναι μια απαραίτητη φάση πριν από τη διεξαγωγή στατιστικών μελετών και αναλύσεων. Αυτό συμβαίνει διότι τα δεδομένα είναι απαραίτητα για την επεξεργασία των πληροφοριών και την επακόλουθη ερμηνεία τους.

Τα συλλεχθέντα δεδομένα είναι είτε ποιοτικά η ποσοτικά. Τα ποιοτικά αφορούν σε χαρακτηριστικά όπως η ηλικία και το φύλο του οδηγού, ενώ τα ποσοτικά είναι στην ουσία αριθμητικά δεδομένα. Ως αριθμητικά ορίζονται τα δεδομένα τα οποία είναι δυνατό να μετρηθούν και να λάβουν κάποια συγκεκριμένη τιμή, όπως ο κυκλοφοριακός φόρτος, οι στρέφουσες κινήσεις, ο αριθμός παραβιάσεων κ.ο.κ.

Όπως έχει αναφερθεί προηγουμένως, η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με ταυτόχρονες παρατηρήσεις του ερευνητή και καταγραφές οπτικοακουστικού υλικού με τη χρήση βιντεοκάμερας. Ο συνδυασμός αυτός στη διαδικασία των μετρήσεων προτιμήθηκε προκειμένου οι παρατηρήσεις να είναι όσο το δυνατόν πιο ακριβείς και να αποφευχθούν ελλείψεις καταγραφές δεδομένων.

3.3.1 Καταγραφή δεδομένων από παρατηρήσεις

Οι επί τόπου παρατηρήσεις από τον ερευνητή, πραγματοποιήθηκαν με την βοήθεια ενός επιπλέον εθελοντή/παρατηρητή, διότι σε αρκετές περιπτώσεις ο υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος καθιστούσε ιδιαίτερα δύσκολες τις μετρήσεις από ένα μόνο άτομο. Επιπλέον, για διευκόλυνση των παρατηρητών, χρησιμοποιήθηκε ειδικό έντυπο για την καταγραφή των παραμέτρων που αφορούσαν στην ηλικία, το φύλο του οδηγού, τον τύπο οχήματος, την κατεύθυνση, την λωρίδα κυκλοφορίας, καθώς και την ύπαρξη ή όχι συνεπιβατών. Για την τελευταία, κάποιες φορές δεν ήταν εφικτό να συμπληρωθεί το αντίστοιχο κελί στο έντυπο, εξαιτίας του πολύ μικρού χρόνου αντίδρασης που είχε στην διάθεσή του

ο παρατηρητής. Εφόσον όμως ήταν δυνατή η καταγραφή και υπήρχε συνοδηγός/συνεπιβαίνοντες, πραγματοποιούνταν εκτίμηση της ηλικίας τους και καταγραφή του φύλου. Στην περίπτωση αυτή, η εκτίμηση της ηλικίας αποσκοπούσε στον προσδιορισμό του εάν ο συνεπιβάτης ήταν ενήλικος ή ανήλικος, εν αντιθέσει με τον οδηγό, όπου εκεί ζητούμενο ήταν ο προσδιορισμός της ηλικίας βάσει τριών κατηγοριών. Το έντυπο εκτυπώθηκε σε φύλλα Α4 με το μέγιστο αριθμό πινάκων (Σχήμα 3.10), ανά σελίδα εκτύπωσης.

ΚΥΚΛΟΣ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ							
ΤΥΠΟΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ	1	2	3	4	5	6	7
ΗΛΙΚΙΑ	18-30		31-50			>50	
ΦΥΛΟ	ΑΝΔΡΑΣ				ΓΥΝΑΙΚΑ		
ΛΩΡΙΔΑ	ΑΡΙΣΤΕΡΗ				ΔΕΞΙΑ		
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ	ΑΡΙΣΤΕΡΗ		ΕΥΘΕΙΑ			ΔΕΞΙΑ	
	ΑΝΑΣΤΡΟΦΗ						
ΣΥΝΕΠΙΒΑΤΗΣ	ΝΑΙ				ΟΧΙ		

Σχήμα 3.10: Έντυπο καταγραφής παρατηρήσεων

3.3.2 Καταγραφή οπτικοακουστικού υλικού μέσω βιντεοκάμερας

Για τις ανάγκες της εργασίας χρησιμοποιήθηκαν:

- Επαγγελματική φωτογραφική κάμερα τύπου DSLR, Canon EOS 2000D, με δυνατότητα εγγραφής βίντεο ποιότητας 1080p FULL HD/30 FPS. Η εν λόγω κάμερα, διαθέτει επίσης αισθητήρα APS-C τύπου CMOS 22.3 x 14.9 mm, με ανάλυση 24.1 Megapixel, καθώς επίσης και οπτικό σταθεροποιητή εικόνας.
- Αποσπώμενος φακός Canon EF-S 18-55mm f/3.5-5.6 IS STM
- Ειδικό πτυσσόμενο τρίποδο για την στήριξη της κάμερας



Σχήμα 3.11: Κάμερα τύπου DSLR, Canon EOS 2000D

Το μείζον ζήτημα σχετικά με τη διαδικασία λήψης βίντεο αποτέλεσε η επιλογή του καταλληλότερου σημείου τοποθέτησης της βιντεοκάμερας, ώστε να πληρούνται τα κριτήρια που είχε θέσει ο ερευνητής. Το πρώτο και βασικότερο κριτήριο, αφορούσε στη γωνία λήψης, η οποία θα έπρεπε να επιτρέπει στον παρατηρητή να διακρίνει, μέσω της θέασης του οπτικοακουστικού υλικού, όλα τα

στοιχεία και τις παραμέτρους που χρειάζεται προκειμένου να προχωρήσει στην καταγραφή των δεδομένων. Αναλυτικότερα, όταν ο ερευνητής κλήθηκε να παρακολουθήσει τα καταγεγραμμένα βίντεο, θα έπρεπε να μπορεί να διακρίνει την ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη και τα οχήματα που διέρχονται από τη διατομή, προκειμένου να κατηγοριοποιεί τους οδηγούς αναλόγως της ένδειξης κατά την ώρα της διέλευσής τους. Από την κατηγοριοποίηση αυτή διαχωρίστηκαν οι οδηγοί σε παραβάτες και μη, ενώ παράλληλα καταγράφηκαν ξεχωριστά όσοι διέλευσαν με την πράσινη και πορτοκαλί ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη. Επομένως, η καταγραφή δεν περιορίστηκε στους παραβάτες, αλλά συμπεριέλαβε όλα τα διερχόμενα οχήματα, έτσι ώστε να αποτυπωθεί ο κυκλοφοριακός φόρτος ανά κύκλο σηματοδότησης. Η διαφορά έγκειται στις παραμέτρους οι οποίες λαμβάνονται υπόψη μόνο για τους παραβάτες και τους μη παραβάτες. Στις περιπτώσεις των οδηγών οι οποίοι πέρασαν από την διατομή εν μέσω πράσινης ή πορτοκαλί ένδειξης, σημειώθηκαν μόνον ο τύπος του οχήματος και η κατεύθυνση που ακολούθησαν κατά την έξοδο από τον κόμβο. Εξαιρούνται οι οδηγοί που είχαν την ευκαιρία να διασχίσουν τον κόμβο με κόκκινη ένδειξη (εντός λίγων δευτερολέπτων μετά την έναρξή της), όμως δεν το έκαναν και λόγω της επιλογής τους αυτής χαρακτηρίζονται για τις ανάγκες της έρευνας, όπως θα αναλυθεί και παρακάτω (υποκεφάλαιο 3.6), ως μη-παραβάτες. Συνεπώς, στην ομάδα οδηγών που αντιστοιχούν στους μη-παραβάτες, κατεγράφησαν όλες οι παράμετροι, όπως ακριβώς και στους παραβάτες.

Μία εύκολη και προφανής λύση θα ήταν να τοποθετηθεί η βιντεοκάμερα στο πεζοδρόμιο επί της οδού ενδιαφέροντος ή και ακόμη στη νησίδα, εάν αυτή υπήρχε, σε τέτοιο σημείο που να φαίνεται πρωτίστως ο φωτεινός σηματοδότης και τα οχήματα που διέρχονται της διατομής. Η πιθανή διάταξη αυτής της εκδοχής απεικονίζεται με τα κόκκινα βέλη στο Σχήμα 3.12.



Σχήμα 3.12: Επιλογές τοποθέτησης βιντεοκάμερας στον πρώτο κόμβο

Ωστόσο, η συγκεκριμένη επιλογή για την βιντεοσκόπηση θα δημιουργούσε προβλήματα στην όλη διαδικασία και για τον λόγο αυτό κρίθηκε ως ακατάλληλη. Οι συγκεκριμένες θέσεις καθιστούσαν τη βιντεοκάμερα αφενός εμφανή στα διερχόμενα οχήματα και τους οδηγούς, αφετέρου η οπτική γωνία της λήψης θα απέκρυπτε σημαντικές πληροφορίες, σχετικά με τα χαρακτηριστικά των οδηγών, την ύπαρξη συνεπιβατών κ.ο.κ. Παρόλα ταύτα, η παρουσία της κάμερας σε εμφανές για τους οδηγούς σημείο, όπως η νησίδα, είναι το σοβαρότερο πρόβλημα, καθώς υπό αυτή τη συνθήκη είναι πολύ

πιθανό να επηρεαστεί η συμπεριφορά τους, με αποτέλεσμα οι παρατηρήσεις να μην ανταποκρίνονται πλήρως στην πραγματικότητα. Οι άνθρωποι και στην περίπτωση της έρευνας οι οδηγοί, υπό την υποψία ότι παρακολουθούνται, είναι λογικό να αντιδράσουν διαφορετικά από ότι θα έπρατταν υπό την απουσία του μέσου παρακολούθησης, γεγονός που κατέστησε τις προτεινόμενες θέσεις απορριπτέες.

Το σημείο το οποίο εν τέλει επιλέχθηκε για την βιντεοσκόπηση στον κόμβο του Ζωγράφου, ήταν ουσιαστικά στη συμβολή των οδών, πάνω σε ένα πλάτωμα του πεζοδρομίου, όπως φαίνεται και στην εικόνα, με το πράσινο βέλος.

Παρακάτω στην εικόνα (Σχήμα 3.13), υπάρχει στιγμιότυπο από την ώρα των βιντεοσκοπήσεων, που φαίνεται καθαρά το σημείο που έχουν τοποθετηθεί από τον παρατηρητή, ο τρίποδας και η βιντεοκάμερα. (Πρόκειται για το σημείο που όπως προαναφέρθηκε, τονίζεται με το πράσινο βέλος).



Σχήμα 3.13: Θέση παρατηρητή κατά την βιντεοσκόπηση των οχημάτων

Από την συγκεκριμένη θέση η βιντεοκάμερα κάλυπτε ικανοποιητικά το οπτικό πεδίο, ο φωτεινός σηματοδότης ήταν εμφανής όπως και η πορεία των οχημάτων, κατάντη της γραμμής στάσης της προσβάσεως. Εκ πρώτης όψεως, η εναλλαγή των ενδείξεων του σηματοδότη έμοιαζε αδύνατη, λόγω της γωνίας που δημιουργήθηκε από την θέση του ίδιου σε σχέση με αυτήν της βιντεοκάμερας, όμως η

τοποθέτηση έγινε με τέτοιο τρόπο, ώστε ακόμη και από το πλάι, να είναι ευδιάκριτες οι ενδείξεις. Σε διαφορετική περίπτωση, θα έπρεπε να παρατηρείται η ένδειξη που αφορά στους πεζούς, η οποία επειδή είναι κάθετα τοποθετημένη ως προς τις ενδείξεις για τα οχήματα, είναι απολύτως εμφανής στο πλάνο της κάμερας.

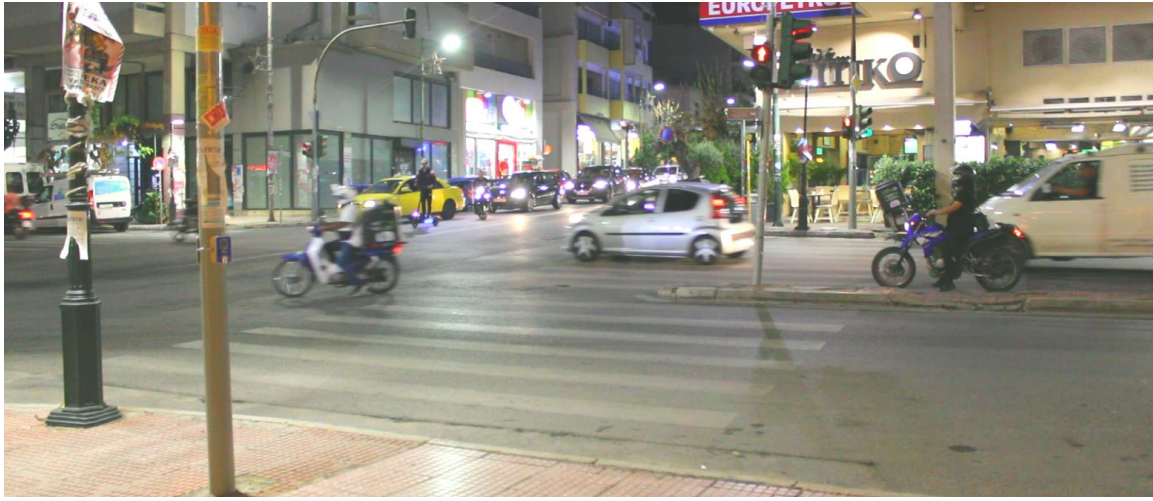
Επιπλέον, στο σημείο που τοποθετήθηκε η βιντεοκάμερα, τόσο το γωνιακό κτίριο όσο και η βλάστηση που υπάρχει εντός του κρασπέδου, λειτουργούσαν ως εμπόδια στο οπτικό πεδίο των διερχόμενων οχημάτων, με αποτέλεσμα η βιντεοσκόπηση να μην είναι αντιληπτή στους οδηγούς και η συμπεριφορά τους να παραμένει ανεπηρέαστη. Οι μόνοι που ενίοτε παρατήρησαν την ύπαρξη βιντεοκάμερας, ήταν οι οδηγοί οι οποίοι κατέφθασαν στην γραμμή στάσης κάποια δευτερόλεπτα αργότερα από την κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη και αναγκαστικά περίμεναν στην γραμμή στάσης. Αυτό σημαίνει πως δεν είχαν στην ουσία ευκαιρία να προβούν σε παραβίαση της κόκκινης ένδειξης, επομένως δεν υπήρξε κάποια αλλοίωση στην αξιοπιστία των δεδομένων.



Σχήμα 3.14: Επιλογές τοποθέτησης βιντεοκάμερας στον πρώτο κόμβο

Παραπάνω στο απόσπασμα (Σχήμα 3.14) του κόμβου, από το ύψος του εδάφους, φαίνονται οι θέσεις που τοποθετήθηκε η βιντεοκάμερα. Με το βέλος στο αριστερό μέρος της εικόνας, υποδεικνύεται η θέση της βιντεοκάμερας για την καταγραφή των δεδομένων του οδικού άξονος της Ούλφω Πάλμε. Παραδόξως, η κάμερα και ο παρατηρητής στάθηκαν στο πεζοδρόμιο της άλλης πλευράς, διότι η διάταξη του κτιρίου με τις κολώνες, έμπροσθεν της εισόδου της τραπέζης, αξιοποιήθηκε για να μην γίνεται αντιληπτή η παρουσία τους. Επιπλέον, η απόσταση που είχαν από το ρεύμα που μελετήθηκε, δημιούργησε ένα πιο ευρύ οπτικό πεδίο με αποτέλεσμα να φαίνονται τα οχήματα κάποια μέτρα πριν την διατομή στο ύψος του σηματοδότη.

Για την οδό Γρηγορίου Αυξεντίου, ο παρατηρητής έστησε την κάμερα, πλησίον της γωνίας που υποδεικνύεται από το βελάκι στα δεξιά, καθώς ήταν ένα από τα λίγα σημεία που η κάμερα και ο ίδιος δεν ήταν εύκολα διακριτοί.



Σχήμα 3.15: Στιγμιότυπο από την βιντεοσκόπηση των οχημάτων

Όπως και στη μέθοδο συλλογής δεδομένων από τις επί τόπου παρατηρήσεις, έτσι και στην περίπτωση της καταγραφής του οπτικοακουστικού υλικού, πραγματοποιήθηκε καταγραφή συγκεκριμένων παραμέτρων. Αυτές είναι οι εξής:

- Ο τύπος οχήματος για όσους οδηγούς διέλευσαν με πράσινη ένδειξη, όμως είχαν την ευκαιρία να περάσουν προηγουμένως με κόκκινη και συνεπώς κατατάσσονται στους μη παραβάτες.
- Η κατεύθυνση οχήματος κατά την έξοδο από τον κόμβο, για όσους οδηγούς διέλευσαν με πράσινη ένδειξη και ομοίως με παραπάνω, κατατάσσονται στο μη παραβάτες.
- Η λωρίδα κυκλοφορίας των μη παραβατών.
- Η ταχύτητα των οχημάτων που παραβίασαν την κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη όπως επίσης και των μη παραβατών.
- Ο χρόνος που μεσολάβησε από την έναρξη της κόκκινης ένδειξης μέχρι το όχημα να ακινητοποιηθεί στη γραμμή στάσης (μη παραβάτες) ή να διασχίσει τον κόμβο (παραβάτες).
- Ο αριθμός παραβιάσεων που προηγήθηκαν από κάθε παραβίαση της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη. Οι προηγηθείσες παραβιάσεις, καταμετρήθηκαν και στις περιπτώσεις των μη παραβατών.
- Ο αριθμός των πεζών που διέσχισαν την οδό στο ύψος της διάβασης κατάντη της γραμμής στάσης.
- Ο κυκλοφοριακός φόρτος ανά κύκλο σηματοδότησης.
- Η χρονική διάρκεια όλων των φωτεινών ενδείξεων.
- Ύπαρξη συνεπιβάτη και προσδιορισμός του πλήθους, της ηλικίας και του φύλου, στην περίπτωση που υπήρχε ένας ή παραπάνω άνθρωποι στο όχημα, πέραν του οδηγού.

Πέραν όμως των παραμέτρων που προαναφέρθηκαν, μέσω του υλικού της βιντεοκάμερας, έγινε έλεγχος και επιβεβαίωση των καταγεγραμμένων στο ειδικό έντυπο παραμέτρων. Για παράδειγμα, η ύπαρξη ή όχι συνεπιβατών και παράλληλα ο προσδιορισμός του πλήθους αλλά και της ηλικίας τους ήταν μία αρκετά δύσκολη ενέργεια, λαμβάνοντας υπόψη και το χαμηλό επίπεδο φωτισμού καθώς οι βιντεοσκοπήσεις πραγματοποιήθηκαν τις νυχτερινές ώρες. Ως εκ τούτου, οι πληροφορίες που καταγράφηκαν στο έντυπο σχετικά με τους συνεπιβάτες, είναι πιθανό να μην είναι απολύτως έγκυρες, επομένως έχρηζαν επαλήθευσης. Η διαδικασία της προβολής του οπτικοακουστικού υλικού έγινε με τον παρατηρητή να διακόπτει συνεχώς τη ροή της καταγραφής και να σημειώνει τις παραμέτρους που

τον ενδιέφεραν. Ο χρόνος που μεσολάβησε από την έναρξη της κόκκινης ένδειξης μέχρι το όχημα να ακινητοποιηθεί στην γραμμή στάσης ή να διασχίσει τον κόμβο, μετρήθηκε με την βοήθεια χρονομέτρου. Τέλος, οι παρατηρητές, για δική τους βοήθεια και εξασφάλιση, μέσω της ομιλίας τους μετέφεραν τις πληροφορίες που επιθυμούσαν, έτσι ώστε όταν σε δεύτερο χρόνο προβαλλόταν η καταγραφή, να ακούγονται οι φωνές τους. Κατά αυτόν τον τρόπο, οι κατέγραφαν χρήσιμες πληροφορίες σε ακουστική μορφή.

Όπως προκύπτει από τα παραπάνω, βασική εργασία που πραγματοποιήθηκε μέσω της προβολής του βίντεο, αποτέλεσε πρωτίστως, η καταγραφή των πληροφοριών σχετικά με τους μη παραβάτες και δευτερευόντως των υπολοίπων στοιχείων, χωρίς αυτό να σημαίνει πως αυτά ήταν λιγότερα σημαντικά. Αυτό συνέβη, διότι στις επί τόπου παρατηρήσεις δόθηκε έμφαση στους παραβάτες και τα επιμέρους χαρακτηριστικά αυτών.

3.4 Παράμετροι έρευνας

3.4.1 Ηλικία και φύλο οδηγού

Η ηλικία και το φύλο αποτελούν βασικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα ενός ανθρώπου, επομένως είναι προφανές ότι προκειμένου να σκιαγραφηθεί το προφίλ των παραβατών, είναι σημαντικό να καταγραφούν τα στοιχεία αυτά. Η πλειοψηφία των ερευνών σε παγκόσμιο επίπεδο που σχετίζεται με την παραβίαση της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη, αλλά και γενικότερα με παραβατικές οδικές συμπεριφορές, περιλαμβάνουν στις παραμέτρους επιρροής τόσο την ηλικία όσο και το φύλο του οδηγού.

Για παράδειγμα, η παρορμητικότητα και η άγνοια κινδύνου αποτελούν μερικά από τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της νεαρής ηλικίας. Είναι αναμενόμενο τα χαρακτηριστικά αυτά να επηρεάσουν την οδική συμπεριφορά και τις αποφάσεις ενός ανθρώπου εν ώρα οδήγησης.

Ωστόσο, οι συνθήκες φωτισμού λόγω απουσίας φυσικού φωτισμού αλλά και η ανάλυση της βιντεοκάμερας κατέστησαν τον προσδιορισμό της ηλικίας αρκετά δύσκολο. Για τον λόγο αυτό η εκτίμηση της ηλικίας έγινε εμπειρικά και η καταγραφή αυτής στα εξής τρία επίπεδα:

- **Κατηγορία 1η:** 18-30 ετών
Η κατηγοριοποίηση έχει ως αφετηρία το 18ο έτος της ηλικίας, από το οποίο η οδήγηση καθίσταται νόμιμη
- **Κατηγορία 2η:** 31-50 ετών
- **Κατηγορία 3η:** Άνω των 50 ετών

Οι κατηγορίες των ηλικιακών ομάδων περιορίστηκαν στις τρεις, προκειμένου να διευκολυνθεί ο προσδιορισμός από την πλευρά του παρατηρητή και οι εκτιμήσεις να ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα.

Αντίστοιχα με την ηλικία, έτσι και το φύλο ως βασικό γνώρισμα ενός ανθρώπου ενδέχεται να αναδειχθεί σε σημαντικό παράγοντα επιρροής της συμπεριφοράς. Κατά γενική ομολογία, η πλειοψηφία των παραβατικών συμπεριφορών προκύπτει από τους οδηγούς του ανδρικού φύλου, συγκριτικά με τις γυναίκες οδηγούς οι οποίες διακατέχονται από περισσότερη υπομονή και σύνεση.

3.4.2 Ύπαρξη συνεπιβατών

Η οδηγική συμπεριφορά ενός οδηγού επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από την παρουσία ή όχι κάποιου συνεπιβάτη, με αποτέλεσμα η εν λόγω παράμετρος να θεωρείται από τις πλέον σημαντικές. Η παρουσία συνεπιβάτη αυξάνει υποσυνείδητα το αίσθημα ευθύνης του οδηγού κάτι το οποίο τον αποτρέπει από απρόσεκτες και επικίνδυνες ενέργειες. Αντιθέτως, καθώς η σωματική ακεραιότητα των συνεπιβατών εξαρτάται εν πολλοίς από τον εκάστοτε οδηγό, αυτός συνήθως λειτουργεί με περισσότερη υπομονή και προσοχή. Όσοι περισσότεροι είναι οι συνεπιβάτες τόσο περισσότερο εντείνεται και το αίσθημα ευθύνης του οδηγού απέναντι σε αυτούς. Για αυτόν ακριβώς τον λόγο και για την εκπόνηση της παρούσης κατεγράφη και το πλήθος των συνεπιβαινόντων, με τον διαχωρισμό σε ενήλικους και μη. Ο συγκεκριμένος διαχωρισμός βασίστηκε στην κρίση του παρατηρητή και όχι σε απτά στοιχεία, μέθοδος που ακολουθήθηκε και για τον προσδιορισμό και άλλων στοιχείων της έρευνας (π.χ. ταχύτητα οχήματος, ηλικία οδηγού).

3.4.3 Κατηγορία οχήματος

Ο τύπος του οχήματος αποτέλεσε μία εκ των βασικών παραμέτρων που καταγράφηκαν, καθώς η οδηγική συμπεριφορά ενδέχεται να ποικίλει ανάλογα με τον εκάστοτε τύπο του οχήματος. Επίσης, η καταγραφή της συγκεκριμένης μεταβλητής πραγματοποιείται με απόλυτη ακρίβεια, διότι η κατηγορία του οχήματος δεν επαφίεται στην κρίση του παρατηρητή, αλλά αποτελεί αδιαμφισβήτητο στοιχείο, καθιστώντας το περιθώριο σφάλματος μηδαμινό.

Παρακάτω παρατίθενται οι κατηγορίες των οχημάτων όπως αυτές προκύπτουν από τη νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης και συγκεκριμένα τις εισηγήσεις της Οικονομικής Επιτροπής των Ηνωμένων Εθνών για την Ευρώπη (UNECE).

Η ταξινόμηση διακρίνει τα οχήματα και τα ρυμουλκούμενα σε 4 βασικές κατηγορίες (<https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/general-information/vehicle-types>):

- **Κατηγορία L:** Μηχανοκίνητα οχήματα με λιγότερους από τέσσερις τροχούς και μερικά ελαφριά τετράτροχα.
- **Κατηγορία M:** Μηχανοκίνητα οχήματα που έχουν τουλάχιστον τέσσερις τροχούς και χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά επιβατών (κυρίως αυτοκίνητα).
- **Κατηγορία N:** Μηχανοκίνητα οχήματα που έχουν τουλάχιστον τέσσερις τροχούς και χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά εμπορευμάτων και ταξινομούνται σε υποκατηγορίες βάσει μεγέθους. Πρόκειται κυρίως για φορτηγά και ημιφορτηγά.
- **Κατηγορία O:** Ρυμουλκούμενα και ημιρυμουλκούμενα

Ωστόσο, στα πλαίσια της έρευνας ορισμένα οχήματα κατηγοριοποιήθηκαν ξεχωριστά καθώς παρουσιάζουν διαφορετική οδηγική συμπεριφορά από το γενικότερο σύνολο της κατηγορίας στην οποία τυπικά ανήκουν. Αναλυτικότερα, τα ταξί και τα λεωφορεία, προσφέρουν ως γνωστόν υπηρεσίες μετακίνησης για τους πολίτες, με αποτέλεσμα να επηρεάζονται σημαντικά οι οδηγικές τους ενέργειες και αποφάσεις. Η επιρροή αυτή μπορεί να αποτυπωθεί είτε με θετικό είτε με αρνητικό πρόσημο, διότι αφενός το αίσθημα ευθύνης, από την ύπαρξη συνεπιβατών, είναι μεγάλο και μειώνεται η πιθανότητα για παραβατικές συμπεριφορές, αφετέρου όμως, η επιθυμία για την καλύτερη δυνατή εξυπηρέτηση δίχως καθυστερήσεις στην μετακίνηση, ενδέχεται να ωθήσει τους οδηγούς σε παραβιάσεις του ΚΟΚ και συγκεκριμένα της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη. Στην

περίπτωση των φορτηγών, κρίθηκε ορθό να γίνει ένας επιμέρους διαχωρισμός βάσει μεγέθους και να δημιουργηθεί μία κατηγορία που να αφορά στα μικρού μεγέθους φορτηγά-ημιφορτηγά και μία κατηγορία που να περιλαμβάνει τα μεγαλύτερα φορτηγά. Άλλωστε παρόμοιος είναι και ο αντίστοιχος διαχωρισμός στην επίσημη ταξινόμηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Τελικώς, για τις ανάγκες της εργασίας, οι κατηγορίες των οχημάτων που καταγράφηκαν παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.3.

Κατηγορίες Οχημάτων	
Κατηγορία I:	Μοτοοδήλατα, σκούτερ, πατίνια μοτοσυκλέτες
Κατηγορία II:	Επιβατικά ΙΧ
Κατηγορία III:	Ταξί
Κατηγορία IV:	Ημιφορτηγά, μικρά φορτηγά
Κατηγορία V:	Λεωφορεία, τρόλεϊ
Κατηγορία VI:	Φορτηγά
Κατηγορία VII:	Φορτηγά με ρυμουλκούμενο

Πίνακας 3.3 : Κατηγορίες οχημάτων

3.4.4. Ταχύτητα οχήματος

Στη συγκοινωνιακή τεχνική, η ταχύτητα αποτελεί βασικό μέγεθος της κυκλοφοριακής ροής και διακρίνεται σε δύο τύπους, τη χωρική και τη χρονική ταχύτητα. Η μέση χρονική ταχύτητα αφορά στον αριθμητικό μέσο όρο των στιγμιαίων ταχυτήτων των οχημάτων που διέρχονται από μια διατομή του δρόμου. Αντιστοίχως, η μέση χωρική προσδιορίζεται από τον αριθμητικό μέσο των στιγμιαίων ταχυτήτων των οχημάτων που κινούνται σε ένα τμήμα του δρόμου σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή.

Στην παρούσα έρευνα, η καταγραφή της ταχύτητας του εκάστοτε οχήματος προέκυψε από εμπειρική εκτίμηση του παρατηρητή κατά τη στιγμή που το όχημα προσέγγιζε τον κόμβο. Για τον λόγο αυτό, ο διαχωρισμός έγινε σε λίγες βαθμίδες και συγκεκριμένα σε τρεις, προκειμένου να υπάρχει όσο το δυνατόν μεγαλύτερη συνέπεια στις εκτιμήσεις. Έτσι η ταχύτητα σε κάθε περίπτωση κατηγοριοποιήθηκε σε χαμηλή, μεσαία, και υψηλή.

Η ταχύτητα με την οποία γίνεται κάποιος οδηγός είναι ουσιαστικά μία προέκταση της γενικότερης οδηγικής του συμπεριφοράς. Επομένως, αρκετοί από τους οδηγούς που προσεγγίζουν τον κόμβο με μεσαία ή υψηλή ταχύτητα, έχουν σκοπό, εάν χρειαστεί, να διασχίσουν τον κόμβο εν μέσω κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη. Ακόμη και στις περιπτώσεις των οδηγών οι οποίοι συμμορφώνονται με τις φωτεινές ενδείξεις, είναι πιθανό λόγω ανάπτυξης ταχύτητας να προτιμήσουν να διασχίσουν την διατομή με κόκκινη ένδειξη, αποφεύγοντας την απότομη πέδηση σε μικρή απόσταση από τον σηματοδότη.

3.4.5 Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας

Ο αριθμός των λωρίδων κυκλοφορίας εντάσσεται στα γενικότερα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του κόμβου και είναι άμεσα συνυφασμένος με τον κυκλοφοριακό φόρτο του εκάστοτε άξονα. Αυτό σημαίνει πως ένας οδικός άξονας που εξυπηρετεί μεγάλο πλήθος οχημάτων και έχει υψηλό φόρτο, θα διαθέτει και παραπάνω από μία λωρίδες. Με την ίδια λογική, μία οδός χαμηλής πυκνότητας κυκλοφορίας, κατά πάσα πιθανότητα θα αποτελείται από μία και μόνο λωρίδα κυκλοφορίας.

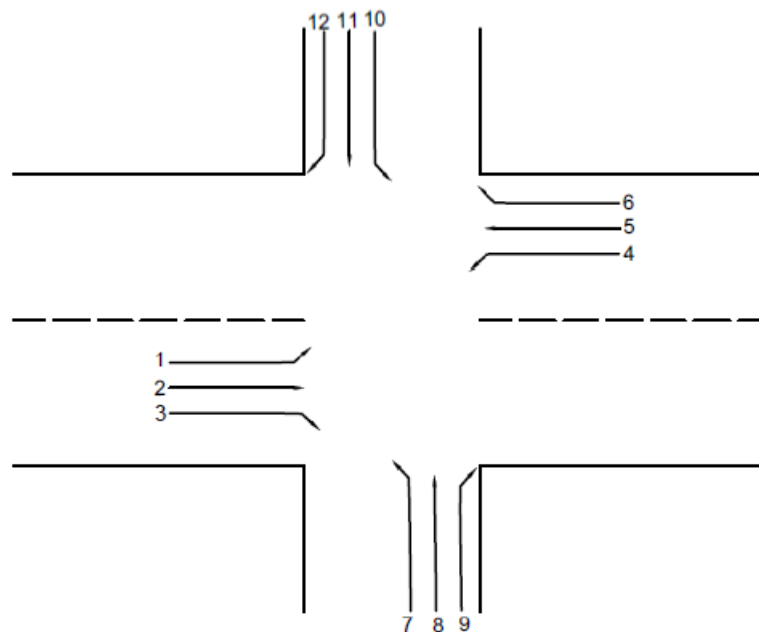
3.4.6 Λωρίδα κυκλοφορίας

Η λωρίδα στην οποία κινείται κάποιο όχημα σχετίζεται άμεσα με την πορεία που θα ακολουθήσει κατά την έξοδό του από τον κόμβο. Η πορεία που επιθυμεί να ακολουθήσει ο οδηγός διερχόμενος από τον κόμβο, μπορεί να επιδράσει στον τρόπο σκέψης του και είτε να τον αποθαρρύνει είτε να τον ωθήσει σε παραβίαση της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη.

3.4.7 Κατεύθυνση οχήματος

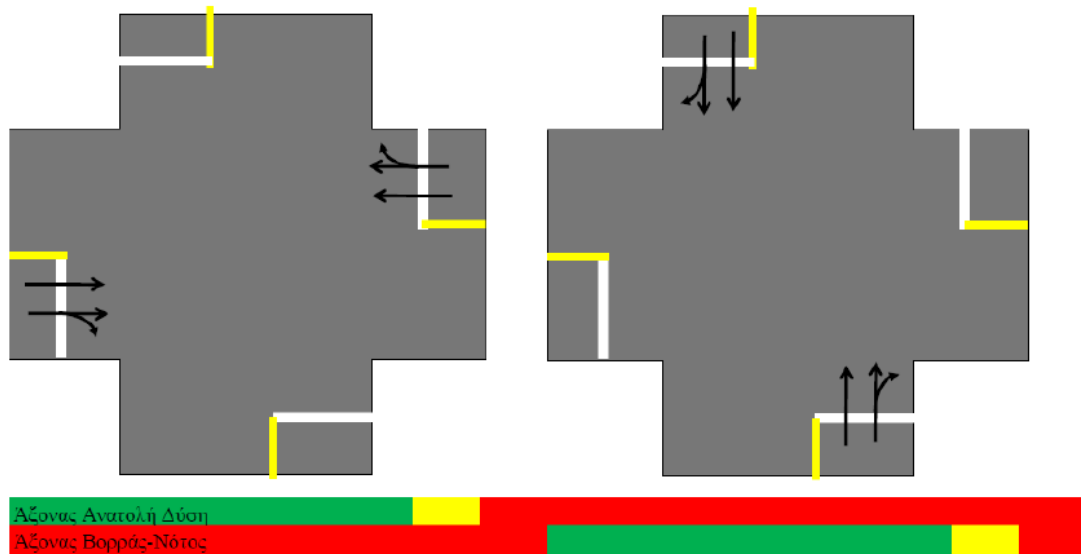
Ο φωτεινός σηματοδότης ρυθμίζει τις κινήσεις των οχημάτων σε έναν κόμβο, μέσω των τριών διαφορετικών του ενδείξεων, οι οποίες εναλλάσσονται διαδοχικά, ολοκληρώνοντας έναν κύκλο σηματοδότησης σταθερού κύκλου.

Οι ισόπεδοι κόμβοι με φωτεινή σηματοδότηση αποτελούν τον επικρατέστερο τύπο κόμβου που συναντά κανείς σε αστικό οδικό δίκτυο. Ενδεικτικά σε έναν ισόπεδο τετρασκελή κόμβο με παραχώρηση προτεραιότητας μέσω φωτεινού σηματοδότη όπου σε κάθε ρεύμα τα οχήματα επιτρέπεται να κινηθούν προς όλες τις κατευθύνσεις, οι κινήσεις διαμορφώνονται ως εξής:



Σχήμα 3.16: Κινήσεις οχημάτων σε έναν τετρασκελή κόμβο

Τα προγράμματα φωτεινής σηματοδότησης λειτουργούν με στάδια. Το στάδιο φωτεινής σηματοδότησης ορίζεται ως ένα διακριτό τμήμα του κύκλου σηματοδότησης που κατανέμεται σε μία κίνηση κυκλοφορίας ή σε ένα συνδυασμό κινήσεων που έχουν το δικαίωμα να διασχίσουν τον κόμβο ταυτόχρονα. Με άλλα λόγια κάθε στάδιο καθορίζεται από τις εναλλαγές των ενδείξεων του φωτεινού σηματοδότη.



Σχήμα 3.17: Παράδειγμα προγράμματος φωτεινής σηματοδότησης (Πηγή: Αντωνίου και Σπυροπούλου, 2015)

3.4.8 Διάρκεια πράσινης και κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη

Οι χρονικές διάρκειες των δύο αυτών φωτεινών ενδείξεων σε συνδυασμό με τον κυκλοφοριακό φόρτο προκαλούν τάσεις παραβίασης της κόκκινης ένδειξης, λόγω ανυπομονησίας ή βιάσυνης από την πλευρά των οδηγών. Ιδίως δε, αν συνυπολογιστεί ότι τα χρονικά διαστήματα διαφέρουν αναλόγως της λωρίδας κυκλοφορίας, τότε οι κινήσεις με περιορισμένο διάστημα διέλευσης έχουν αυξημένες πιθανότητες να παρουσιάσουν παραβιάσεις της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη.

3.4.9 Χρήση προστατευτικού κράνους

Η χρήση του κράνους από τους μοτοσυκλετιστές δεν επηρεάζει άμεσα την οδηγική τους συμπεριφορά ούτε αποτελεί καθοριστικό παράγοντα επιρροής των αποφάσεων του οδηγού. Παρόλα ταύτα, η συγκεκριμένη παράμετρος καταγράφηκε με σκοπό να σκιαγραφηθεί το προφίλ των παραβατών και να διαπιστωθεί, εάν τηρούν τους κανόνες ατομικής ασφάλειας, όπως είναι η χρήση κράνους, κάτι που υποδεικνύει σύνεση και επιμέλεια για το εκάστοτε πρόσωπο. Με βάση τα παραπάνω, είναι εύλογο να υποθεθεί, ότι τέτοιοι οδηγοί θα εξακολουθήσουν να επιδεικνύουν επιμελή συμπεριφορά, συμμορφούμενοι προς τον ΚΟΚ, σε αντίθεση με εκείνους που σημειώθηκαν να οδηγούν δίχως κράνος. Το παραπάνω συμπέρασμα δεν αποτελεί παρά μία υπόθεση, η οποία θα φανεί στα μοντέλα αν ισχύει ή όχι.

3.4.10 Ύπαρξη πεζών

Η παρουσία πεζών επί του κόμβου κατάγραφε, καθώς αυτή μπορεί να αποτελέσει ανασταλτικό παράγοντα σε ενδεχόμενες παραβιάσεις της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη, διότι η πρόκληση ατυχήματος θα επέφερε πολύ σοβαρές επιπτώσεις τόσο στον πεζό όσο φυσικά και στον οδηγό. Επομένως, προς αποφυγής μίας τέτοιας δυσάρεστης εξέλιξης οι οδηγοί πιθανώς να είναι πιο προσεκτικοί.

3.4.11 Κυκλοφοριακός φόρτος

Ο κυκλοφοριακός φόρτος είναι ένα μέγεθος με χρονική διάσταση και αποτελεί τον συνολικό αριθμό οχημάτων που διέρχονται από μία διατομή στη μονάδα του χρόνου. Αναλυτικότερα, μετράται ο αριθμός των οχημάτων που διέρχονται από μία διατομή σε διάρκεια κάποιας χρονικής περιόδου και έπειτα ο αριθμός αυτός ανάγεται στην ώρα. Στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας, ο φόρτος προσδιορίστηκε εμπειρικά σε μία κλίμακα τριών επιπέδων (χαμηλός, μεσαίος, υψηλός), λαμβάνοντας υπόψη και τον αριθμό των οχημάτων που διέσχισαν τον κόμβο ανά κύκλο σηματοδότησης. Ειδικότερα, τα τρία επίπεδα ορίστηκαν με τέτοιο τρόπο, ώστε να εξασφαλίζεται ότι περιλαμβάνουν παρόμοιο πλήθος μετρήσεων και να συγκεντρώνεται ικανό δείγμα για στατιστική ανάλυση.

3.4.12 Χρόνος που μεσολάβησε μετά την έναρξη της κόκκινης ένδειξης

Μία ακόμη παράμετρος που σημειώθηκε αφορά στον χρόνο που μεσολάβησε, από την έναρξη της κόκκινης ένδειξης έως την διέλευση ή όχι των οχημάτων που κατέφθασαν πρώτα στον κόμβο, εντός 5 δευτερολέπτων. Για την κατηγορία των παραβατών, το καταγεγραμμένο χρονικό διάστημα υποδηλώνει τη στιγμή που συνέβη η παραβίαση, έχοντας πάντα ως χρονική αφετηρία την έναρξη της κόκκινης ένδειξης. Με την ίδια λογική, για τους μη-παραβάτες υποδηλώνεται η στιγμή κατά την οποία ακινητοποιήθηκαν ανάντη της γραμμής στάσης, αφότου ξεκίνησε η κόκκινη ένδειξη.

3.4.13 Κλίση Εδάφους

Η κλίση του εδάφους των μελετούμενων οδικών αξόνων αποτελεί γεωμετρικό χαρακτηριστικό του κόμβου, καθώς αυτή αντιστοιχεί στην γωνία που σχηματίζουν 2 επίπεδα και εκφράζεται σε ποσοστά. Η κλίση του δρόμου ενδέχεται να επηρεάσει την οδική συμπεριφορά του οχήματος με αποτέλεσμα οι οδηγοί να προσαρμόσουν την οδήγησή τους αναλόγως. Για παράδειγμα, σε δρόμο που χαρακτηρίζεται από κατωφέρεια, ασυναίσθητα μπορεί κάποιος οδηγός να αναπτύξει μεγαλύτερη ταχύτητα από τα επιτρεπτά όρια, προτιμώντας έτσι ενστικτωδώς να προβεί σε παραβίαση της κόκκινης ένδειξης από το να επιβραδύνει και να σταματήσει στην γραμμή στάσης. Από την άλλη πλευρά, η ανωφέρεια πολλές φορές μειώνει την ορατότητα όσο πλησιάζει κανείς στην κορυφή, με αποτέλεσμα να αποθαρρύνεται όποιος είχε την τάση να διασχίσει τον κόμβο με κόκκινο.

3.4.14 Ημέρα και ώρα

Κύριο γνώρισμα της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας, αποτελεί η διαδικασία συλλογής των δεδομένων κατά τις νυχτερινές ώρες της ημέρας, όταν και απουσίαζε ο φυσικός φωτισμός. Ωστόσο, μετά τη δύση του ηλίου παρατηρείται σταδιακά αποκλιμάκωση της κυκλοφορίας, επομένως οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν κατά το διάστημα 20:00-21:00, όπου το επίπεδο του κυκλοφοριακού φόρτου ήταν ικανοποιητικό ώστε να συγκεντρωθεί το απαραίτητο δείγμα. Συνεπώς, για τις μετρήσεις λαμβάνεται υπόψη μόνο η ημέρα καταγραφής, εφόσον η χρονική στιγμή εντός της ημέρας δεν παρουσιάζει διαφορές που να στοιχειοθετούν την ξεχωριστή καταγραφή της ως παράμετρο.

3.4.15 Έγπαρξη προηγηθεντων παραβατών

Είναι γνωστό πως οι άνθρωποι όταν οδηγούν μπορούν εύκολα να επηρεαστούν από την οδηγική συμπεριφορά των οδηγών που υπάρχουν πλησίον τους και ειδικότερα από τα προπορευόμενα οχήματα με αποτέλεσμα πολλές φορές να παρασύρονται σε επικίνδυνες ενέργειες. Συνεπώς, για κάθε όχημα που παραβίασε την κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη, σημειώθηκε εάν προυπήρξε οδηγός στον ίδιο κύκλο σηματοδότησης, που έκανε το ίδιο. Για παράδειγμα, σε έναν κύκλο όπου παρατηρήθηκαν 2 παραβιάσεις, για τον 1ο οδηγό, ο αριθμός προηγηθέντων παραβιάσεων είναι μηδενικός, ενώ για τον 2ο οδηγό θα καταγραφεί μία παραβίαση. Στην περίπτωση που κατέφθασε κάποιο όχημα στον κόμβο, αλλά ακινητοποιήθηκε (μη παραβάτης), συμμορφούμενο στις ενδείξεις, τότε οι παραβιάσεις προπορευόμενων οχημάτων ανέρχονται στις 2.

3.5 Έρευνα πεδίου

3.5.1 Δοκιμαστικές παρατηρήσεις

Σε πρωταρχικό επίπεδο και πριν από τις βιντεοσκοπήσεις που τελικώς αξιοποιήθηκαν για την παρούσα διπλωματική εργασία, πραγματοποιήθηκαν ορισμένες μετρήσεις δοκιμαστικού χαρακτήρα. Σκοπός των μετρήσεων αυτών ήταν η εξοικείωση του ερευνητή με την διαδικασία της καταγραφής οπτικοακουστικού υλικού προκειμένου τα στοιχεία και οι πληροφορίες που θα εξαχθούν να είναι έγκυρα και να μην επιδέχονται αμφισβήτηση, όσο αυτό ήταν δυνατό. Αναλυτικότερα, τα ζητήματα που προέκυψαν και για τα οποία χρειάστηκε να γίνουν κάποιες δοκιμαστικές βιντεοσκοπήσεις, ήταν τα εξής:

- Έγπαρση κατάλληλου σημείου για την τοποθέτηση της βιντεοκάμερας.
Προφανώς αυτό διέφερε από πρόσβαση σε πρόσβαση, όμως η λογική εξακολουθεί να είναι ίδια. Για τον λόγο αυτό, έγιναν κάποιες δοκιμαστικές καταγραφές και από την προβολή τους στην οθόνη του υπολογιστή, ο ερευνητής κατέληξε στην καταλληλότερη θέση για την βιντεοκάμερα, προκειμένου να είναι διακριτά όσα εκείνος επιθυμούσε να παρατηρήσει.
- Αποκλεισμός μη ορατών παραμέτρων
Προτού πραγματοποιηθούν οι μετρήσεις, συγκροτήθηκε ένας κατάλογος με τις παραμέτρους που θα μπορούσαν να συμπεριληφθούν στην ερευνητική διαδικασία. Με τη διεξαγωγή των πρώτων βιντεοσκοπήσεων, κατέστη σαφές πως ορισμένες εξ αυτών ήταν πολύ δύσκολο να παρατηρηθούν και εν συνεχεία να καταγραφούν. Για παράδειγμα, η χρήση του κινητού τηλεφώνου ή της ζώνης ασφαλείας είναι χαρακτηριστικές περιπτώσεις των παραμέτρων που τελικώς απορρίφθηκαν. Κατόπιν αυτής της διαλογής, συντάχθη η τελική λίστα με τις μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν στις αναλύσεις που ακολούθησαν.
- Διαχωρισμός των παραμέτρων ως προς τον τρόπο παρατήρησής τους
Ένα ζήτημα το οποίο αναφέρθηκε και σε προηγούμενο υποκεφάλαιο (3.3.2), αφορά τη μέθοδο που επιλέχθηκε για την παρατήρηση των επιμέρους παραμέτρων. Η συλλογή δεδομένων έγινε είτε με επί τόπου παρατήρηση στο πεδίο, είτε με την αναπαραγωγή του καταγεγραμμένου οπτικοακουστικού υλικού. Ορισμένα στοιχεία, ωστόσο, δεν μπορούσαν να διακριθούν από το βίντεο, οπότε θεωρήθηκε ορθό να καταγράφονται αποκλειστικά κατά τη στιγμή της βιντεοσκόπησης, καθώς ο παρατηρητής είχε άμεση οπτική επαφή και το περιθώριο σφάλματος ήταν περιορισμένο. Για παράδειγμα, η εκτίμηση της ηλικίας του οδηγού και των συνεπιβατών έγινε κατά τη διάρκεια των επιτόπιων παρατηρήσεων, καθώς η ποιότητα του βίντεο δεν θα μπορούσε να αποδώσει επαρκείς λεπτομέρειες για την εξαγωγή

ασφαλών συμπερασμάτων. Επομένως, οι παράμετροι διακρίνονται βάσει του τρόπου με τον οποίο έγιναν οι παρατηρήσεις τους.

3.5.2 Τελικές παρατηρήσεις

Αμέσως μετά από τις δοκιμαστικές λήψεις, ακολούθησαν οι καταγραφές στους κόμβους που είχαν επιλεγεί για μελέτη και συγκεντρώθηκαν τα απαραίτητα δεδομένα. Οι βιντεοσκοπήσεις πραγματοποιήθηκαν σε διαφορετικές ημέρες, εκτός του Σαββάτου και της Κυριακής, τις νυχτερινές ώρες, καθώς όπως επισημάνθηκε και στο υποκεφάλαιο 3.4.14, σκοπός της συγκεκριμένης διπλωματικής αποτέλεσε η διερεύνηση της παραβίασης της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη κατά τις ώρες όπου ο ήλιος είχε δύσει. Πέρα από τις συνθήκες φωτισμού, κατά τις βραδινές ώρες η οδηγική συμπεριφορά επηρεάζεται και από κοινωνικά χαρακτηριστικά, όπως είναι ο σκοπός της μετακίνησης και η κούραση των οδηγών. Είναι δεδομένο ότι κατά το διάστημα των παρατηρήσεων, ειδικά κατά τις ημέρες Δευτέρα-Παρασκευή, η σωματική κούραση της πλειοψηφίας των οδηγών είναι σημαντικά μεγαλύτερη από ότι θα παρατηρούνταν κατά τις πρωινές ώρες, ενώ ο σκοπός της μετακίνησης εΐθιστα να είναι μη ψυχαγωγικός (π.χ. επιστροφή από την εργασία). Κατά τις ημέρες του Σαββατοκύριακου, αντιθέτως, η κούραση των οδηγών, αν και είναι και πάλι αυξημένη σε σχέση με τις πρωινές ώρες, δεν επηρεάζει σε τόσο μεγάλο βαθμό την οδηγική συμπεριφορά, ενώ και ο σκοπός των μετακινήσεων έχει περισσότερες πιθανότητες να είναι η ψυχαγωγία. Συμπληρωματικά, η οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ, είναι συσχετισμένη κυρίως με μετακίνηση ψυχαγωγίας και ίσως αποτελούσε και αυτό μία παράμετρο επιρροής η οποία όμως δεν θα μπορούσε να καταγραφεί.

Στον πίνακα αναγράφονται οι πληροφορίες σχετικά με το σύνολο των ωρών καταγραφής οπτικοακουστικού υλικού όπως και οι αντίστοιχες ημέρες, ανά οδικό άξονα κυκλοφορίας. Συμπληρώθηκαν συνολικά 9.5 ώρες λήσεων, χωρίς να υπολογίζονται σε αυτές οι δοκιμαστικές παρατηρήσεις, οι οποίες διήρκεσαν περίπου 5 ώρες και πραγματοποιήθηκαν τόσο στους κόμβους μελέτης όσο και σε διαφορετικούς κόμβους. Παράλληλα με τις δοκιμές αυτές, εφαρμόστηκε μία επαναληπτική διαδικασία απόρριψης, η οποία οδήγησε στην επιλογή των δύο καταλληλότερων κόμβων.

Κατά τη διάρκεια των επιτόπιων παρατηρήσεων, διαπιστώθηκε εμπειρικά ότι ένα πλήθος τουλάχιστον 150 παραβιάσεων/κόμβο αποτελεί ικανό αριθμό για την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων για τη συνολική λειτουργία του κόμβου. Ένα μικρότερο νούμερο παραβιάσεων θα εισήγαγε μεγαλύτερη αβεβαιότητα, ενώ η χρήση ενός μεγαλύτερου ορίου θα απαιτούσε σημαντικά περισσότερο χρόνο παρατηρήσεων, χωρίς αντίστοιχη βελτίωση στην ποιότητα των αποτελεσμάτων, το οποίο επιβεβαιώνεται από προηγούμενη παρεμφερή έρευνα που έγινε σε κόμβους της Αθήνας (Κατωπόδης, 2021). Φυσικά, οτιδήποτε πάνω του ορίου των 150 ήταν θεμιτό, καθώς αυτό θα εξυπηρετούσε ακόμη περισσότερο την ανάλυση και θα οδηγούσε σε πιο ασφαλή συμπεράσματα.

Οδικός άξονας	Ώρες μετρήσεων (h)	Ημέρες μετρήσεων
Λεωφόρος Στρατάρχου Αλεξάνδρου Παπάγου	2.5	Τρίτη/Παρασκευή
Ούλωφ Πάλμε (Ζωγράφου)	2.5	Δευτέρα/Παρασκευή
Ούλωφ Πάλμε (Ιλίσια)	2.5	Δευτέρα/Παρασκευή
Γρηγορίου Αυξεντίου	2	Τετάρτη

Πίνακας 3.4: Ημέρες και διάρκεια μετρήσεων

3.6 Χαρακτηριστικά δείγματος

Στο παρόν υποκεφάλαιο θα παρουσιαστούν ορισμένα στοιχεία, που αφορούν στο σύνολο των δεδομένων που συγκεντρώθηκαν από τις παρατηρήσεις, όπως αυτά προέκυψαν κατόπιν κατηγοριοποίησης.

Στον παρακάτω Πίνακα 3.5 παρουσιάζονται οι κατανομές των οχημάτων ανά τύπο και κατεύθυνση, στο δείγμα που αφορά στο σύνολο των οδηγών-οχημάτων που διήλθαν από τις διατομές των τεσσάρων αξόνων.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΔΕΙΓΜΑ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ (%)
Τύπος Οχήματος	Μοτοποδήλατα-Σκούτερ-Μοτοσυκλέτες	1685	41.54
	Επιβατικά ΙΧ	1911	47.12
	Ταξί	380	9.37
	Ημιφορτηγά, Van	41	1.01
	Λεωφορεία, Τρόλεϊ	38	0.94
	Φορτηγά	1	0.02
	Φορτηγά με ρυμουλκούμενο	0	0.00
Κατεύθυνση	Δεξιά	874	21.55
	Ευθεία	2162	53.30
	Αριστερά	952	23.47
	Αναστροφή	68	1.68
Ύπαρξη Πεζών	ΝΑΙ	262	88.22
	ΟΧΙ	35	11.78
Φωτεινή Ένδειξη	Πράσινο	3482	85.85
	Πορτοκαλί	237	5.84
	Κόκκινο	337	8.31
ΣΥΝΟΛΟ ΟΧΗΜΑΤΩΝ		4056	

Πίνακας 3.5: Ταυτότητα δείγματος

Σύμφωνα με τα στοιχεία του Πίνακα 3.5 το σύνολο των οχημάτων που διέσχισαν και τις τέσσερις μελετούμενες διατομές, ανέρχεται στα 4,056, με την πλειοψηφία να αποτελούν πρωτίστως τα επιβατικά ΙΧ (47%) και δευτερευόντως οι μοτοσυκλέτες καθώς και τα λοιπά οχήματα της πρώτης κατηγορίας (42%). Εκτός των ταξί, τα οποία αντιστοιχούν περίπου στο 10% του συνόλου των οχημάτων, οι κατηγορίες 4,5,6 αθροιστικά κατέχουν το 2% της συνολικής κυκλοφορίας.

Αναφορικά με τις κατευθύνσεις των παρατηρηθέντων οχημάτων, παραπάνω από το ήμισυ των οδηγών, ήτοι το 53%, επέλεξε να κινηθεί ευθεία, σε αντίθεση με το 45% που συνέχισε είτε αριστερά είτε δεξιά την πορεία του. Συγκεκριμένα, η αριστερή κατεύθυνση προτιμήθηκε οριακά από την δεξιά, ενώ λιγότερο από το 2% προέβη στην παράνομη κίνηση της αναστροφής.

Εν συνεχεία, ακολουθεί ο Πίνακας 3.6 που περιλαμβάνει τα στοιχεία των οδηγών που είτε παρεβίασαν την κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη είτε δεν την παρεβίασαν, ενώ δυνητικά μπορούσαν να το πράξουν. Οι μεν πρώτοι προσδιορίζονται ως «Παραβάτες», ενώ αντίστοιχα οι έχοντες την ευκαιρία να προβούν σε παραβίαση χωρίς εν τέλει να το πράττουν, αποκαλούνται, στα πλαίσια της εργασίας, ως «Μη παραβάτες». Οι δύο αυτές ομάδες αποτελούν το επίκεντρο της

ερευνητικής διαδικασίας, καθώς μέσω της διερεύνησης των επιμέρους παραμέτρων που τις συνοδεύουν, θα προκύψουν οι παράγοντες οι οποίοι ασκούν επιρροή στους οδηγούς.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΔΕΙΓΜΑ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ (%)
Τύπος Οδηγού	Παραβάτης	337	60.94
	Μη Παραβάτης	216	39.06
Φύλο	Αρσενικό	482	87.16
	Θηλυκό	71	12.84
Ηλικία	18-30	123	22.24
	31-50	253	45.75
	>50	177	32.01
Ύπαρξη Συνεπιβατών	ΝΑΙ	156	28.21
	ΟΧΙ	397	71.79
Ηλικία Συνεπιβατών	Ανήλικος	22	3.98
	Ενήλικος	145	26.22
Φύλο Συνεπιβατών	Άνδρας	67	12.12
	Γυναίκα	105	18.99
Τύπος Οχήματος	Μοτοποδήλατα-Σκούτερ-Μοτοσυκλέτες	283	51.18
	Επιβατικά ΙΧ	208	37.61
	Ταξί	52	9.40
	Ημιφορτηγά, Van	2	0.36
	Λεωφορεία, Τρόλεϊ	7	1.27
	Φορτηγά	1	0.18
	Φορτηγά με ρυμουλκούμενο	0	0.00
Ταχύτητα	Χαμηλή	257	46.47
	Μεσαία	184	33.27
	Υψηλή	112	20.25
Χρήση Κράνους	ΝΑΙ	129	45.58
	ΟΧΙ	154	54.42
Ύπαρξη Πεζών	ΝΑΙ	483	87.34
	ΟΧΙ	70	12.66
Προσβάσεις (Κατανομή οδηγών)	Παπάγου	166	30.02
	Ουλ. Πάλμε (Ζωγ)	150	27.12
	Γρ. Αυξεντίου	81	14.65
	Ουλ. Πάλμε (Ιλ)	156	28.21
Κατεύθυνση	Δεξιά	172	31.10
	Ευθεία	208	37.61
	Αριστερά	146	26.40
	Αναστροφή	27	4.88

Πίνακας 3.6: Ταυτότητα συνολικού δείγματος (παραβατών και μη παραβατών)

Τύπος Οδηγού: Από τα στοιχεία του Πίνακα 3.6 διαφαίνεται πως 553 οδηγοί είχαν την ευκαιρία να διασχίσουν την διατομή της εκάστοτε οδού, κατά τη διάρκεια της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού

σηματοδότη, με τους «παραβάτες» να είναι σημαντικά περισσότεροι από τους «Μη παραβάτες». Συγκεκριμένα, το 61% του συνόλου, το οποίο αντιστοιχεί σε 337 οδηγούς, δεν επιβράδυνε με σκοπό την ακινητοποίηση του οχήματος, αλλά αντιθέτως, συνέχισε την πορεία του με αποτέλεσμα να σημειωθούν 337 παραβάσεις. Το υπόλοιπο 39%, όπως είναι λογικό, σταμάτησε ανάντη της γραμμής στάσης, υπακούοντας στην ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη. Με βάση την προαναφερθείσα διαπίστωση, προκύπτει πως ένα πολύ μεγάλο τμήμα των οδηγών που βρέθηκαν υπό το δίλημμά της διέλευσης ή μη, υπό κόκκινη ένδειξη, επέλεξαν την πρώτη ενέργεια, αγνοώντας τον ΚΟΚ και θέτοντας τον εαυτό τους και τους γύρω ανθρώπους σε κίνδυνο.

Φύλο: Συνεχίζοντας με την κατανομή του φύλου, η συντριπτική πλειοψηφία των οδηγών ήταν άνδρες, ενώ οι γυναίκες αποτέλεσαν μόλις το 13% του συνολικού δείγματος. Τα ποσοστά αυτά ενδεχομένως να μην ανταποκρίνονται πλήρως στην πραγματικότητα, καθώς η παρατήρηση του φύλου εμπεριέχει πρακτικές δυσκολίες, ιδίως κατά τις νυχτερινές ώρες, όπου οι συνθήκες φωτισμού δεν καθιστούν εύκολη την συγκεκριμένη διαδικασία. Ωστόσο, η διαφορά στις δύο ομάδες είναι τόσο εμφανής, γεγονός που καταδεικνύει την τάση που υπάρχει και η οποία εμφανίζει τους άνδρες να οδηγούν αρκετά συχνότερα από τις γυναίκες. Η κατάσταση αυτή μπορεί να οφείλεται μεν στα δημογραφικά χαρακτηριστικά της περιοχής, ωστόσο κρίνοντας βάσει και της παγκόσμιας βιβλιογραφίας πάνω στο συγκεκριμένο ζήτημα, οι άνδρες πράγματι φαίνεται πως καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο μερίδιο των οδηγών, ανεξαρτήτως γεωγραφικής θέσης.

Ηλικία: Όσον αφορά στην ηλικία των οδηγών, το δείγμα απλώνεται και στις τρεις κατηγορίες, καταλαμβάνοντας αξιόλογα ποσοστά σε κάθε μία εξ αυτών. Η μεσαία ηλικιακή ομάδα, δηλαδή αυτή που αντιστοιχεί στους ανθρώπους μεταξύ των 31 και 50 ετών, αποτελεί τη βασική δεξαμενή των οδηγών με ποσοστό περίπου 46%. Ακολουθεί, η κατηγορία των οδηγών που υπερβαίνουν τα 50 έτη, οι οποίοι αποτελούν σχεδόν το 1/3, ενώ το εναπομείναν 22% καταλαμβάνεται από τους νεαρότερους οδηγούς (18-30 ετών).

Συνεπιβάτες: Όσον αφορά στην κατανομή των συνεπιβατών, περίπου 3 στα 10 οχήματα παρατηρήθηκε πως εμπεριείχαν τουλάχιστον έναν συνεπιβαίνοντα, με την πλειοψηφία να αφορά σε ενήλικες γυναίκες. Προφανώς, σε οχήματα όπου οι συνεπιβάτες ξεπερνούσαν το ένα άτομο, οι συνδυασμοί που υπήρχαν ήταν πολλοί και διαφορετικοί. Για παράδειγμα, παρατηρήθηκαν περιπτώσεις με συνεπιβάτες διαφορετικού φύλου ή διαφορετικής ηλικίας ή ακόμη και συνδυασμού των δύο αυτών παραμέτρων. Σε αυτό το σημείο, πρέπει να υπογραμμιστεί το γεγονός, πως τα αναγραφόμενα ποσοστά έχουν ως βάση αναφοράς τα 553 οχήματα, παραβατών και μη, μερικά εκ των οποίων είχαν συνεπιβάτη. Ως εκ τούτου, το άθροισμα των ποσοστών, επί παραδείγματι των ηλικιών, δεν ισούται με 100, αλλά εν προκειμένω με 30.2%. Αυτό πρακτικά σημαίνει, πως το 3.98%, του συνολικού δείγματος των 553 οχημάτων, είχε ανήλικο συνεπιβάτη, όταν παράλληλα το 26.22% είχε ενήλικο. Με την ίδια λογική ερμηνεύονται και οι τιμές στην παράμετρο του φύλου των συνεπιβαίνοντων.

Τύπος οχήματος: Ο τύπος του οχήματος που επικράτησε ως ο πλέον παραβατικός με ποσοστό 51%, ήταν οι μοτοσυκλέτες, τα μοτοποδήλατα-σκούτερ και τα πατίνια, τα οποία συνιστούν την κατηγορία I. Τα επιβατικά I.X., αν και στα συνολικά στοιχεία του Πίνακα 3.6 κατέλαβαν την πρώτη θέση με 47%, όντας το επικρατέστερο μέσο γενικώς στις υπό εξέταση οδούς, υπό το φίλτρο της εν δυνάμει παραβατικότητας, υπέπεσαν στο 37%. Επίσης, τα ταξί πλησιάζουν το 10%, ενώ τα υπόλοιπα οχήματα των κατηγοριών IV, V, VI, και VII είχαν ισχνή παρουσία, με εξαίρεση κάποια λεωφορεία γραμμής.

Ταχύτητα: Η ταχύτητα προσέγγισης του κόμβου κυμάνθηκε κατά κύριο λόγο μεταξύ χαμηλού και μεσαίου επιπέδου, με ποσοστά της τάξεως του 47% και 33% αντιστοίχως, χωρίς αυτό να σημαίνει

πως δεν υπήρξαν αρκετοί οδηγοί που ανέπτυξαν υψηλή ταχύτητα. Τουναντίον, ένα αξιόλογο και επ' ουδενί αμελητέο μερίδιο των παραβατών, κινήθηκε με ταχύτητα άνω του μέσου όρου, με αποτέλεσμα την εκούσια ή ακούσια παραβίαση της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη. Το ποσοστό των οδηγών αυτών, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 3.6, ισούται με 20% του συνόλου των οδηγών και των δύο κατηγοριών (παραβατών και μη). Άρα, εφόσον το νούμερο αυτό αφορά στην ουσία μόνο στους παραβάτες, όπως θα διαπιστωθεί και παρακάτω, με την κατάλληλη αναγωγή θα αυξηθεί αρκετά από το ήδη σημαντικό 20%.

Χρήση κράνους: Η συγκεκριμένη παράμετρος σχετίζεται μόνον με τους οδηγούς των δίκυκλων και εν γένει των οχημάτων της κατηγορίας Ι. Η χρήση του κράνους, αν και αποτελεί υποχρέωση εκ του νόμου και βάσει της οποίας οι οδηγοί καλούνται να συμμορφωθούν, πραγματοποιήθηκε από το 46% του δείγματος. Αυτό σημαίνει πως περισσότεροι από τους μισούς αναβάτες, προτίμησαν να μην φορέσουν κράνος ακόμη και αν αυτό δεν συμβαδίζει με τους κανόνες οδηγικής συμπεριφοράς και ασφάλειας.

Υπαρξη πεζών: Η παρουσία των πεζών ήταν πολύ έντονη και στους 4 οδικούς άξονες, εξού και το πολύ υψηλο ποσοστό που αναγράφεται στον Πίνακα 3.6 και ισούται με 87%.

Προσβάσεις: Παρατηρείται πως η κατανομή των οχημάτων που διέσχισαν τις τέσσερις (4) διατομές, είναι αρκετά ισορροπημένη. Αναλυτικότερα, όσον αφορά στους τρεις (3) άξονες με δύο λωρίδες ανά κατεύθυνση, τα διερχόμενα οχήματα κυμάνθηκαν από 150 έως 166, γεγονός που επιβεβαιώνει την αρχική τοποθέτηση περί ισοδύναμης κατανομής. Η οδός Γρηγορίου Αυξεντίου, ήταν η μοναδική με μία λωρίδα ανά κατεύθυνση και οι οδηγοί που καταγράφηκαν εκεί ήταν 81. Με μία απλή παραδοχή πως ο αριθμός αυτός θα διπλασιαζόταν εάν υπήρχε ακόμη μία λωρίδα ανά κατεύθυνση, τότε το αποτέλεσμα θα ανερχόταν στους 162 οδηγούς και η αντίστοιχη τιμή θα ήταν εντός του πεδίου τιμών των υπόλοιπων οδών.

Κατεύθυνση: Τέλος, όπως και στην παράμετρο του αριθμού των οχημάτων ανά πρόσβαση, έτσι και εδώ, οι τρεις (3) βασικές κατευθύνσεις παρουσιάζουν παραπλήσιες τιμές. Η ευθεία πορεία με 38% είναι η πρώτη σε προτίμηση, ενώ ακολουθεί η δεξιά με 31% και η αριστερή με 26%. Η αναστροφή, αν και δεν επιτρεπόταν σε κανέναν από τους κόμβους, σημείωσε ποσοστό της τάξεως του 5%, κυρίως λόγω ελιγμών που έκαναν ορισμένες μοτοσυκλέτες.

Στη συνέχεια ακολουθούν οι Πίνακες 3.7 και 3.8 που αφορούν αποκλειστικώς τους παραβάτες και τους μη παραβάτες, με τα στοιχεία των παραμέτρων να έχουν αναχθεί αντιστοίχως για κάθε ομάδα.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΔΕΙΓΜΑ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ (%)
Τύπος Οδηγού	Παραβάτης	337	100.00
	Μη Παραβάτης	0	0
Φύλο	Άνδρας	307	91.10
	Γυναίκα	30	8.90
Ηλικία	18-30	88	26.11
	31-50	155	45.99
	>50	94	27.89
Υπαρξη Συνεπιβατών	ΝΑΙ	68	20.18
	ΟΧΙ	269	79.82

Ηλικία Συνεπιβατών	Ανήλικος	7	2.08
	Ενήλικος	66	19.58
Φύλο Συνεπιβατών	Αρσενικό	34	10.09
	Θηλυκό	43	12.76
Τύπος Οχήματος	Μοτοποδήλατα-Σκούτερ-Μοτοσυκλέτες	217	64.39
	Επιβατικά ΙΧ	94	27.89
	Ταξί	22	6.53
	Ημιφορτηγά, Van	0	0.00
	Λεωφορεία, Τρόλεϊ	3	0.89
	Φορτηγά	1	0.30
	Φορτηγά με ρυμουλκούμενο	0	0.00
Ταχύτητα	Χαμηλή	136	40.36
	Μεσαία	89	26.41
	Υψηλή	112	33.23
Χρήση Κράνους	ΝΑΙ	85	25.22
	ΟΧΙ	132	39.17
Ύπαρξη Πεζών	ΝΑΙ	293	86.94
	ΟΧΙ	44	13.06
Προσβάσεις (Κατανομή οδηγών)	Παπάγου	102	30.27
	Ούλωφ Πάλμε (Ζωγ)	92	27.30
	Γρ. Αυξεντίου	51	15.13
	Ούλωφ Πάλμε (Ιλ)	92	27.30
Κατεύθυνση	Δεξιά	127	37.69
	Ευθεία	112	33.23
	Αριστερά	72	21.36
	Αναστροφή	26	7.72

Πίνακας 3.7: Ταυτότητα δείγματος παραβατών

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΔΕΙΓΜΑ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ (%)
Τύπος Οδηγού	Παραβάτης	0	0.00
	Μη Παραβάτης	216	100.00
Φύλο	Άνδρας	175	81.02
	Γυναίκα	41	18.98
Ηλικία	18-30	35	16.20
	31-50	98	45.37
	>50	83	38.43
Ύπαρξη Συνεπιβατών	ΝΑΙ	88	40.74
	ΟΧΙ	128	59.26
Ηλικία Συνεπιβατών	Ανήλικος	15	6.94
	Ενήλικος	79	36.57
Φύλο Συνεπιβατών	Άνδρας	33	15.28
	Γυναίκα	62	28.70
Τύπος Οχήματος	Μοτοποδήλατα-Σκούτερ-Μοτοσυκλέτες	66	30.56
	Επιβατικά ΙΧ	114	52.78

	Ταξί	30	13.89
	Ημιφορτηγά, Van	2	0.93
	Λεωφορεία, Τρόλεϊ	4	1.85
	Φορτηγά	0	0.00
	Φορτηγά με ρυμουλκούμενο	0	0.00
Ταχύτητα	Χαμηλή	121	56.02
	Μεσαία	95	43.98
	Υψηλή	0	0.00
Χρήση Κράνους	ΝΑΙ	44	20.37
	ΟΧΙ	22	10.19
Ύπαρξη Πεζών	ΝΑΙ	190	87.96
	ΟΧΙ	26	12.04
Προσβάσεις (Κατανομή οδηγών)	Παπάγου	48	22.22
	Ούλωφ Πάλμε (Ζωγ)	74	34.26
	Γρ. Αυξεντίου	30	13.89
	Ούλωφ Πάλμε (Πλ)	64	29.63
Κατεύθυνση	Δεξιά	47	21.76
	Ευθεία	96	44.44
	Αριστερά	74	34.26
	Αναστροφή	1	0.46

Πίνακας 3.8: Ταυτότητα δείγματος μη παραβατών

Εστιάζοντας σε κάθε μία από τις δύο κατηγορίες των οδηγών, θα γίνει μία υποτυπώδης σκιαγράφηση του προφίλ των ανθρώπων αυτών, η οποία όπως είναι προφανές, προκύπτει από τα στοιχεία που συνθέτουν τους Πίνακες 3.7 και 3.8.

Φύλο και Ηλικία: Βάσει των πρώτων δύο παραμέτρων οι οποίες αντιστοιχούν στα βασικά ανθρωπολογικά χαρακτηριστικά, 9 στους 10 παραβάτες είναι άνδρες και ως επί το πλείστον (46%), ηλικίας από 31 έως 50 ετών. Το υπόλοιπο 54% είναι απόλυτα μοιρασμένο στις άλλες δύο (2) άλλες ηλικιακές ομάδες.

Συνεπιβάτες: Εδώ, σε αντίθεση με την επικράτηση των ανδρών στους οδηγούς, διαπιστώνεται πως οι περισσότεροι συνεπιβάτες είναι γένους θηλυκού, χωρίς όμως να παρατηρείται τόσο χαοτική διαφορά, όπως στους οδηγούς. Η ηλικία που είχαν οι περισσότεροι συνεπιβαίνοντες ήταν άνω των 18 ετών και συνολικώς, περίπου 2 στα 10 οχήματα που προέβησαν σε παραβίαση είχαν εντός τους άτομα επιπλέον του οδηγού.

Τύπος οχήματος: Τα οχήματα της 1^{ης} κατηγορίας, δηλαδή τα μοτοποδήλατα-σκούτερ-μοτοσυκλέτες, αποτέλεσαν το όχημα με τις περισσότερες καταγραφές παραβίασης της κόκκινης ένδειξης. Για την ακρίβεια, το 64% των παραβατών οδηγούσε κάποιο μηχανοκίνητο δίκυκλο όχημα, ενώ τα επιβατικά Ι.Χ. δεν ξεπέρασαν το 28%.

Ταχύτητα: Η χαμηλή ταχύτητα κατέλαβε την πρώτη θέση στη σχετική παράμετρο και αυτό οφείλεται πιθανώς στους αρκετούς οδηγούς που κατέφθασαν στον κόμβο αρκετά δευτερόλεπτα μετά την κόκκινη ένδειξη, επομένως, ήταν λογικό και αναμενόμενο να κινούνται με ήπια ταχύτητα. Επίσης, οι περισσότεροι εκ των παραβατών, έστριψαν δεξιά στον εκάστοτε κόμβο, με την συγκεκριμένη κίνηση να εκτελείται συνήθως με χαμηλή ταχύτητα λόγω έλλειψης ορατότητας αλλά και χώρου. Αξίζει να

σημειωθεί όμως, πως η κατηγορία που αφορά σε κίνηση με υψηλή ταχύτητα, από το 20% του συνδυαστικού Πίνακα 3.6, αυξήθηκε στο 33% για την περίπτωση των παραβατών.

Χρήση κράνους: Το κράνος χρησιμοποιήθηκε μόνο από 85 ανθρώπους, στο σύνολο των 217 αναβατών, αποτελώντας ακόμη ένα απόπημα των οδηγών, ύστερα από την παραβίαση της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη.

Υπαρξη πεζών: Καθ' όλη τη διάρκεια των καταγραφών κύκλων σηματοδότησης, λιγιστές ήταν οι περιπτώσεις κύκλων στους οποίους δεν εμφανίστηκαν πεζοί. Συνεπώς, και στους παραβάτες, το 87% των παραβιάσεων έγινε σε κύκλους με παρουσία πεζών.

Προσβάσεις και Κατεύθυνση: Η κατανομή ανά πρόσβαση εξακολουθεί να είναι σχετικά ισόποση, αλλά προκειμένου αυτό να εξακριβωθεί ακόμη περισσότερο, θα ήταν ορθό να πραγματοποιηθεί αναγωγή σε όμοιο αριθμό κύκλων και λωρίδων ανά κατεύθυνση. Η κύρια κατεύθυνση που επέλεξαν οι παραβάτες ήταν η δεξιά, ακολουθούμενη από την ευθεία και έπειτα από την αριστερή.

Σε συνέχεια των παραπάνω τοποθετήσεων, οι οποίες παρουσιάζουν συνοπτικώς τα βασικά χαρακτηριστικά που διέπουν τους παραβάτες στα συλλεχθέντα στοιχεία, ακολουθεί μία σύγκριση μεταξύ παραβατών και μη, με στόχο να αναδειχθούν οι κύριες διαφορές τους.

Οι διαφορές στα στοιχεία των δύο κατηγοριών παρατίθενται με τη μορφή λίστας ως εξής:

- Το ποσοστό των γυναικών στους «Μη παραβάτες» είναι διπλάσιο από αυτό στους «Παραβάτες». Αυτό υποδηλώνει ότι οι γυναίκες οδηγοί ήταν πιο διστακτικές και προτίμησαν, ορισμένες εξ αυτών, να ακινητοποιήσουν το όχημά τους, όπως ακριβώς υποδείκνυε η ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη.
- Η ηλικιακή ομάδα των οδηγών από τα 31 έτη έως και τα 50, καταλαμβάνει πανομοιότυπο ποσοστό και στις δύο κατηγορίες οδηγών. Η διαφορά που παρατηρήθηκε στις ηλικίες άνω των 50 ετών, όπου το ποσοστό των «Μη παραβατών» είναι κατά 10 ποσοστιαίες μονάδες υψηλότερο από αυτό των «Παραβατών» (38% - 28%). Αντιστοίχως, υπήρξε μείωση κατά 10 μονάδες στους νεαρούς οδηγούς. Από τα δεδομένα αυτά, οι οδηγοί της 3^{ης} ηλικιακής κατηγορίας, έχουν την τάση να επιβραδύνουν το όχημά τους φτάνοντας στην γραμμή στάσης, περιμένοντας την έναρξη της πράσινης ένδειξης, για να συνεχίσουν την πορεία τους.
- Σημαντικές είναι οι διαφορές και στον τομέα των συνεπιβατών, όπου οι αυξήσεις που σημειώθηκαν αποτυπώνονται τόσο στα ποσοστά όσο και στα απόλυτα νούμερα. Προς επιβεβαίωση αυτού, το ποσοστό ύπαρξης συνεπιβάτη στους «Μη παραβάτες» είναι διπλάσιο (20% οι παραβάτες, 40% οι μη παραβάτες) και οι καταγεγραμμένες περιπτώσεις οχημάτων που έφεραν επιπλέον άτομο ανέρχονται στις 88, συγκριτικά με τα οχήματα παραβατών, που περιορίστηκαν στα 68. Εύλογα συμπεραίνει κανείς, πως η παρουσία ατόμων εντός του οχήματος ή πάνω σε αυτό εάν πρόκειται για δίκυκλο, δημιουργεί ανασφάλεια και αίσθημα ευθύνης, ωθώντας τον οδηγό σε πιο προσεκτικές αποφάσεις.
- Παραμένοντας στην παράμετρο των συνεπιβατών. Σημαντική είναι η διαφορά σε ό,τι αφορά στους ανήλικους συνεπιβαίνοντες, οι οποίοι ήταν αρκετά περισσότεροι στην κατηγορία των «Μη Παραβατών». Ομοίως και για τις γυναίκες, όπου η εμφάνισή τους ως συνοδηγοί ήταν πιο συχνή στα οχήματα που δεν παραβίασαν την κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη.
- Προχωρώντας στον τύπο του οχήματος, οι δύο πρώτες θέσεις αντιστράφηκαν και συγκεκριμένα πλέον οι περισσότεροι οδηγοί Ι.Χ., από την μεριά των «Μη Παραβατών»

επέλεξαν να μην διέλθουν με κόκκινη ένδειξη. Αντιθέτως, οι μοτοσικλετιστές φάνηκαν πολύ πιο επιρρεπείς, αγνοώντας συχνά τις ενδείξεις του φωτεινού σηματοδότη.

- Η ταχύτητα δε χρήζει ιδιαίτερου σχολιασμού, καθώς όπως είναι λογικό, δεν καταγράφηκε «Μη Παραβάτης» με υψηλή ταχύτητα, ενώ οι πεζοί δεν παρουσίασαν κάποια αξιοσημείωτη διαφορά.

Στο Διάγραμμα 3.1 παρουσιάζεται η κατανομή των και παραβατών και μη παραβατών, ανά τύπο οχήματος.



Διάγραμμα 3.1: Διάγραμμα συσχέτισης των παραβατών και μη ανά κατηγορία οχήματος

Ξεκινώντας από την 1^η κατηγορία, είναι εμφανές ότι οι μοτοσικλετιστές ως επί τω πλείστον, υπέπεσαν σε παραβίαση της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη, με την αναλογία των οδηγών αυτών να αντιστοιχεί στα $\frac{3}{4}$ του συνόλου. Η κατάσταση στα επιβατικά Ι.Χ. είναι πιο ισορροπημένη, αλλά σε αντίθεση με τα δίκυκλα, οι μη παραβάτες είναι ελαφρώς περισσότεροι. Τα ταξί παρουσιάζουν παρόμοια εικόνα με τα Ι.Χ., τόσο στην κατανομή όσο και στην αριθμητική υπεροχή των μη παραβατών.

Τα ελάχιστα ημιφορτηγά (2) που ενεπλάκησαν σε κατάσταση κατά την οποία έπρεπε να επιλέξουν εάν θα διασχίσουν ή όχι τον κόμβο με κόκκινη ένδειξη, προτίμησαν να σταματήσουν. Στην 5^η κατηγορία, όπου υπάγονται ορισμένα από τα μέσα μαζικής μεταφοράς, δηλαδή τα λεωφορεία και τα τρόλεϊ, το δείγμα είναι ελαφρώς μεγαλύτερο από τις κατηγορίες 4,6,&7, παρόλα ταύτα, παραμένει μικρό. Από τα 7 οχήματα, τέσσερα 4 ήταν αυτά που δεν παραβίασαν την κόκκινη ένδειξη, ακολουθώντας την τάση που επικρατεί και στις υπόλοιπες κατηγορίες, πλην της 1^{ης}. Η τάση αυτή θέλει την πλειοψηφία, ακόμη και αν αυτή είναι οριακή, να υπακούει στις φωτεινές ενδείξεις του σηματοδότη.

Από τις παραπάνω παρατηρήσεις, συμπεραίνεται πως τα οχήματα της 1^{ης} κατηγορίας αποτελούν τα πιο παραβατικά μέσα, ανάμεσα σε 7 κατηγορίες.

Ακολουθεί το Διάγραμμα 3.2, στο οποίο παρουσιάζεται η κατανομή των τριών επιπέδων ταχύτητας, ανά κατηγορία οχήματος.



Διάγραμμα 3.2: Διάγραμμα συσχέτισης της ταχύτητας ανά κατηγορία οχήματος

Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση των μοτοσυκλετών, όπου ένα πολύ μεγάλο μέρος, παρατηρήθηκε να κινείται με χαμηλή ταχύτητα. Αυτό, σε μεγάλο βαθμό, οφείλεται στις παραβιάσεις που συνέβησαν αρκετά δευτερόλεπτα μετά την έναρξη της κόκκινης ένδειξης καθώς και στις αναστροφές που έγιναν εξ ολοκλήρου από τα οχήματα της 1^{ης} κατηγορίας.

Εκ διαμέτρου αντίθετη είναι η εικόνα σχετικά με την κατηγορία II. Σε αυτήν την περίπτωση, η παρουσία οχημάτων με χαμηλή ταχύτητα είναι ανεπαίσθητη, όταν ταυτόχρονα η υψηλή ταχύτητα είναι με μεγάλη διαφορά πρώτη στον συγκεκριμένο τύπο οχημάτων.

Σε ό,τι αφορά στα ταξί, παραδόξως, οι περισσότεροι οδηγοί ανέπτυξαν υψηλή ταχύτητα, κάτι το οποίο δε συνάδει με την φύση του επαγγέλματος και την σύνεση που οφείλουν να επιδείξουν οι συγκεκριμένοι οδηγοί.

Το επόμενο σχήμα που αφορά στο Διάγραμμα 3.3, απεικονίζει την συσχέτιση ανάμεσα στην μεταβλητή της ταχύτητας και της κατεύθυνσης.



Διάγραμμα 3.3: Διάγραμμα συσχέτισης της ταχύτητας ανά κατηγορία οχήματος

Η κατανομή των οχημάτων βάσει της ταχύτητας αλλά και της κατεύθυνσής τους, όπως απεικονίζεται στο Διάγραμμα 3.3, χαρακτηρίζεται από ιδιαίτερη ανισορροπία. Οι μεγάλες διαφορές ανάμεσα στις 3 κατηγορίες αποτυπώνονται γραφικά με την μορφή μίας φθίνουσας πορείας, ξεκινώντας από την χαμηλή ταχύτητα και καταλήγοντας σταδιακά στην υψηλή ταχύτητα. Το φαινόμενο αυτό εξηγείται γεωμετρικά, υπό την έννοια ότι κατά την δεξιά στροφή το όχημα δεν έχει τον απαιτούμενο χώρο και χρόνο για να αναπτύξει μεγάλη ταχύτητα. Η στροφή με την μικρή ακτίνα είναι ο συνεπώς ο βασικός λόγος που οι περισσότεροι οδηγοί διατηρούν χαμηλή ή μέση ταχύτητα.

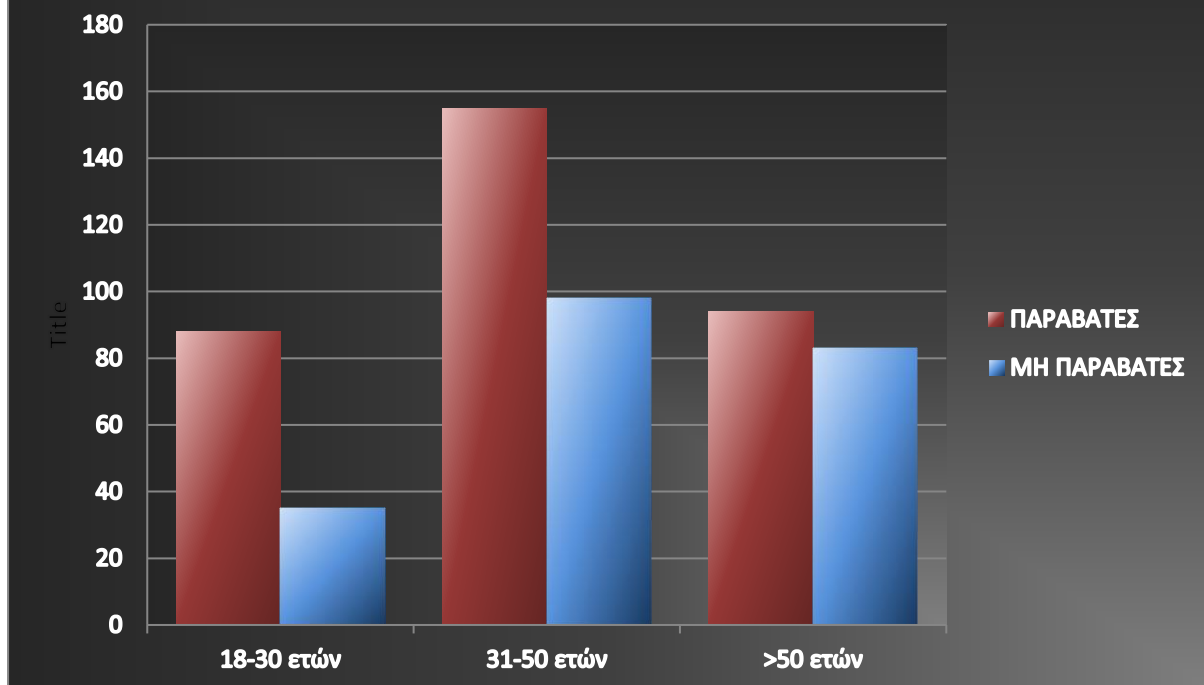
Εν αντιθέσει με την δεξιά κίνηση, κατά την ευθεία πορεία, πολύ υψηλός αριθμός οδηγών, προσέγγισε τον κόμβο με υψηλή ταχύτητα. Το γεγονός αυτό δεν αποτελεί έκπληξη, καθώς όταν το όχημα δεν υπόκειται σε αλλαγή πορείας, δηλαδή κάποια στροφή, είναι ευκολότερο να αναπτυχθεί ή να διατηρηθεί η υψηλή ταχύτητα κίνησης. Αρκετά λιγότεροι και ισόποσα μοιρασμένοι ήταν εκείνοι οι οποίοι οδηγούσαν με χαμηλή και μέση ταχύτητα.

Κατόπιν, μελετώντας την αριστερή στροφή, διαπιστώνει κανείς πως καμία κατηγορία ταχύτητας δεν ξεχωρίζει στη συχνότητα εμφάνισης, αλλά όλες διαθέτουν παραπλήσιο αριθμό οχημάτων.

Οι αναστροφές, όντας παράνομες ενέργειες, στην συντριπτική τους πλειοψηφία πραγματοποιήθηκαν με χαμηλή ταχύτητα και ουδέποτε με υψηλή.

Τέλος, παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 3.4 η κατανομή των παραβατών και μη ανά ηλικιακή κατηγορία.

ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΒΑΤΩΝ ΚΑΙ ΜΗ ΠΑΡΑΒΑΤΩΝ ΑΝΑ ΗΛΙΚΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ



Διάγραμμα 3.4: Διάγραμμα σύγκρισης της ταχύτητας ανά κατηγορία οχήματος

Οι παραβάτες στην πρώτη ηλικιακή κατηγορία (18-30 έτη) είναι αρκετά περισσότεροι από τους μη παραβάτες, γεγονός που ενισχύει την πεποίθηση για επιπόλαιη και ριψοκίνδυνη οδήγηση. Η διαφορά αυτή μεταξύ των δύο κατηγοριών των οδηγών, φαίνεται πως μειώνεται όσο αυξάνονται τα έτη, μέχρι την τελευταία ηλικιακή κατηγορία, όπου και η κατανομή είναι σχεδόν ισόποση.

4. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

4.1 Εισαγωγή

Ύστερα από την διαδικασία της συλλογής δεδομένων, η οποία αναλύθηκε εκτενώς στο κεφάλαιο 3, ακολουθεί το στάδιο της στατιστικής ανάλυσης, με σκοπό την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την οδηγική συμπεριφορά των οδηγών. Στο παρόν κεφάλαιο, παρουσιάζεται αρχικώς το θεωρητικό υπόβαθρο των μαθηματικών μοντέλων που αξιοποιήθηκαν και εν συνεχεία η στατιστική ανάλυση των δεδομένων που είχαν συλλεχθεί από την έρευνα πεδίου.

4.2 Μοντέλα διακριτών επιλογών

Τα μοντέλα διακριτών επιλογών διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στον τομέα των συγκοινωνιακών ερευνών, τα τελευταία 50 χρόνια, καθώς χρησιμοποιούνται για να παρέχουν μία λεπτομερή αναπαράσταση των σύνθετων στοιχείων των συγκοινωνιακών συστημάτων (Ben-Akiva & Bierlaire, 1999). Συγκεκριμένα, περιγράφουν την απόφαση που μπορεί να πάρει κάποιος ανάμεσα σε διάφορες εναλλακτικές επιλογές που διαθέτει. Τα άτομα που καλούνται να πάρουν μία απόφαση μεταξύ των εναλλακτικών επιλογών μπορεί να ανήκουν σε οποιαδήποτε κατηγορία της κοινωνίας όπως είναι οι μέτοχοι, οι ενοικιαστές ή ακόμη και οι οδηγοί οχημάτων που αφορούν την συγκεκριμένη έρευνα. Οι εναλλακτικές επιλογές ποικίλουν αναλόγως την περίπτωση και οφείλουν να πληρούν τρία (3) κριτήρια για να είναι αποδεκτές από το μοντέλο (Train, 2003):

- Οι εναλλακτικές επιλογές πρέπει να είναι αμοιβαία αποκλειόμενες. Η επιλογή της μίας εξ αυτών, αυτομάτως αποκλείει τις υπόλοιπες εναλλακτικές.
- Το σύνολο επιλογών πρέπει να είναι εξαντλητικό, καθώς περιλαμβάνονται όλες οι πιθανές εναλλακτικές. Ο υπεύθυνος λήψης αποφάσεων επιλέγει αναγκαστικά μία από τις εναλλακτικές.
- Ο αριθμός των εναλλακτικών πρέπει να είναι πεπερασμένος. Η απαίτηση αυτή διακρίνει τη διακριτή ανάλυση από την ανάλυση παλινδρόμησης, στην οποία η εξαρτημένη μεταβλητή μπορεί να λαμβάνει άπειρο αριθμό τιμών.

4.2.1 Μοντέλο Logit

Το μοντέλο logit είναι το απλούστερο και πιο διαδεδομένο μοντέλο διακριτών επιλογών. Το όφελός που αποκομίζει ο αποφασίζων από την επιλογή μίας εναλλακτικής απαρτίζεται από δύο μέρη. Το πρώτο μέρος, αφορά στις γνωστές παραμέτρους από μέρους των ερευνητών και το δεύτερο αφορά στις άγνωστες παραμέτρους, οι οποίες και αντιμετωπίζονται ως τυχαίες από τους εκάστοτε αναλυτές. Το μοντέλο logit βασίζεται στην παραδοχή ότι τα τυχαία σφάλματα ακολουθούν κατανομή ακραίων τιμών τύπου I (Train, 2003).

Η έκφραση η οποία προσδιορίζει την πιθανότητα επιλογής μία εναλλακτικής από ένα άτομο είναι η ακόλουθη (Train, 2003):

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

Η πιθανότητα P_{ni} παίρνει τιμές από το μηδέν (0) έως το ένα (1). Σε περίπτωση που το V_{ni} , όπου V_{ni} η συνάρτηση η οποία σχετίζει τα παρατηρούμενα μεγέθη με την απόφαση του ατόμου, αυξάνεται η πιθανότητα P_{ni} και κατά συνέπεια πλησιάζει την τιμή ένα (1). Στην αντίθετη περίπτωση, δηλαδή όταν το V_{ni} μειώνεται, η πιθανότητα P_{ni} πλησιάζει το μηδέν (0). Θα πρέπει ωστόσο να αναφερθεί ότι

η πιθανότητα logit για μία εναλλακτική δεν είναι ποτέ ίση με το μηδέν (0). Σε περίπτωση που οι εκάστοτε ερευνητές θεωρούν πως μία πιθανότητα δεν είναι πιθανό να επιλεγεί από τον αποφασίζοντα, τότε έχουν τη δυνατότητα αποκλεισμού της εν λόγω εναλλακτικής από το εκάστοτε μοντέλο. Η πιθανότητα μία εναλλακτική να είναι ακριβώς ίση με ένα (1) υφίσταται σε περίπτωση που στο σετ επιλογών η εν λόγω εναλλακτική αποτελεί και τη μοναδική.

4.2.2 Μοντέλο probit

Το μοντέλο probit αποτέλεσε αρχική ιδέα του Bliss (1934) σε ένα άρθρο που δημοσίευσε στην AAAS (American Association for the Advancement of Science). Αξιοποίησε το μοντέλο probit για να προσδιορίσει τα πιο αποτελεσματικά παρασιτοκτόνα για την αντιμετώπιση των εντόμων που κατέστρεφαν την παραγωγή των σταφυλιών. Ο πρώτος που χρησιμοποίησε την ανάλυση probit για να κάνει οικονομικές προβλέψεις για τις επιχειρήσεις ήταν ο Zmijewski (1948), όπου συνέλεξε δεδομένα από 96 αποτυχημένες εταιρίες και 3880 μη αποτυχημένες για την περίοδο 1972-1978.

Τα μοντέλα probit βασίζονται στην παραδοχή ότι τα τυχαία σφάλματα ακολουθούν κανονική κατανομή. Το πλεονέκτημά τους συγκριτικά με τα μοντέλα logit αφορά στην ικανότητα που διαθέτουν να εντοπίζουν τη συσχέτιση μεταξύ των εναλλακτικών επιλογών. Ωστόσο, εξαιτίας της πολυπλοκότητάς τους όσον αφορά στη διαμόρφωσή τους παλαιότερα και πριν την ανάπτυξη στατιστικών πακέτων, είχαν αναπτυχθεί εξαιρετικά λίγες εφαρμογές (Ben-Akiva & Bierlaire, 1999).

Η ωφέλεια αναλύεται σε δύο συνιστώσες και διανυσματικά περιγράφεται μέσω της ακόλουθης σχέσης:

$$U_n = V_n + \varepsilon_n$$

Όπου ο συντελεστής U_n αποτελεί τη συνολική ωφέλεια, ο συντελεστής V_n αποτελεί την αντικειμενική ωφέλεια και ο συντελεστής ε_n αφορά στην αντιληπτή ωφέλεια. Η εν λόγω σχέση είναι δυνατό να αναπαρασταθεί γραφικά σε πινακίδες διαστάσεων $J_n \times 1$ όπου J_n οι εναλλακτικές επιλογές.

Όσον αφορά στην πιθανότητα ένας μετακινούμενος να επιλέξει μία εναλλακτική, η ίδια περιγράφεται από την ακόλουθη σχέση:

$$P(i | C_n) = P(\Delta_i U^n \leq 0)$$

Όπου Δ_i είναι ο πίνακας $J_n - 1 \times J_n$ και ο οποίος στη στήλη i , παρουσιάζει παντού την τιμή μείον ένα (-1). Σε περίπτωση που αφαιρείται η εν λόγω στήλη, προκύπτει ο πίνακας σφαλμάτων, μέσω του οποίου και επιλύεται το μοντέλο.

4.3 Ανάλυση αποτελεσμάτων

Επόμενο βήμα όσον αφορά στη συλλογή δεδομένων αποτελεί η ανάλυση αυτών με στόχο τη διεξαγωγή συμπερασμάτων. Η ανάλυση τους υλοποιήθηκε μέσω της δυαδικής λογιστικής παλινδρόμησης (binary logit model) και αναλυτικότερα μέσω της προγραμματιστικής γλώσσας R. Η εντολή η οποία χρησιμοποιήθηκε έτσι ώστε να εκτελεστεί η ανάλυση των δεδομένων ήταν η `glm` μέσω της βιβλιοθήκης `ggplot2`.

Στα ακόλουθα υποκεφάλαια παρουσιάζεται συνοπτικά το περιβάλλον της γλώσσας προγραμματισμού R και των εντολών που αξιοποιήθηκαν. Επιπροσθέτως, παρουσιάζεται και η ανάλυση των μοντέλων όπως αυτά προέκυψαν βάσει των δεδομένων.

4.3.1 Αποκωδικοποίησή δεδομένων

Παράλληλα με τη διαδικασία των μετρήσεων, δημιουργήθηκε μια βάση δεδομένων σε μορφή .xlsx, στην οποία πραγματοποιούνταν η καταγραφή των παρατηρήσεων με δομή τέτοια ώστε τα στοιχεία να είναι ευανάγνωστα και εύκολα επεξεργάσιμα για τον μελετητή. Αυτό προϋπέθετε, τα δεδομένα που είχαν συλλεχθεί να καταγραφούν βάσει μίας συγκεκριμένης κωδικοποιημένης μορφής, προκειμένου η δομή του ψηφιακού αρχείου να είναι αποδεκτή από το προγραμματιστικό περιβάλλον, στο οποίο προοριζόταν να εισαχθεί. Παρακάτω (Πίνακας 4.1), παρουσιάζονται αναλυτικά οι παράμετροι, η κωδικοποίηση στην οποία αυτές υποβλήθηκαν, όπως επίσης και η ερμηνεία της κωδικοποιημένης αυτής μορφής:

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ	ΕΡΜΗΝΕΙΑ
Driver	1	Παραβάτης
	0	Μη Παραβάτης
Vehcat	1	Κατηγορία I (μοτοποδήλατα, σκούτερ, μοτοσυκλέτες)
	2	Κατηγορία II (επιβατικά ΙΧ)
	3	Κατηγορία III (ταξί)
	4	Κατηγορία IV (ημιφορτηγά, μικρά φορτηγά)
	5	Κατηγορία V (λεωφορεία, τρόλεϊ)
	6	Κατηγορία VI (φορτηγά)
	7	Κατηγορία VII (φορτηγά με ρυμουλκούμενο)
Gender	1	Άνδρας
	2	Γυναίκα
Age	1	18-30 ετών
	2	31-50 ετών
	3	>50 (άνω των 50 ετών)
Copas	1	Ύπαρξη συνεπιβατών
	2	Μη ύπαρξη συνεπιβατών
Gen_copas	1	Άνδρας
	2	Γυναίκα
	3	Συνύπαρξη ανδρός και γυναικός συνεπιβάτη
Num_copas	Ακέραιος αριθμός	Αριθμός συνεπιβατών
Under_copas	1	Ύπαρξη ανήλικου συνεπιβάτη
	2	Μη ύπαρξη ανήλικου συνεπιβάτη
Num_under_copas	Ακέραιος αριθμός	Αριθμός ανήλικων συνεπιβατών
Adult_copas	1	Ύπαρξη ενήλικου συνεπιβάτη
	2	Μη ύπαρξη ενήλικου συνεπιβάτη
Num_adult_copas	Ακέραιος αριθμός	Αριθμός ενήλικων συνεπιβατών
Speed	1	Χαμηλή ταχύτητα

	2	Μεσαία ταχύτητα
	3	Υψηλή ταχύτητα
Lane	1	Δεξιά λωρίδα
	2	Αριστερή λωρίδα
Direction	1	Δεξιά πορεία
	2	Ευθεία πορεία
	3	Αριστερή πορεία
	4	Αναστροφή
Helmet_dr	1	Φορούσε κράνος ο αναβάτης
	2	Δεν φορούσε κράνος ο αναβάτης
Helmet_copas	1	Φορούσε κράνος ο συνεπιβάτης
	2	Δεν φορούσε κράνος ο συνεπιβάτης
Time_red	Φυσικός αριθμός	Ο χρόνος που μεσολάβησε από την έναρξη της κόκκινης ένδειξης και της παραβίασης
Num_lanes	Ακέραιος αριθμός	Αριθμός λωρίδων
Signal	1	Πράσινο
	2	Πορτοκαλί
	3	Κόκκινο
Cycle		Κύκλος σηματοδότησης
Viol_cat	1	Ακούσιοι παραβάτες
	2	Εκούσιοι παραβάτες
	3	Μοτοσυκλέτες που παραβίασαν τουλάχιστον 5 δευτερόλεπτα από την έναρξη της κόκκινης ένδειξης
Viol_before	Ακέραιος αριθμός	Προηγούμενες παραβιάσεις
Red	Ακέραιος αριθμός	Χρονική διάρκεια κόκκινης ένδειξης
Green_2	Ακέραιος αριθμός	Χρονική διάρκεια πράσινης ένδειξης για την ευθεία πορεία
Green_3	Ακέραιος αριθμός	Χρονική διάρκεια πράσινης ένδειξης για την αριστερή πορεία
Volume	1	Χαμηλός φόρτος
	2	Μεσαίος φόρτος
	3	Υψηλός φόρτος
Peds	1	Υπαρξη πεζών
	2	Μη ύπαρξη πεζών
Num_peds	Ακέραιος αριθμός	Αριθμός πεζών ανά κύκλο σηματοδότησης
Day	1	Δευτέρα
	2	Τρίτη
	3	Τετάρτη
	4	Πέμπτη
	5	Παρασκευή
	6	Σάββατο
	7	Κυριακή
Ground	1	Επίπεδο
	2	Ανωφέρεια

	3	Κατεωφέρεια
Approach	1	Λεωφόρος Στρατάρχου Αλεξάνδρου Πάπαγου
	2	Ούλωφ Πάλμε (Ζωγράφου)
	3	Γρηγορίου Αυξεντίου
	4	Ούλωφ Πάλμε (Ιλίσια)
Junction	1	Κόμβος Ζωγράφου
	2	Κόμβος Ιλίσια

Πίνακας 4.1: Κωδικοποίηση παραμέτρων

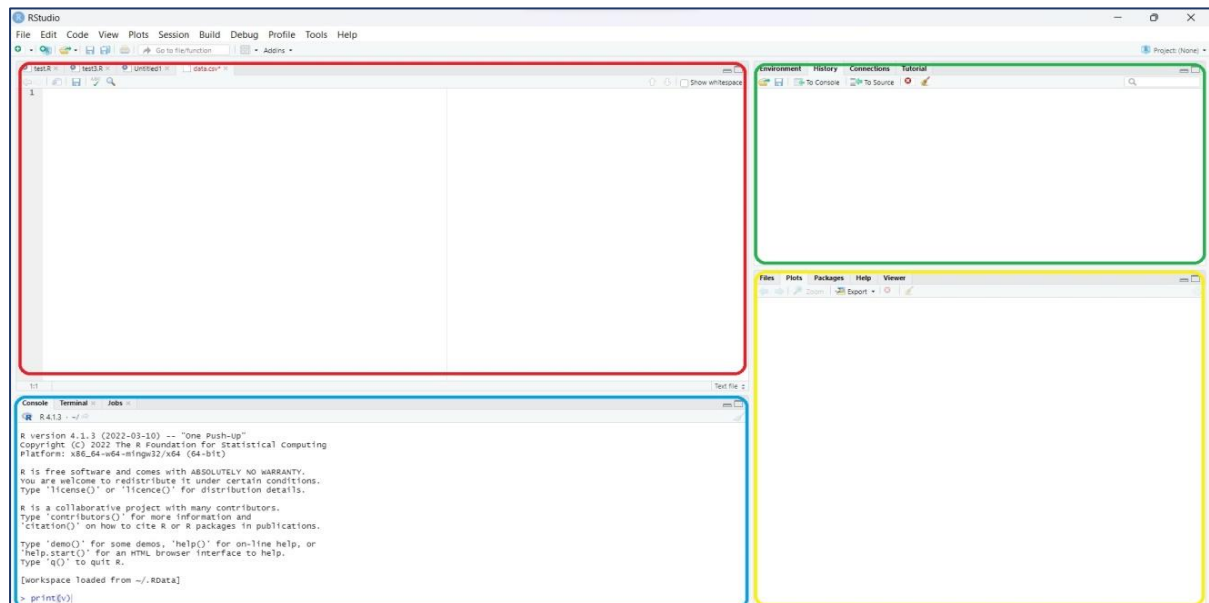
Στην εικόνα που ακολουθεί (Σχήμα 4.1), φαίνεται ένα απόσπασμα από τη βάση δεδομένων του αρχείου “data.csv”, με τις πρώτες 14 καταχωρήσεις. Είναι προφανές πως οι μεταβλητές δεν είναι δυνατό να φανούν όλες σε ένα φωτογραφικό απόκομμα, καθότι επεκτείνονται κατά πολύ δεξιότερα. Για τον λόγο αυτό παρουσιάζονται ορισμένες εξ αυτών, όπως ο τύπος του οχήματος, η ηλικία κ.ο.κ.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	cycle	vehcat	gender	age	copas	gen_copas	num_copas	under_copas	num_under_copas	adult_copass	num_adult_copas	speed
2	2	1	1	2	2		0	2	0	2	0	2
3	2	1	1	1	2		0	2	0	2	0	1
4	2	1	1	1	2		0	2	0	2	0	1
5	2	1	1	3	2		0	2	0	2	0	1
6	5	1	1	1	2		0	2	0	2	0	3
7	7	3	1	2	1	2	1	2	0	1	1	3
8	7	1	1	2	1	2	1	2	0	1	1	2
9	9	2	1	2	2		0	2	0	2	0	2
10	10	2	1	3	1	2	1	2	0	1	1	3
11	11	2	2	2	2		0	2	0	2	0	3
12	12	1	1	1	2		0	2	0	2	0	1
13	12	1	1	2	2		0	2	0	2	0	2
14	14	1	1	1	2		0	2	0	2	0	3
15	16	3	1	2	1	2	1	2	0	1	1	3

Σχήμα 4.1: Δείγμα από την βάση δεδομένων

4.3.2 Το περιβάλλον της R

Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, η ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε στο περιβάλλον της γλώσσας R. Η γλώσσα προγραμματισμού R είναι αρκετά διαδεδομένη και αποτελεί εξαιρετικά χρήσιμο εργαλείο όσον αφορά στη στατιστική ανάλυση δεδομένων. Πρόκειται για μία ελεύθερη και ανοιχτή γλώσσα προγραμματισμού.



Σχήμα 4.2: Περιβάλλον R-studio

Αναλυτικότερα, το R-Studio αποτέλεσε το περιβάλλον εντός του οποίου αναπτύχθηκαν οι κώδικες ανάλυσης των δεδομένων. Η συγκεκριμένη εφαρμογή προτιμήθηκε, καθώς, πρόκειται για ένα περιβάλλον προγραμματισμού εξαιρετικά φιλικό προς τους χρήστες, είτε αυτοί είναι έμπειροι τεχνικά πάνω στο συγκεκριμένο κομμάτι είτε είναι σχετικά άπειροι. Στο σχήμα 4.2, παρουσιάζεται το περιβάλλον εργασίας του εν λόγω λογισμικού. Η κεντρική κονσόλα χωρίζεται σε 4 διαφορετικά υποπαράθυρα. Πάνω και αριστερά στην εικόνα, βρίσκεται η περιοχή προγραμματισμού (κόκκινο περίγραμμα) όπου ο χρήστης συντάσσει τον εκάστοτε κώδικα. Κάτω και αριστερά, βρίσκεται η κονσόλα (μπλε περίγραμμα) στην οποία εμφανίζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης, βάσει του κώδικα που έχει συντάξει ο χρήστης. Πάνω και δεξιά (πράσινο περίγραμμα) εμφανίζεται το σύνολο των μεταβλητών που έχουν αξιοποιηθεί από τον χρήστη, ενώ τέλος, στο κάτω και δεξιά παράθυρο (κίτρινο περίγραμμα) βρίσκεται το σύνολο των αρχείων του κώδικα, καθώς και τα πιθανά διαγράμματα που επιθυμεί να δημιουργήσει ο χρήστης μέσω της ανάλυσής του.

4.3.3 Ανάλυση δεδομένων στην R

Προτού γίνει οποιοδήποτε είδους ανάλυση και επεξεργασία των δεδομένων, θα πρέπει πρωτίστως αυτά να έχουν εισαχθεί στο προγραμματιστικό περιβάλλον και να καταχωρηθούν υπό την μορφή ενός πίνακα “.csv”. Στην παρακάτω εικόνα, παρουσιάζεται η διαδικασία εισαγωγής των δεδομένων στο χώρο της R, στην μεταβλητή “mydata” (Σχήμα 4.3).

```
1 library(MASS)
2
3 mydata <- read.csv("data.csv", header=TRUE, sep=",")
```

Σχήμα 4.3: Εισαγωγή της βάσης δεδομένων στην R

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, η ανάλυση δεδομένων για το εκάστοτε μοντέλο πραγματοποιήθηκε μέσω δυαδικής λογιστικής παλινδρόμησης (binary logit model). Πραγματοποιήθηκε εισαγωγή ενός συνόλου πακέτων (packages) τα οποία είναι διαθέσιμα στην R, έτσι ώστε να υλοποιηθεί η εκάστοτε ανάλυση. Το εκάστοτε package περιέχει έναν κώδικα, τον οποίο δύναται να χρησιμοποιήσει ο χρήστης με σκοπό να αντλήσει τα απαραίτητα αποτελέσματα βάσει των δεδομένων του.

Κατόπιν, αφού ολοκληρωθεί η εισαγωγή του συνόλου των δεδομένων προς ανάλυση στο πρόγραμμα, πραγματοποιήθηκε η σύνταξη του κώδικα. Στην εικόνα που ακολουθεί, παρουσιάζεται ένα συνοπτικό απόσπασμα του ίδιου (Σχήμα 4.4).

```
5 mod1 <- glm(driver ~ as.factor(mydata$direction)+as.factor(mydata$lane), data=mydata, family="binomial")
6 summary(mod1)
```

Σχήμα 4.4: Παράδειγμα υλοποίησης μοντέλου παλινδρόμησης

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να αναφερθεί, ότι οι ανεξάρτητες μεταβλητές που εισάγονται στο μοντέλο μπορεί να ανήκουν σε ένα από τα παρακάτω είδη (Πίνακα 4.2):

<i>as.factor</i>	Δηλώνει ότι η αντίστοιχη μεταβλητή αποτελεί κάποιον παράγοντα (πχ. Τύπος οχήματος)
<i>as.numeric</i>	Δηλώνει ότι η αντίστοιχη μεταβλητή αποτελεί κάποιο φυσικό αριθμό (πχ. Χρόνος μετά το κόκκινο)

<i>as.integer</i>	Δηλώνει ότι η αντίστοιχη μεταβλητή αποτελεί ακέραιο αριθμό (πχ. Αριθμός συνεπιβατών εντός του οχήματος)
-------------------	---

Πίνακας 4.2: Τύποι μεταβλητών στην γλώσσα προγραμματισμού R

Ακολουθεί, μια εξίσου συνοπτική επεξήγηση του παραδείγματος του κώδικα, έτσι ώστε να γίνουν αντιληπτές οι διαδικασίες που ακολουθήθηκαν (Πίνακας 4.3):

<i>glm</i>	Αποτελεί τη συνάρτηση η οποία παράγει γενικευμένα γραμμικά μοντέλα (generalized linear models)
<i>driver ~</i>	Αποτυπώνει την επιθυμία να μοντελοποιηθεί η μεταβλητή των οδηγών βάσει των λοιπών μεταβλητών που εντάσσονται στο πρόγραμμα
Δεξιά από το σημείο που δηλώνεται η εξαρτημένη μεταβλητή (<i>driver</i>), εισάγονται οι ανεξάρτητες μεταβλητές (στο παράδειγμα παραπάνω, η κατεύθυνση και η λωρίδα)	
<i>as.factor()</i>	Αφού έχει πλέον δηλωθεί η εξαρτημένη μεταβλητή, μέσω της εν λόγω εντολής εισάγονται οι ανεξάρτητες μεταβλητές
<i>family = "binomial"</i>	Η κατηγορία <i>binomial</i> της <i>glm</i> υλοποιεί τη ζητούμενη λογιστική παλινδρόμηση
<i>summary(mod1)</i>	Παρουσιάζει τα αποτελέσματα της λογιστικής παλινδρόμησης

Πίνακας 4.3: Υλοποίηση λογιστικής παλινδρόμησης στην γλώσσα προγραμματισμού R

4.3.3. Ανάλυση μοντέλων

Τα τελικά μοντέλα προέκυψαν ως αποτέλεσμα πολλών και διαφορετικών συνδυασμών των διαθέσιμων ανεξάρτητων μεταβλητών. Η διαδικασία της μοντελοποίησης, επιτεύχθηκε μέσω της επιλογής ανεξάρτητων μεταβλητών, οι οποίες ήταν στατιστικά σημαντικές και αντιστοίχως της αφαίρεσης όσων μεταβλητών δεν είχαν σημαντική επιρροή και κατά επέκταση δεν οδηγούσαν σε κάποιο ασφαλές συμπέρασμα. Όλες αυτές οι ανεξάρτητες μεταβλητές, σχετίστηκαν με την εξαρτημένη μεταβλητή των οδηγών (παραβάτες και μη), η οποία και παρέμεινε η ίδια σε όλα τα μοντέλα που υλοποιήθηκαν. Εν τέλει, δημιουργήθηκαν συνολικά επτά μοντέλα, με τα τρία από αυτά να αφορούν στο σύνολο των στοιχείων που συλλέχθηκαν, δηλαδή και τους δύο κόμβους μελέτης, ενώ τα υπόλοιπα τέσσερα στατιστικά μοντέλα, αντιστοιχούν το καθένα σε έναν οδικό άξονα από τους τέσσερα που μελετήθηκαν.

Μοντέλα 1,2,3,4: Τα πρώτα 4 μοντέλα υλοποιήθηκαν επί του συνόλου των δεδομένων που αντιστοιχούν στις 2 διασταυρώσεις.

Μοντέλο 5: Το 5ο μοντέλο υλοποιήθηκε επί τη βάση του συνόλου των δεδομένων που αφορούν μόνο στα οχήματα της 1ης κατηγορίας.

Μοντέλο 6: Το 6ο μοντέλο υλοποιήθηκε στην βάση των δεδομένων που αφορούν στην Λεωφόρο Αλεξάνδρου Παπάγου.

Μοντέλο 7: Το 7ο μοντέλο υλοποιήθηκε στην βάση των δεδομένων που αφορούν στην οδό Ούλφωφ Πάλμε, στην περιοχή του Ζωγράφου.

Μοντέλο 8: Το 8ο μοντέλο υλοποιήθηκε στην βάση των δεδομένων που αφορούν στην οδό Γρηγορίου Αυξεντίου

Μοντέλο 9: Το 9ο μοντέλο υλοποιήθηκε στην βάση των δεδομένων που αφορούν στην οδό Ούλωφ Πάλμε, στην περιοχή των Ιλισίων.

Η διαδικασία της συσχέτισης της παραβατικότητας των οδηγών με τις επιμέρους μεταβλητές, γίνεται με σκοπό να βρεθούν οι παράμετροι αυτές που φαίνεται να επηρεάζουν την απόφαση του εκάστοτε οδηγού. Με άλλα λόγια, αναζητούνται οι μεταβλητές εκείνες που παρουσιάζουν μεγάλη συνάφεια με την εξαρτημένη μεταβλητή και χάρην αυτής της ιδιότητας χαρακτηρίζονται ως «στατιστικά σημαντικές». Η έννοια της στατιστικής σημαντικότητας, υποδηλώνει ουσιαστικά μη-τυχαίες διαφορές και επομένως μικρή πιθανότητα η τιμή του μεγέθους που υπολογίζεται να οφείλεται στην τύχη.

Για να οριστεί μία μεταβλητή ως στατιστικά σημαντική, υπολογίζεται αρχικώς ο δείκτης z-value και ανάλογα με το επίπεδο εμπιστοσύνης που επιδιώκεται από τον μελετητή, ο δείκτης αυτός πρέπει να έχει τιμές μεγαλύτερες από το όριο του αντίστοιχου επιπέδου. Στον Πίνακα 4.4 απεικονίζονται οι οριακές τιμές z-value για το εκάστοτε επίπεδο εμπιστοσύνης.

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

Πίνακας 4.4: Τιμές z-value και επίπεδα εμπιστοσύνη

Υπολογίστηκαν επίσης ορισμένοι δείκτες, προκειμένου να προσδιοριστεί ποιο είναι το μοντέλο εκείνο που δίνει την ακριβέστερη περιγραφή. Οι δείκτες αυτοί ήταν οι κάτωθι:

- AIC
- Log likelihood
- Initial log likelihood

Το κριτήριο πληροφοριών Akaike information criterion (AIC) είναι μία 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
- Την μέγιστη πιθανοφάνεια του μοντέλου

Σύμφωνα με τον δείκτη AIC, το καλύτερο μοντέλο είναι αυτό που προσαρμόζεται καλύτερα χρησιμοποιώντας όσο το δυνατόν πιο λίγες μεταβλητές, ενώ όσο μικρότερος είναι ο αριθμός του συγκεκριμένου δείκτη, τόσο υψηλότερης ποιότητας είναι το μοντέλο. (<https://www.scribbr.com/statistics/akaike-information-criterion/>).

Όπως γίνεται αντιληπτό, η σύγκριση του δείκτη AIC έχει νόημα να πραγματοποιηθεί μόνο για τα τρία πρώτα μοντέλα τα οποία και διαθέτουν κοινή βάση δεδομένων, αν και ο υπολογισμός του έγινε σε κάθε μοντέλο.

Σε ό,τι αφορά στην στατιστική πιθανότητα (likelihood), αυτή προσδιορίζει το πόσο καλά ταιριάζει ένα δείγμα σε ένα στατιστικό μοντέλο για δοσμένες τιμές των αγνώστων παραμέτρων. Ερμηνεύει το πόσο καλά μία παράμετρος (θ) εξηγεί τα παρατηρούμενα μεγέθη. Η λογαριθμική πιθανότητα (log likelihood), που αποτελεί τον λογάριθμο της πιθανότητας, αξιολογεί το μοντέλο με τον ίδιο τρόπο, όμως προτιμάται για τους εξής λόγους (<https://www.statisticshowto.com/log-likelihood-function/>):

- Η log likelihood είναι συνήθως υπολογιστικά πιο καλή
- Οι πιθανότητες είναι μικροί αριθμοί που καθιστούν δύσκολη την αναπαράστασή τους, ενώ λογαριθμίζοντας τους γίνεται πιο ευπαρουσίαστη η αναπαράστασή τους.

Για το κάθε μοντέλο θεωρητικά έπρεπε να ισχύει ότι το log likelihood, όταν θα μπουν στο μοντέλο οι ανεξάρτητες μεταβλητές, θα έπρεπε να είναι μεγαλύτερο του initial log likelihood, δηλαδή του log likelihood του μοντέλου δίχως να έχουν προστεθεί σε αυτό οι ανεξάρτητες μεταβλητές.

Ένα ακόμα στοιχείο που αξίζει να σημειωθεί πριν τον σχολιασμό των μοντέλων είναι ότι όσον αφορά στις ανεξάρτητες μεταβλητές που εισάγονται στο μοντέλο και συνιστούν μεταβλητές κατηγορίας, η R θέτει ως επίπεδο σύγκρισης το πρώτο. Για παράδειγμα για την ηλικία θα θέσει ως επίπεδο σύγκρισης το age=1 (18-30) και θα συγκρίνει την τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής που αφορά το επίπεδο αυτό, με τις τιμές που προκύπτουν για τα επίπεδα age=2 (31-50) και age=3 (>50).

4.3.3.1 Σχεδιασμός μοντέλων παραβατικότητας για το σύνολο των παρατηρήσεων

Το **1ο μοντέλο** δημιουργήθηκε επί τη βάση του συνόλου των παρατηρήσεων, που αφορούν σε όλους τους οδικούς άξονες. Η μορφή του εντός του προγραμματιστικού περιβάλλοντος είναι η εξής:

```
Mod1<-glm(driver~
as.factor(mydata$volume>=2)+as.integer(mydata$viol_before)+.factor(mydata$vehcat==2)+as.factor
(mydata$vehcat==3)+as.factor(mydata$age==3)+as.factor(mydata$scopas)+.factor(mydata$direction)
+as.integer(mydata$time_red)+.factor(mydata$speed==2),data=mydata, family="binomial",)
```

Οι δείκτες του 1ου μοντέλου, παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.5 που ακολουθεί.

Παράμετροι	Συντελεστές	Z-Value	Στατιστική σημαντικότητα	Επίπεδο σύγκρισης
Σταθερός όρος	3.100	5.914	***	
Φόρτος: Μέτριος και άνω	0.412	1.654	.	Χαμηλός φόρτος
Προηγηθείσες παραβιάσεις	-0.253	-1.836	.	-
Τύπος οχήματος: ΙΧ	-1.888	-6.630	***	Μοτοσυκλέτες
Τύπος οχήματος: Ταξί	-1.797	-4.498	***	Μοτοσυκλέτες
Ηλικιακή κατηγορία: >50 ετών	-0.748	-2.930	**	18-30 ετών
Ύπαρξη συνεπιβατών: Όχι	0.857	3.765	***	Ύπαρξη συνεπιβ.: Ναι
Κατεύθυνση: Ευθεία	-1.260	-4.802	***	Κατεύθυνση:Δεξιά

Κατεύθυνση: Αριστερά	-1.329	-4.872	***	Κατεύθυνση:Δεξιά
Κατεύθυνση: Αναστροφή	1.964	1.854	.	Κατεύθυνση:Δεξιά
Χρόνος που μεσολάβησε μετά το πέρας της κόκκινης ένδειξης	-0.201	-3.722	***	-
Ταχύτητα: Μεσαία	-0.945	-4.325	***	Χαμηλή ταχύτητα
Αριθμός παρατηρήσεων	553			
Initial log likelihood	-369.97			
Final log likelihood	-290.283			
AIC	604.57			

Πίνακας 4.5: Αποτελέσματα ανάλυσης του πρώτου μοντέλου

Από τον Πίνακα 4.5 προκύπτουν οι εξής παρατηρήσεις:

- Ξεκινώντας με τη μεταβλητή που αφορά στον κυκλοφοριακό φόρτο, η πιθανότητα για παραβίαση της κόκκινης ένδειξης αυξάνεται όταν ο φόρτος είναι ίσος ή άνω του μετρίου, σε σχέση με το χαμηλό επίπεδο φόρτου. Η συνθήκη αυτή είναι απολύτως λογική, καθώς ο υψηλότερος φόρτος συνεπάγεται περισσότερους διερχόμενους και άρα αυξημένη πιθανότητα για μεγαλύτερο παραβατικό πληθυσμό.
- Όσες περισσότερες οι παραβιάσεις που προηγήθηκαν ενός διερχομένου, ο οποίος είχε την ευκαιρία να διασχίσει τον κόμβο εν μέσω κόκκινης ένδειξης, τόσο αποθαρρύνεται ο οδηγός αυτός να συνεχίσει την πορεία του. Είναι σύνθητες οι άνθρωποι να παρασύρονται από τη συμπεριφορά των υπολοίπων σε μία δεδομένη κατάσταση, όπως για παράδειγμα είναι αυτή της δυνητικής παραβίασης της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη. Υπό την έννοια αυτή, ένας οδηγός ενδεχομένως να προβεί στην εν λόγω ενέργεια, ακολουθώντας υποσυνείδητα το προπορευόμενο όχημα, το οποίο και αυτό παραβίασε την κόκκινη ένδειξη. Ωστόσο, επειδή συνήθως οι παραβιάσεις ανά κύκλο σηματοδοτήσεις δεν ξεπερνούσαν τις 3, ο αριθμός των προηγηθεισών παραβιάσεων, που είναι υπό διερεύνηση εν προκειμένω, δεν ξεπερνούσε τις 2. Επομένως, η παραβατικότητα μειώνεται, διότι δεν ήταν συχνό το φαινόμενο πολλών παραβιάσεων (άνω των 3), στον ίδιο κύκλο, και άρα δεν προέκυπταν πολλές προηγηθείσες παραβιάσεις για τα επερχόμενα οχήματα.
- Αναφορικά με τις κατηγορίες οχημάτων, τα ΙΧ και τα ταξί παρουσιάζουν σημαντικά μικρότερη πιθανότητα για παραβίαση της κόκκινης ένδειξης, συγκριτικά με τις μοτοσυκλέτες, οι οποίες αποτελούν τον τύπο του οχήματος με την μεγαλύτερη συνέπεια στο θέμα των παραβιάσεων. Συγκεκριμένα, οι οδηγοί των ταξί, παρουσιάζουν ελαφρώς αυξημένη πιθανότητα να υποπέσουν σε παραβίαση της κόκκινης ένδειξης σε σχέση με τα ΙΧ. Τα αποτελέσματα για τους υπόλοιπους τύπους οχημάτων, δεν ξεπέρασαν το απαιτούμενο αριθμητικό όριο προκειμένου να θεωρηθούν στατιστικά σημαντικοί δείκτες, ούτε η βελτίωναν την εικόνα του μοντέλου και ως εκ τούτου δεν ελήφθησαν υπόψη.
- Από τις ηλικιακές κατηγορίες, η τρίτη εξ αυτών που αφορά στις ηλικίες που υπερβαίνουν τα 50 έτη, ήταν και αυτή που ο συντελεστής της παρουσίασε στατιστική σημαντικότητα και άρα ενδέχεται να επηρεάζει στην παραβίαση ή όχι του φωτεινού σηματοδότη. Όπως ήταν αναμενόμενο, οι οδηγοί που ανήκουν σε αυτήν την ηλικιακή κατηγορία, είναι λιγότερο πιθανό, συγκριτικά με τους νεαρούς (18-30 ετών) να αγνοήσουν την ένδειξη του σηματοδότη, όταν αυτή τους υποδεικνύει να σταματήσουν.

- Η απουσία συνεπιβατών, απαλλάσσει τον οδηγό από την ευθύνη που ενστικτωδώς θα αισθανόταν σε αντίθετη περίπτωση και κατά συνέπεια είναι πιο επιρρεπής στο να διασχίσει την διατομή της οδού με την κόκκινη ένδειξη να είναι ενεργοποιημένη.
- Η κατεύθυνση αποτελεί μία εκ των πιο κρίσιμων μεταβλητών σχετικά με την συμπεριφορά των οδηγών. Τα αποτελέσματα του 1^{ου} μοντέλου φανερώνουν, πως οι οδηγοί που κινούνται είτε ευθεία είτε αριστερά του άξονα κυκλοφορίας τους, είναι λιγότερο πιθανό να παραβιάσουν την κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη, συγκρινόμενοι με όσους επιλέγουν την δεξιά πορεία. Αντιθέτως, η αναστροφή συνεπάγεται με αυξημένη πιθανότητα παραβίασης της κόκκινης ένδειξης. Να σημειωθεί πως στην περίπτωση αυτή, οι οδηγοί που πέρασαν κατά την κόκκινη ένδειξη υπέπεσαν σε διπλή παράβαση, καθώς η αναστροφή δεν επιτρεπόταν, σύμφωνα με την υπάρχουσα σήμανση.
- Ακολουθεί η μεταβλητή που αντιστοιχεί στην χρονική διάρκεια, που μεσολαβεί από την έναρξη της κόκκινης ένδειξης έως την διέλευση ενός οχήματος, εν μέσω αυτής της ένδειξης. Όσο αυξάνεται ο χρόνος, τόσο μειώνονται οι πιθανότητες κάποιος να διασχίσει τον κόμβο, ενόσω η ένδειξη είναι ακόμα κόκκινη. Εξαιρέση αποτελούν οι μοτοσυκλετιστές, οι οποίοι αρκετές φορές θα σπεύσουν να διασχίσουν τον κόμβο, ακόμη και πολλά δευτερόλεπτα από την ενεργοποίηση της κόκκινης ένδειξης.
- Εν συνεχεία, οι οδηγοί που κινούνται με μεσαία ταχύτητα, σύμφωνα με τον εμπειρικό διαχωρισμό που έγινε για την συγκεκριμένη μεταβλητή, έχουν μειωμένες πιθανότητες για παραβίαση της κόκκινης ένδειξης σε σύγκριση με εκείνους κινούνταν με χαμηλή, κάτι το οποίο αποτέλεσε έκπληξη.
- Ο δείκτης initial log likelihood είναι μικρότερος του final log likelihood γεγονός που ήταν αναμενόμενο.

Το **2ο μοντέλο** δημιουργήθηκε και αυτό επί τη βάσει του συνόλου των παρατηρήσεων, που αφορούν σε όλους τους οδικούς άξονες. Η μορφή του εντός του προγραμματιστικού περιβάλλοντος είναι η εξής:

Mod2<-

```
glm(driver~as.integer(mydata$green_2)+as.factor(mydata$scopas)+as.integer(mydata$num_copas)+as.factor(mydata$vehcat==2)+as.factor(mydata$vehcat==3)+as.factor(mydata$direction)+as.numeric(mydata$time_red)+as.factor(mydata$speed==2), data=mydata, family="binomial")
```

Οι δείκτες του 2ου μοντέλου, παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.6 που ακολουθεί.

Παράμετροι	Συντελεστές	Z-Value	Στατιστική σημαντικότητα	Επίπεδο σύγκρισης
Σταθερός όρος	5.478	4.651	***	
Χρόνος πράσινης ένδειξης για δεξιά & ευθεία πορεία	-0.102	-2.196	*	-
Ύπαρξη συνεπιβατών: Όχι	0.634	2.595	**	Ύπαρξη συνεπιβ.: Ναι
Αριθμός συνεπιβατών	-0.082	-1.715	.	-
Τύπος οχήματος: IX	-1.934	-6.717	***	Μοτοσυκλέτες
Τύπος οχήματος:	-2.150	-5.371	***	Μοτοσυκλέτες

Ταξί				
Κατεύθυνση: Ευθεία	-1.331	-5.006	***	Κατεύθυνση:Δεξιά
Κατεύθυνση: Αριστερά	-1.396	-5.115	***	Κατεύθυνση:Δεξιά
Κατεύθυνση: Αναστροφή	1.975	1.864	.	Κατεύθυνση:Δεξιά
Χρόνος που μεσολάβησε μετά το πέρας της κόκκινης ένδειξης	-0.247	-4.463	***	-
Ταχύτητα: Μεσαία	-1.000	-4.590	***	Χαμηλή ταχύτητα
Αριθμός παρατηρήσεων	553			
Initial log likelihood	-369.97			
Final log likelihood	-294.172			
AIC	610.34			

Πίνακας 4.6: Αποτελέσματα ανάλυσης του δευτέρου μοντέλου

Από τον Πίνακα 4.6 προκύπτουν οι εξής παρατηρήσεις:

- Σε ό,τι αφορά στις κοινές παραμέτρους του 1^{ου} και του 2^{ου} μοντέλου, η τάση σχετικά με την παραβατικότητα παρέμεινε η ίδια ενώ δεν υπήρξαν διαφορές στον βαθμό της επιρροής και της στατιστικής σημαντικότητας.
- Η πιθανότητα για παραβίαση της κόκκινης ένδειξης μειώνεται, όταν ο χρόνος της πράσινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη, για την ευθεία και δεξιά κατεύθυνση, αυξάνεται. Όσο δηλαδή, υπάρχει ένα εύλογο χρονικό διάστημα στο οποίο καλούνται οι οδηγοί να διέλθουν του κόμβου, τότε δεν δημιουργείται βιασύνη και εκνευρισμός, με αποτέλεσμα να μειώνονται τα περιστατικά παραβατικότητας.
- Μια ακόμη παράμετρος που προσετέθη στο 2^ο μοντέλο είναι εκείνη που αντιπροσωπεύει το πλήθος των συνεπιβατών. Το αρνητικό πρόσημο που συνοδεύει την μεταβλητή στο μοντέλο, δηλώνει πως η αύξηση των ατόμων συνεπάγεται και μείωση της πιθανότητας για παραβίαση της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη.
- Ο δείκτης initial log likelihood είναι μικρότερος του final log likelihood γεγονός που ήταν αναμενόμενο.

Το 3ο μοντέλο δημιουργήθηκε και αυτό επί τη βάση του συνόλου των παρατηρήσεων, που αφορούν σε όλους τους οδικούς άξονες. Η μορφή του εντός του προγραμματιστικού περιβάλλοντος είναι η εξής:

Mod3<-

```
glm(driver~as.factor(mydata$lane==2)+as.factor(mydata$gender)+as.integer(mydata$age==3)+as.factor(mydata$under_copas)+as.integer(mydata$red)+as.factor(mydata$speed==2 | speed==3), data=mydata, family="binomial")
```

Οι δείκτες του 3ου μοντέλου, παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.7 που ακολουθεί.

Παράμετροι	Συντελεστές	Z-Value	Στατιστική σημαντικότητα	Επίπεδο σύγκρισης
Σταθερός όρος	2.889	1.622		
Λωρίδα: Δεξιά	2.066	5.656	***	Αριστερή λωρίδα
Φύλο: Γυναίκα	-0.830	-2.964	**	Άνδρας
Ηλικιακή κατηγορία: >50 ετών	-0.558	-2.759	**	18-30 ετών
Ύπαρξη ανήλικου συνεπιβάτη: Όχι	0.727	1.665	.	Ύπαρξη ανηλ. συνεπιβ.: Ναι
Χρόνος κόκκινης ένδειξης	-0.053	-2.028	*	-
Ταχύτητα: Μεσαία & Υψηλή	0.689	3.647	***	Χαμηλή ταχύτητα
Αριθμός παρατηρήσεων	553			
Initial log likelihood	-369.97			
Final log likelihood	-327.164			
AIC	668.33			

Πίνακας 4.7: Αποτελέσματα ανάλυσης του τρίτου μοντέλου

Από τον Πίνακα 4.7 προκύπτουν οι εξής παρατηρήσεις:

- Τα οχήματα που κινούνται στη δεξιά λωρίδα, έχουν αυξημένες πιθανότητες να παραβιάσουν την κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη. Όπως έχει φανεί και σε προηγούμενα μοντέλα, από την παράμετρο της κατεύθυνσης, η δεξιά πορεία υπερισχύει των υπολοίπων, πλην της αναστροφής, η οποία εμφανίζει ελαφρώς αυξημένη πιθανότητα για παραβατική ενέργεια.
- Το φύλο το οποίο συνοδεύεται από αρνητική επιρροή, δηλαδή αποτρεπτικά σε πιθανή παραβίαση της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη, είναι το γυναικείο. Οι γυναίκες, χωρίς αυτό να είναι απόλυτο, χαρακτηρίζονται από σύνεση, αυτοσυγκράτηση και έχουν αυξημένο το αίσθημα του φόβου, σε σχέση με τους άνδρες οδηγούς, με αποτέλεσμα αυτό να μεταφράζεται σε μικρότερο αριθμό παραβιάσεων, όταν οι οδηγοί είναι γυναίκες.
- Για μία ακόμη φορά, επιβεβαιώνεται η τάση που θέλει τους οδηγούς της μεγαλύτερης ηλικιακής κατηγορίας να είναι οι λιγότερο παραβατικοί, συγκριτικά με τους υπόλοιπους (κάτω των 50 ετών).
- Προηγούμενα μοντέλα κατέδειξαν την παρουσία συνεπιβάτη ως ανασταλτικό παράγοντα σε ενδεχόμενη παραβίαση της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη. Η τάση αυτή ισχύει, όπως αναμενόταν, και στην περίπτωση που ο συνεπιβάτης είναι κάτω των 18 ετών. Συγκεκριμένα, η ύπαρξη ανήλικου εντός του οχήματος, εντείνει το αίσθημα προσωπικής ευθύνης του οδηγού.
- Η αύξηση του χρόνου της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη, μειώνει, παραδόξως, τις πιθανότητες να υπάρξει παραβίαση από τα διερχόμενα οχήματα.
- Ο δείκτης initial log likelihood είναι μικρότερος του final log likelihood γεγονός που ήταν αναμενόμενο.

Το 4ο μοντέλο δημιουργήθηκε και αυτό επί τη βάσει του συνόλου των παρατηρήσεων, που αφορούν σε όλους τους οδικούς άξονες. Η μορφή του εντός του προγραμματιστικού περιβάλλοντος είναι η εξής:

```
Mod4<-glm(driver~as.factor(mydata$under_copas)+as.factor(mydata$vehcat==2)+
as.factor(mydata$vehcat==3)+as.factor(mydata$pedes)+as.factor(mydata$gen_copas), data=mydata,
family="binomial")
```

Οι δείκτες του 4ου μοντέλου, παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.8 που ακολουθεί.

Παράμετροι	Συντελεστές	Z-Value	Στατιστική σημαντικότητα	Επίπεδο σύγκρισης
Σταθερός όρος	-0.437	-0.215		
Ύπαρξη ανήλικου συνεπιβάτη: Όχι	1.471	1.851	.	Ύπαρξη ανηλ. συνεπιβ.: Ναι
Τύπος οχήματος: ΙΧ	-1.193	-2.677	**	Μοτοσυκλέτες
Τύπος οχήματος: Ταξί	-1.562	-2.665	**	Μοτοσυκλέτες
Ύπαρξη πεζών: Όχι	-1.063	-1.702	.	Ύπαρξη πεζών: Ναι
Φύλο συνεπιβάτη: Γυναίκα	-0.803	-1.960	.	Φύλο συνεπιβ.: Ανδρας
Αριθμός παρατηρήσεων	553			
Initial log likelihood	-369.97			
Final log likelihood	-95.21			
AIC	214.5			

Πίνακας 4.8: Αποτελέσματα ανάλυσης του τετάρτου μοντέλου

Από τον Πίνακα 4.8 προκύπτουν οι εξής παρατηρήσεις:

- Η μη ύπαρξη κάποιου ανήλικου συνεπιβάτη, αυτομάτως, απαλλάσσει τον οδηγό από το βάρος της ευθύνης που πιθανώς να έχει όταν στο όχημα βρίσκεται συνεπιβάτης και δη κάτω των 18 ετών. Η κατάσταση αυτή οδηγεί συχνά τους οδηγούς να διασχίζουν κόμβους και διασταυρώσεις, όταν η ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη είναι κόκκινη. Αντιθέτως, η παρουσία συνεπιβάτη μειώνει την πιθανότητα ο οδηγός να προβεί σε παραβίαση της κόκκινης ένδειξης.
- Όπως έχει αναλυθεί και στο 1^ο Μοντέλο, οι οδηγοί ΙΧ οχημάτων και ταξί παρουσιάζουν μία τάση προς συμμόρφωση με τις ενδείξεις του φωτεινού σηματοδότη. Είναι πολύ θετικό και λογικό οι οδηγοί ταξί, να μην διασχίζουν τον κόμβο εν μέσω κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη, εάν αναλογιστεί κανείς πως πρόκειται για επαγγελματίες στον κλαδο των μεταφορών και ως εκ τούτου, οφείλουν να υπακούουν στις διατάξεις του ΚΟΚ. Προφανώς, ο ΚΟΚ πρέπει να τηρείται από όλους τους οδηγούς ανεξαιρέτως, είτε αυτοί είναι επαγγελματίες είτε όχι, ωστόσο το αποτέλεσμα της μεταβλητής ενισχύει την παραδοχή αυτή, αναφορικά με την επαγγελματική τους συνέπεια.
- Προχωρώντας στη μεταβλητή των πεζών και το πως επηρεάζει η παρουσία-απουσία τους την οδηγική συμπεριφορά των ανθρώπων που βρίσκονταν επί της οδού με τα οχήματά τους, το αποτέλεσμα ήταν το αναμενόμενο. Πιο συγκεκριμένα, η παρουσία των πεζών, ως επί το πλείστον, διασχίζοντας την διατομή της οδού στην διάβαση, αποτρέπει την παραβίαση της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη, από τα επερχόμενα οχήματα. Το ενδεχόμενο για σύγκρουση των οχημάτων με κάποιον διερχόμενο πεζό, αυξάνει κατακόρυφα το αίσθημα φόβου και είναι επόμενο οι οδηγοί να είναι πολύ προσεκτικοί, σταματώντας εγκαίρως στην γραμμή στάσης, ακριβώς πριν την διάβαση πεζών. Άλλωστε, είναι γνωστά τα αποτελέσματα που συνεπάγεται η πρόκληση ατυχήματος από υπαιτιότητα του οδηγού, η οποία πέραν των

αναπόφευκτων υλικών ζημιών, ενδέχεται να επιφέρει -σοβαρή- σωματική βλάβη. Τα -δυσσάρεστα για τον υπαίτιο παραβάτη- αποτελέσματα μπορούν να στραφούν προς δύο κατευθύνσεις, αφενός στη γένεση υποχρέωσης προς αποζημίωση του θύματος, αφετέρου, στην άσκηση ποινικής δίωξης κατά του παραβάτη, καθώς θεμελιώνονται αντίστοιχα αστικά και ποινικά αδικήματα.

- Τέλος, η παρουσία επιπλέον επιβάτη στο όχημα και συγκεκριμένα γυναικείου φύλου, μειώνει την πιθανότητα για παραβίαση της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη. Ουσιαστικά, η συγκεκριμένη συνθήκη αποτελεί μία υποπερίπτωση της παρουσίας συνεπιβάτη γενικότερα, καθώς εδώ έχει προστεθεί το χαρακτηριστικό του φύλου. Είναι γενική παραδοχή, βάσει των αποτελεσμάτων των μοντέλων, πως οι συνεπιβάτες δημιουργούν ενστικτωδώς αίσθημα ευθύνης στον εκάστοτε οδηγό, με αποτέλεσμα, η παρουσία τους να συνεπάγεται την πιο συνετή οδήγηση και άρα την αποφυγή ενεργειών, όπως η παραβίαση της κόκκινης ένδειξης.
- Ο δείκτης initial log likelihood είναι μικρότερος του final log likelihood γεγονός που ήταν αναμενόμενο.

Το **5ο μοντέλο** δημιουργήθηκε και αυτό επί τη βάσει του συνόλου των παρατηρήσεων, που αφορούν σε όλους τους οδικούς άξονες, λαμβάνοντας όμως υπόψη μόνο τις καταγραφές που αντιστοιχούν σε όχημα της 1ης κατηγορίας (μοτοποδήλατα, σκούτερ, μοτοσυκλέτες). Σκοπός του συγκεκριμένου στατιστικού μοντέλου ήταν να διερευνηθεί η συμπεριφορά των μοτοσυκλετιστών αποκλειστικώς, καθώς και η ενδεχόμενη επιρροή που μπορεί να ασκεί η μεταβλητή της χρήσης του κράνους, από τον οδηγό αλλά και τον συνεπιβάτη.

Η μορφή του εντός του προγραμματιστικού περιβάλλοντος είναι η εξής:

```
Mod_moto<-glm(driver~as.factor(mydata$helmet_dr)+as.factor(mydata$scopas), family="binomial", data=mydata)
```

Οι δείκτες του 5ου μοντέλου, παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.9 που ακολουθεί.

Παράμετροι	Συντελεστές	Z-Value	Στατιστική σημαντικότητα	Επίπεδο σύγκρισης
Σταθερός όρος	-0.078	-0.225		
Χρήση κράνους: Όχι	1.157	3.856	***	Χρήση κράνους: Ναι
Ύπαρξη συνεπιβατών: Όχι	0.882	2.446	*	Ύπαρξη συνεπιβ.: Ναι
Αριθμός παρατηρήσεων	283			
Initial log likelihood	-153.706			
Final log likelihood	-142.497			
AIC	290.99			

Πίνακας 4.9: Αποτελέσματα ανάλυσης του πέμτου μοντέλου

Από τον Πίνακα 4.9 προκύπτουν οι εξής παρατηρήσεις:

- Τα αποτελέσματα του 5^{ου} μοντέλου, επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση που κατεγράφη στο υποκεφάλαιο 3.4.9 και σύμφωνα με την οποία οι αναβάτες που δεν χρησιμοποιούν κράνος είναι πιθανότερο να τελέσουν κάποια παράβαση και εν προκειμένω την διάσχιση κόμβου με κόκκινη ένδειξη στον φωτεινό σηματοδότη.
- Η ύπαρξη ενός ακόμη αναβάτη/συνεπιβάτη, ως ανεμένετο, μειώνει την πιθανότητα για παραβίαση της κόκκινης ένδειξης από τους οδηγούς των μοτοσυκλετών.
- Ο δείκτης initial log likelihood είναι μικρότερος του final log likelihood γεγονός που ήταν αναμενόμενο.

4.3.3.2 Σχεδιασμός μοντέλων παραβατικότητας ανά οδικό άξονα

Στο σημείο αυτό ακολουθούν τα μοντέλα που υλοποιήθηκαν για κάθε έναν από τους 4 οδικούς άξονες. Για να γίνει αυτό εφικτό, απομονώθηκαν τα στοιχεία του εκάστοτε οδικού άξονος και δημιουργήθηκαν 4 ξεχωριστές βάσεις δεδομένων σε μορφή “.csv”, όπως και στην περίπτωση του συνόλου των δεδομένων.

Λεωφόρος Στρατάρχου Αλεξάνδρου Παπάγου

Το **6ο μοντέλο** δημιουργήθηκε επί τη βάσει του συνόλου των παρατηρήσεων, που αφορούν αποκλειστικώς στην Λεωφόρο Αλεξάνδρου Παπάγου. Η μορφή του εντός του προγραμματιστικού περιβάλλοντος είναι η εξής:

Mod_road1<-

```
glm(driver~as.factor(mydata$gender)+as.factor(mydata$age==2)+as.factor(mydata$copas)+as.factor(mydata$direction==2 | direction==3), data=mydata, family="binomial")
```

Οι δείκτες του 6ου μοντέλου, παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.10 που ακολουθεί.

Παράμετροι	Συντελεστές	Z-Value	Στατιστική σημαντικότητα	Επίπεδο σύγκρισης
Σταθερός όρος	1.841	2.808	**	
Φύλο: Γυναίκα	-1.195	-2.006	*	Άνδρας
Ηλικιακή κατηγορία: 31-50 ετών	-0.725	-1.868	.	18-30 ετών
Ύπαρξη συνεπιβατών: Όχι	1.230	2.695	**	Ύπαρξη συνεπιβ.: Ναι
Κατεύθυνση: Ευθεία & Αριστερά	-1.836	-3.011	**	Κατεύθυνση: Δεξιά

Αριθμός παρατηρήσεων	150
Initial log likelihood	-94.030
Final log likelihood	-82.505
AIC	175.01

Πίνακας 4.10: Αποτελέσματα ανάλυσης του έκτου μοντέλου

Από τον Πίνακα 4.10 προκύπτουν οι εξής παρατηρήσεις:

- Όπως και στις υπόλοιπες περιπτώσεις που η μεταβλητή του φύλου συμμετείχε σε κάποιο μοντέλο, έτσι και στην περίπτωση του μοντέλου που αφορά στην οδό Παπάγου οι γυναίκες οδηγοί φαίνεται να είναι λιγότερο επιρρεπείς σε παραβιάσεις της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη.
- Επίσης, αναμενόμενη είναι και η τάση που παρουσιάζουν οι οδηγοί της μεσαίας ηλικιακής κατηγορίας, συγκριτικά με αυτούς της πρώτης, έχοντας σαφώς μειωμένη πιθανότητα να προβούν σε παραβίαση της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη.
- Η απουσία συνεπιβάτη, συμβάλλει αρνητικά στην κατάσταση, αφού αποτυπώνεται ξεκάθαρα η αυξημένη πιθανότητα για παραβίαση της κόκκινης ένδειξης.
- Τέλος, η ευθεία πορεία καθώς και η αριστερή στροφή, δεν αποτελούν την κύρια επιλογή κατεύθυνσης των δυνητικών παραβατών. Αντιθέτως, από το μοντέλο φαίνεται πως, όσοι κινούνται σε αυτές τις δύο κατευθύνσεις είναι λιγότερο πιθανό να ενεργήσουν παραβατικά, σε ότι αφορά στην ένδειξη του σηματοδότη.

Ούλωφ Πάλμε (Ζωγράφου)

Το **7ο μοντέλο** δημιουργήθηκε επί τη βάσει του συνόλου των παρατηρήσεων, που αφορούν αποκλειστικώς στην οδό Ούλωφ Πάλμε (περιοχή του Ζωγράφου). Η μορφή του εντός του προγραμματιστικού περιβάλλοντος είναι η εξής:

```
Mod_road2<-
glm(driver~as.factor(mydata$vehcat==2)+as.factor(mydata$vehcat==3)+as.factor(mydata$age)+as.factor(mydata$direction==2 | direction==3)+as.numeric(mydata$time_red), data=mydata, family="binomial")
```

Οι δείκτες του 7ου μοντέλου, παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.11 που ακολουθεί.

Παράμετροι	Συντελεστές	Z-Value	Στατιστική σημαντικότητα	Επίπεδο σύγκρισης
Σταθερός όρος	5.952	5.565	***	
Τύπος οχήματος: ΙΧ	-3.391	-5.377	***	Μοτοσυκλέτες
Τύπος οχήματος: Ταξί	4.048	-4.094	***	Μοτοσυκλέτες
Ηλικιακή κατηγορία: 31-50 ετών	-1.093	-1.877	.	18-30 ετών

Κατεύθυνση: Ευθεία & Αριστερά	-2.222	-4.755	***	Κατεύθυνση:Δεξιά
Χρόνος που μεσολάβησε μετά το πέρας της κόκκινης ένδειξης	-0.526	-4.081	***	-
Αριθμός παρατηρήσεων	166			
Initial log likelihood	-114.084			
Final log likelihood	-76.414			
AIC	165.63			

Πίνακας 4.11: Αποτελέσματα ανάλυσης του εβδόμου μοντέλου

Από τον Πίνακα 4.11 προκύπτουν οι εξής παρατηρήσεις:

- Τα ΙΧ οχήματα καθώς και τα ταξί είναι εμφανώς λιγότερο επιρρεπή σε παραβιάσεις της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη, συγκριτικά με το επίπεδο αναφοράς, το οποίο αποτελεί η κατηγορία των μοτοσυκλετιστών. Επιπλέον, διατηρείται η μεταξύ των αναλογία, κατά την οποία τα ΙΧ έχουν μικρότερη πιθανότητα να προβούν στην εν λόγω παραβίαση σε σχέση με τα ταξί.
- Η 3^η ηλικιακή κατηγορία παραμένει ως η κατηγορία με τους πιο διστακτικούς οδηγούς, έχοντας την μικρότερη πιθανότητα συγκριτικά με τις άλλες δύο κατηγορίες, οι οδηγοί της να διασχίσουν τον κόμβο με αναμμένη την κόκκινη ένδειξη.
- Συνδυαστικά, η επιλογή μίας εκ των κατευθύνσεων της ευθείας ή αριστερής πορείας, συνεπάγεται και μειωμένη πιθανότητα για παραβίαση της κόκκινης ένδειξης, πάντοτε συγκριτικά με τη δεξιά στροφή.
- Στην περίπτωση του μεσολαβήσαντος χρόνου, από έναρξης της κόκκινης ένδειξης έως την διέλευση κάποιου οχήματος, παρατηρείται μία αντιστροφή στην τάση. Συγκεκριμένα, στην εν λόγω περίπτωση, η αύξηση του χρονικού αυτού διαστήματος, δηλαδή όσο πιο αργά καταφτάσει κάποιο όχημα στην διατομή της οδού, τόσο λιγότερες πιθανότητες έχει να διασχίσει την κόμβο με κόκκινη ένδειξη στον φωτεινό σηματοδότη. Πρόκειται για μία διαπίστωση με θετικό αντίκτυπο σε ό,τι αφορά στην οδηγική συμπεριφορά.
- Ο δείκτης initial log likelihood είναι μικρότερος του final log likelihood γεγονός που ήταν αναμενόμενο.

Γρηγορίου Αυξεντίου

Το **8ο μοντέλο** δημιουργήθηκε επί τη βάσει του συνόλου των παρατηρήσεων, που αφορούν αποκλειστικώς στην οδό Γρηγορίου Αυξεντίου. Η μορφή του εντός του προγραμματιστικού περιβάλλοντος είναι η εξής:

```
Mod_road3<-
glm(driver~as.numeric(mydata$viol_before)+as.factor(mydata$scopas)+as.factor(mydata$direction)+a
s.integer(mydata$time_red), data=mydata, family="binomial")
```

Οι δείκτες του 8ου μοντέλου, παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.12 που ακολουθεί.

Παράμετροι	Συντελεστές	Z-Value	Στατιστική σημαντικότητα	Επίπεδο σύγκρισης
Σταθερός όρος	4.540	3.231	**	
Προηγηθείσες παραβιάσεις	-0.944	-1.651	.	-
Ύπαρξη συνεπιβάτη: Όχι	1.947	2.459	*	Ύπαρξη συνεπιβ.: Ναι
Κατεύθυνση: Ευθεία	-4.203	-3.441	***	Κατεύθυνση:Δεξιά
Κατεύθυνση: Αριστερά	-5.604	-3.640	***	Κατεύθυνση:Δεξιά
Χρόνος που μεσολάβησε μετά το πέρας της κόκκινης ένδειξης	-0.590	-2.768	**	-
Αριθμός παρατηρήσεων	81			
Initial log likelihood	-53.391			
Final log likelihood	-30.374			
AIC	-72.748			

Πίνακας 4.12: Αποτελέσματα ανάλυσης του ογδώου μοντέλου

Από τον Πίνακα 4.12 προκύπτουν οι εξής παρατηρήσεις:

- Ο δείκτης Z-value της παραμέτρου που αφορά στις προηγηθείσες παραβιάσεις μόλις που ξεπερνά την οριακή τιμή του 1.65 και επομένως λογίζεται ως στατιστικά σημαντική. Σχετικά με το είδος της επιρροής που ασκείται από τις παραβιάσεις των προπορευόμενων οχημάτων, το αρνητικό πρόσημο στην τιμή δηλώνει αποτροπή. Αυτό σημαίνει πως οι προηγηθείσες παραβιάσεις, εντός ενός πολύ σύντομου χρονικού διαστήματος, ωθούν τους οδηγούς, σύμφωνα με το παρόν μοντέλο, να επιβραδύνουν και να σταματήσουν, όπως επιβάλλει η φωτεινή ένδειξη.
- Η μη ύπαρξη συνεπιβάτη ενισχύει υποσυνείδητα την τάση για παραβίαση της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη.
- Αναφορικά με τις κατευθύνσεις, όσοι οδηγοί, κατευθύνονται ευθεία ή αριστερά, έχουν αρκετά μειωμένη πιθανότητα να διασχίσουν τον κόμβο με κόκκινη ένδειξη.
- Όσο αυξάνεται το χρονικό διάστημα ανάμεσα στην έναρξη της κόκκινης ένδειξης και της διέλευσης ενός οχήματος, μειώνονται κατά πολύ οι πιθανότητες για παραβίαση της κόκκινης ένδειξης από το επερχόμενο όχημα.
- Ο δείκτης initial log likelihood είναι μικρότερος του final log likelihood γεγονός που ήταν αναμενόμενο.

Ούλωφ Πάλμε (Ιλίσια)

Το 9ο μοντέλο δημιουργήθηκε επί τη βάση του συνόλου των παρατηρήσεων, που αφορούν αποκλειστικώς στην οδό Ούλωφ Πάλμε (περιοχή των Ιλισίων). Η μορφή του εντός του προγραμματιστικού περιβάλλοντος είναι η εξής:

```
Mod_road4<-
glm(driver~as.factor(mydata$volume==3)+as.factor(mydata$scopas)+as.factor(mydata$direction==4)
+as.factor(mydata$age==3), data=mydata, family="binomial")
```

Οι δείκτες του 9ου μοντέλου, παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.13 που ακολουθεί.

Παράμετροι	Συντελεστές	Z-Value	Στατιστική σημαντικότητα	Επίπεδο σύγκρισης
Σταθερός όρος	-0.160	-0.514		
Φόρτος: Υψηλός	0.550	1.658	,	Χαμηλός φόρτος
Ύπαρξη συνεπιβατών: Όχι	0.954	2.600	**	Ύπαρξη συνεπιβ.: Ναι
Κατεύθυνση: Αναστροφή	2.237	2.115	*	Κατεύθυνση: Δεξιά
Ηλικιακή κατηγορία: >50 ετών	-0.868	-2.243	*	18-30 ετών
Αριθμός παρατηρήσεων	156			
Initial log likelihood	-105.604			
Final log likelihood	-94.548			
AIC	197.31			

Πίνακας 4.13: Αποτελέσματα ανάλυσης του ενάτου μοντέλου

Από τον Πίνακα 4.13 προκύπτουν οι εξής παρατηρήσεις:

- Όπως και προηγουμένως, η απουσία ενός επιπλέον ατόμου εντός του οχήματος, πέραν του οδηγού, αυξάνει την πιθανότητα ο εν λόγω οδηγός να προβεί σε παραβίαση της κόκκινης ένδειξης.
- Από τις 4 δυνατές κατευθύνσεις, η αναστροφή είναι αυτή που βάσει των αποτελεσμάτων φαίνεται ότι διαθέτει στατιστική σημαντικότητα ενθαρρύνοντας τους οδηγούς να πράξουν την κίνηση αυτή, ενόσω η φωτεινή ένδειξη είναι κόκκινη. Το φαινόμενο αυτό παρατηρήθηκε να λαμβάνει χώρα, κυρίως σε περιπτώσεις όπου οι παράνομες αναστροφές πραγματοποιήθηκαν από μοτοσικλέτες. Προς επιβεβαίωση της αναστροφής, ως η μόνη κατεύθυνση που συνδέεται με την παραβίαση της κόκκινης ένδειξης, από τις 15 συνολικά αναστροφές, μόνο η μία έγινε με την πράσινη ένδειξη αναμένη.
- Οι οδηγοί που αντιστοιχούν ηλικιακά στις πρώτες δύο κατηγορίες έχουν σαφώς αυξημένες πιθανότητες να διασχίσουν την διατομή της οδού με αναμμένη την κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη.
- Ο δείκτης initial log likelihood είναι μικρότερος του final log likelihood γεγονός που ήταν αναμενόμενο.

ΜΟΝΤΕΛΑ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΜΟΝΤΕΛΟ	ΜΟΝΤΕΛΟ	ΜΟΝΤΕΛΟ	ΜΟΝΤΕΛΟ	ΜΟΝΤΕΛΟ	ΜΟΝΤΕΛΟ	ΜΟΝΤΕΛΟ	ΜΟΝΤΕΛΟ	ΜΟΝΤΕΛΟ	ΣΥΝΟΛΟ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Κατεύθυνση	X	X				X	X	X	X	6
Παρουσία Συνεπιβάτη	X	X			X	X		X	X	6
Ηλικία	X		X			X	X		X	5
Τύπος Οχήματος	X	X		X			X			4
Χρόνος που μεσολάβησε μετά το πέρας της κόκκινης ένδειξης	X	X					X	X		4
Ταχύτητα	X	X	X							3
Φύλο			X			X				2
Παρουσία Ανήλικου Συνεπιβ.			X	X						2
Προηγούμενες Παραβιάσεις	X							X		2
Κυκλοφοριακός Φόρτος	X								X	2
Φύλο Συνεπιβάτη				X						1
Αριθμός Συνεπιβατών		X								1
Λωρίδα Κυκλοφορίας			X							1
Χρονική Διάρκεια Κόκκινης Ένδειξης			X							1

Χρονική Διάρκεια Πράσινης Ένδειξης για Ευθεία και Δεξιά Πορεία			X								1
Παρουσία Πεζών				X							1
Χρήση Κράνους από Οδηγό					X						1
Αριθμός Λωρίδων Κυκλοφορίας											0
Αριθμός Ανηλίκων Συνεπιβ.											0
Παρουσία Ενήλικου Συνεπιβ.											0
Αριθμός Ενηλίκων Συνεπιβ.											0
Χρήση Κράνους από Συνεπιβάτη											0
Κύκλος Σηματοδότησης											0
Χρονική Διάρκεια Πράσινης Ένδειξης για Αριστερή Πορεία											0
Αριθμός Πεζών											0
Ημέρα											0
Κλίση Εδάφους											0
Πρόσβαση											0
Κόμβος											0

Πίνακας 4.14: Συχνότητα εμφανίσεων των ανεξάρτητων μεταβλητών ανά μοντέλο

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

5.1 Εισαγωγή

Ο φωτεινός σηματοδότης ή στην καθομιλουμένη «φανάρι» αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα και πιο διαδεδομένα εργαλεία της επιστήμης τω συγκοινωνιακών για την ρύθμιση της οδικής κυκλοφορίας. Η χρήση των φωτεινών σηματοδοτών συμβάλλει στην σωστή διαχείριση της κυκλοφορίας, με αποτέλεσμα πεζοί και οχήματα να διέρχονται του κόμβου με ομαλό και ασφαλή τρόπο. Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η παραβίαση της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη συνιστά μία πολύ επικίνδυνη ενέργεια, η οποία αφενός αντίκειται στη νομοθεσία και αφετέρου μπορεί να οδηγήσει σε αρκετά ανεπιθύμητα αποτελέσματα, μέχρι και την απώλεια ανθρώπινης ζωής. Η ολοένα και αυξανόμενη τάση που παρατηρείται στις παραβιάσεις της κόκκινης ένδειξης δημιουργεί σοβαρές ανησυχίες, γεγονός που παρεκίνησε την επιστημονική κοινότητα να εξετάσει το ζήτημα ενδελεχώς.

Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία εκπονήθηκε με σκοπό να διερευνηθούν οι παράμετροι επιρροής της παραβατικότητας των οδηγών σε κόμβους με φωτεινή σηματοδότηση. Στα πλαίσια της έρευνας, πραγματοποιήθηκαν παρατηρήσεις σε δύο κόμβους στην περιοχή του Ζωγράφου και των Ιλισίων. Πιο συγκεκριμένα, οι κόμβοι που επιλέχθηκαν ήταν οι Αλεξάνδρου Παπάγου - Ούλφ Πάλμε και Γρηγορίου Αυξεντίου - Ούλφ Πάλμε. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν ήταν αποτέλεσμα των βιντεοσκοπήσεων αλλά και των καταγραφών που έκανε χειροκίνητα εκείνη την στιγμή ο ίδιος ο παρατηρητής. Το σύνολο των βιντεοσκοπήσεων αντιστοιχεί σε περίπου 10 ώρες, πάντοτε σε ώρες όπου απουσίαζε ο φυσικός φωτισμός, καθώς ο ήλιος είχε ήδη δύσει. Εκ του συνόλου των οδηγών που διήλθαν του κόμβου, οι πληροφορίες που εν τέλει καταγράφηκαν, περιορίστηκαν σε αυτούς που εμπίπτουν στα κριτήρια που αρχικώς θεσπίστηκαν. Προκειμένου να διερευνηθεί η παραβατικότητα των οδηγών, πραγματοποιήθηκε ένας βασικός διαχωρισμός, σε οδηγούς που παρεβίασαν την κόκκινη ένδειξη και σε αυτούς που είχαν τη δυνατότητα να το πράξουν, όμως τελικώς δεν το έκαναν. Αναλυτικότερα, οι παραβάτες ανέρχονται σε 337, ενώ οι μη-παραβάτες σε 216. Οδηγοί οι οποίοι καταγράφονταν ως μη-παραβάτες ήταν αυτοί που κατέφθαναν στον κόμβο εντός ολίγων δευτερολέπτων από την έναρξη της κόκκινης ένδειξης και βρίσκονταν στην αρχή της ουράς αναμονής, καθώς εκείνοι που κατέφθαναν μετά από αρκετά δευτερόλεπτα και βρίσκονταν στην αρχή της ουράς δεν θεωρήθηκε ότι είχαν στην πραγματικότητα δυνατότητα να παραβιάσουν την κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη.

5.2 Περιορισμοί έρευνας

Η εκπόνηση μίας διπλωματικής εργασίας, χωρίζεται σε συγκεκριμένα στάδια υλοποίησης, ξεκινώντας από το θεωρητικό υπόβαθρο και καταλήγοντας στο ερευνητικό κομμάτι, όπου μέσω της ανάλυσης που πραγματοποιείται, προκύπτουν τα συμπεράσματα. Η συλλογή των δεδομένων αποτελεί ζωτικό κομμάτι μίας εργασίας καθώς αποτελεί την βάση πάνω στην οποία θα διεξαχθούν οι στατιστικές αναλύσεις. Είναι αυτονόητο, πως όσο πιο ακριβή και έγκυρα είναι τα δεδομένα που συλλέγονται, τόσο θα αυξάνεται η ποιότητα των αποτελεσμάτων. Ωστόσο, κατά τη διαδικασία των παρατηρήσεων-μετρήσεων είναι πολύ πιθανό να προκύψουν δυσκολίες και περιορισμοί, όπως ακριβώς συνέβη και στην εν λόγω εργασία. Πιο συγκεκριμένα, ορισμένες παράμετροι ήταν πολύ δύσκολο έως αδύνατον να εντοπιστούν δια γυμνού οφθαλμού και χωρίς τη χρήση εξειδικευμένων ψηφιακών εργαλείων. Μία τέτοια παράμετρος ήταν η απόσταση των οχημάτων από τη διατομή της οδού στο ύψος του φωτεινού

σηματοδότη και η χρονική στιγμή που η ένδειξη άλλαζε σε κόκκινη. Η προσθήκη της διάστασης του χώρου και συγκεκριμένα της απόστασης θα ήταν πολύ χρήσιμη για τα μοντέλα που αναπτύχθηκαν, όμως η αδυναμία παρατήρησης δεν επέτρεψε κάτι τέτοιο να συμβεί. Ομοίως, η χρήση ζώνης, απορρίφθηκε σαν πιθανή μεταβλητή και δεν συμμετείχε στις αναλύσεις. Σε συνέχεια των όσων ειπώθηκαν παραπάνω, η ανάλυση της βιντεοκάμερας συνδυαστικά με την έλλειψη φυσικού –κατά κύριο λόγο- φωτισμού (λόγω της ώρας των μετρήσεων), δυσχέραιναν την παρατήρηση ορισμένων μεταβλητών γεγονός που, αναπόφευκτα, προκαλεί σφάλματα και ανακρίβειες στο τελικό αποτέλεσμα. Η καταγραφή ύπαρξης συνεπιβατών, ιδίως αν αυτοί κάθονταν στις πίσω θέσεις ενός ΙΧ, ήταν μία απαιτητική διαδικασία και η παρουσία βοηθού-εθελοντή κατά τη διάρκεια των βιντεοσκοπήσεων ήταν καταλυτική. Επιπροσθέτως, μεταβλητές όπως η ταχύτητα κίνησης των οχημάτων, υπολογίστηκαν χονδροειδώς και ταξινομήθηκαν έπειτα σε επίπεδα. Η εγκυρότητα των μετρήσεων επαφίεται στην αντιληπτική ικανότητα του παρατηρητή, ο οποίος μέσω του οπτικοακουστικού υλικού, κλήθηκε να πραγματοποιήσει τον διαχωρισμό αυτό. Είναι βέβαιο, πως τέτοιες μέθοδοι δημιουργούν σφάλματα, τα οποία όμως, όσο αυξάνεται το πλήθος των καταγραφών και η εμπειρία του παρατηρητή, τόσο περιορίζεται η αρνητική τους επίδραση στην εγκυρότητα των αποτελεσμάτων.

5.3 Συμπεράσματα έρευνας

5.3.1 Σύγκριση με την διεθνή βιβλιογραφία

Στα πλαίσια της ανάλυσης των δεδομένων, συμμετείχαν διάφορες παράμετροι σχετικά με τα χαρακτηριστικά των οδηγών, τα κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά κ.ο.κ. Από το σύνολο των παραμέτρων, υπήρξαν αρκετές που εμφάνισαν στατιστική σημαντικότητα στα περισσότερα μοντέλα και κάποιες που είτε υπήρξαν στατιστικά σημαντικές λιγότερες φορές, είτε καθόλου. Για να γίνει πιο κατανοητό και προκειμένου να υπάρχει μία συνολική εικόνα της συχνότητας των εμφανίσεων των παραμέτρων με στατιστική σημαντικότητα, δημιουργήθηκε ο Πίνακας 5.1. Παρακάτω παρατίθενται οι μεταβλητές, ξεκινώντας από αυτήν με τις περισσότερες συμμετοχές και καταλήγοντας σε αυτή με τις λιγότερες.

Παράμετροι	Αριθμός εμφανίσεων
Κατεύθυνση	6
Ύπαρξη συνεπιβάτη	6
Ηλικία	5
Τύπος οχήματος	4
Χρόνος που μεσολάβησε μετά το πέρας της κόκκινης ένδειξης	4
Ταχύτητα	3
Φύλο	2
Ύπαρξη ανηλικού συνεπιβάτη	2
Προηγηθείσες παραβιάσεις	2
Κυκλοφοριακός φόρτος	2
Φύλο συνεπιβάτη	1
Αριθμός συνεπιβατών	1
Λωρίδα Κυκλοφορίας	1

Χρονική διάρκεια κόκκινης ένδειξης	1
Χρονική διάρκεια πράσινης ένδειξης για την δεξιά και ευθεία κατεύθυνση	1
Ύπαρξη πεζών	1
Χρήση κράνους από οδηγό δίκυκλου οχήματος	1

Πίνακας 5.1: Αριθμός εμφανίσεων των ανεξάρτητων μεταβλητών

Η κατεύθυνση που επέλεξαν οι οδηγοί κατά την έξοδό τους από τον κόμβο αποτέλεσε την πλέον σημαντική μεταβλητή στην παρούσα έρευνα καθώς συμπεριλήφθηκε στην πλειοψηφία των μοντέλων (6 στα 8 μοντέλα). Σε επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων της έρευνας των Wang et al. (2016), οι οδηγοί που επέλεξαν τη δεξιά και ευθεία πορεία, είναι πιθανότερο να υποπέσουν σε παράβαση. Αξίζει να αναφερθεί ότι η αναστροφή σαν 4η πιθανή κατεύθυνση και δη παράνομη, συνδυάστηκε με μεγάλο μέρος των παραβιάσεων της κόκκινης ένδειξης και ως εκ τούτου όσοι την επιλέγουν, έχουν αυξημένες πιθανότητες να το κάνουν κατά την διάρκεια της κόκκινης ένδειξης. Για την ακρίβεια, ο συντελεστής της αναστροφής, ήταν κατά μέσο όρο ο μεγαλύτερος από τους αντίστοιχους των υπολοίπων κατευθύνσεων, με το πρόσημό του να αποτυπώνει την προτροπή σε παραβίαση της κόκκινης ένδειξης. Συνεχίζοντας με την αμέσως επόμενη σε συχνότητα εμφανίσεων μεταβλητή και συγκεκριμένα αυτήν της ηλικίας, όπως αναμενόταν οι νεαρότεροι οδηγοί είναι οι πιο επιρρεπείς, βάσει πιθανοτήτων, σε παραβίαση της κόκκινης ένδειξης. Το συμπέρασμα αυτό έρχεται σε πλήρη συνταύτιση με την έρευνα των Al-Omagi και Al-Maseid (2003), καθώς επίσης και με την έρευνα των (Kashami et. al 2020), όπου συγκεκριμένα το εύρος ηλικιών 18-22 ετών φαίνεται να έχει αυξημένη παραβατική συμπεριφορά.

Πολύ σημαντικό ρόλο διαδραματίζει η παρουσία συνεπιβάτη διότι μία τέτοια συνθήκη μειώνει αισθητά τις πιθανότητες για παραβατική συμπεριφορά, κάτι το οποίο απέδειξαν και οι Wang et al. (2016) όπως επίσης και οι Porter και Belly (2001). Το βάρος της ευθύνης που προκύπτει από την ύπαρξη συνεπιβάτη ωθεί τους οδηγούς σε πιο προσεκτική οδηγική συμπεριφορά με αποτέλεσμα να καταγράφονται λιγότερες παραβάσεις. Η ύπαρξη συνεπιβαινόντων, διαχωρίστηκε με βάση την ηλικία αυτών, προκειμένου να διαπιστωθεί αναλυτικότερα η επιρροή της συγκεκριμένης μεταβλητής. Κατά συνέπεια, το φίλτρο της ηλικίας, δημιούργησε δύο επιπλέον παραμέτρους, για την ύπαρξη ανηλικού και ενηλικού συνεπιβάτη αντιστοίχως. Η πρώτη εξ αυτών παρουσίασε σε 2 μοντέλα στατιστική σημαντικότητα, ενώ στην περίπτωση της δεύτερης δεν υπάρχει κάποια συσχέτιση σχετικά με την παραβατική συμπεριφορά των οδηγών. Τέλος, ο αριθμός των ατόμων, εκτός του οδηγού, που ενδεχομένως να βρίσκονται εντός του οχήματος ή πάνω σε αυτό, για την περίπτωση των μοτοσυκλετών, υπήρξε στατιστικά σημαντικός μόνο σε ένα μοντέλο. Αυτό υποδεικνύει πως η συμπεριφορά των οδηγών επηρεάζεται κυρίως από την ύπαρξη ή όχι συνεπιβατών, ανεξαρτήτως του αριθμού αυτών.

Σε ό,τι αφορά στην επιρροή που έχει ο τύπος του οχήματος στην οδηγική συμπεριφορά και στο κατά πόσο ωθεί η αποτρέπει τους οδηγούς από την παραβίαση της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη, τα αποτελέσματα διαφόρων ερευνών της επιστημονικής βιβλιογραφίας ποικίλουν. Για παράδειγμα, οι Al-Omagi και Al-Masaeid (2003) υπέδειξαν ότι το μεγαλύτερο ποσοστό παραβατικότητας παρουσιάστηκε από τα φορτηγά, ενώ τα ταξί και τα βαν είχαν το χαμηλότερο ποσοστό. Αντιθέτως, στην παρούσα έρευνα, οι μοτοσυκλέτες αποτελούν το όχημα με την μεγαλύτερη πιθανότητα για παραβίαση της κόκκινης ένδειξης, με τα ΙΧ και τα ταξί να ακολουθούν σε βαθμό επιρροής. Το ίδιο αποτέλεσμα έβγαλαν και οι Yan et al. (2015), σε ότι αφορά στις μοτοσυκλέτες ως το κατεξοχήν όχημα του δυνητικού παραβάτη. Οι κατηγορίες που περιλαμβάνουν οχήματα, όπως

λεωφορεία, βαν και φορτηγά δεν φαίνεται να ασκούν κάποιου είδους επιρροή στην απόφαση των οδηγών.

Εν συνεχεία, η μεταβλητή που αντιστοιχεί στον χρόνο που μεσολαβεί από την έναρξη της κόκκινης ένδειξης έως την παράνομη διέλευση κάποιου οχήματος, έχοντας συμμετοχή σε 4 από τα 8 μοντέλα, καθίσταται ως μία εκ των πλέον σημαντικών και με μεγάλο βαθμό επίδρασης. Το αρνητικό πρόσημο και στις 4 περιπτώσεις παρουσιάζει συνέπεια για το είδος της επιρροής που ασκεί στους οδηγούς, το οποίο μεταφράζεται σε αποτροπή από παραβίαση της κόκκινης ένδειξης, όσο το συγκεκριμένο μεσοδιάστημα αυξάνεται. Σε ό,τι αφορά στην ταχύτητα προσέγγισης που αναπτύσσουν τα οχήματα, κυρίως η μεσαία, στην κλίμακα της έρευνας, επέδειξε στατιστική σημαντικότητα συνοδευόμενη από μείωση της πιθανότητας για παράνομη διέλευση. Ωστόσο, στο 3ο κατά σειρά μοντέλο, ο συνδυασμός μεσαίας και υψηλής ταχύτητας διαφοροποίησε την ποιότητα επιρροής. Η ανάμιξη της υψηλής ταχύτητας αυξάνει τις πιθανότητες, ως αναμενόταν, συγκριτικά με την πρώτη βαθμίδα που αντιστοιχεί στην χαμηλή ταχύτητα. Το συμπέρασμα αυτό είναι αποτέλεσμα πλήθους ερευνών της διεθνούς βιβλιογραφίας, όπως φαίνεται και στην εργασία των Elmitiny et al. (2009), οι οποίοι απέδειξαν πως υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της υψηλής ταχύτητας και της αύξησης των φαινομένων παραβίασης της κόκκινης ένδειξης.

Η επόμενη παράμετρος, που εντάσσεται στην υποομάδα όσων εμφανίστηκαν σε 2 μοντέλα ως στατιστικά σημαντικές, αφορά στο φύλο του εκάστοτε οδηγού. Όπως και προηγουμένως με τον τύπο του οχήματος, έτσι και στην συγκεκριμένη μεταβλητή, τα συμπεράσματα από διεθνείς έρευνες είναι αντικρουόμενα. Από την μία πλευρά, οι Retting και Williams (1996) δεν βρήκαν κάποια ουσιαστική σχέση μεταξύ φύλου και παραβιάσεων, ενώ αντιθέτως, η ανάλυση των Wang et al. (2016) υπέδειξε ότι ο παράγοντας του φύλου επηρεάζει την απόφαση των οδηγών και συγκεκριμένα κατέδειξαν τους άνδρες ως πιο επιρρεπείς σε παραβάσεις, όπως φάνηκε και από τα μοντέλα της παρούσας έρευνας. Αξίζει να σημειωθεί, πως η επιρροή του γυναικείου φύλου δεν περιορίστηκε μόνο στην περίπτωση του οδηγού, αλλά όπως φαίνεται και από το 4ο μοντέλο, οι γυναίκες συνοδηγοί φαίνεται πως βοηθούν και εκείνες στη μείωση των παραβιάσεων. Μία ακόμη εκ των στατιστικά σημαντικών μεταβλητών που λειτουργεί ως αποτρεπτικός παράγοντας για δυνητικές παραβιάσεις, είναι ο αριθμός παραβιάσεων που έχουν προηγηθεί από εάν επερχόμενο όχημα που πρόκειται να διασχίσει τον κόμβο, ενόσω η ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη είναι κόκκινη. Αναλυτικότερα, όσο ο αριθμός αυτός των παραβιάσεων που συνέβησαν, μόλις λίγα δευτερόλεπτα πριν, αυξάνεται, τότε οι πιθανότητες για εκ νέου παραβίαση της κόκκινης ένδειξης μειώνεται. Η εργασία των Elmitiny et al. (2009) στέκεται στην αυξημένη πιθανότητα των οχημάτων που έπονται ενός προπορευόμενου, να διασχίσουν τον κόμβο όταν η ένδειξη είναι κόκκινη. Εκ πρώτης όψεως, η θέση αυτή έρχεται σε αντίθεση με τα ευρήματα της παρούσας έρευνας, χωρίς όμως να υπάρχει σαφής ένδειξη αν μετά από κάποιον αριθμό προηγηθειών παραβιάσεων, οι οδηγοί αρχίζουν να επηρεάζονται αρνητικά. Αυτό θα ήταν και η λογική εξέλιξη, καθώς όσο κυλάει ο χρόνος και οδηγοί διέρχονται παρανόμως, ο κίνδυνος και το ρίσκο αυξάνονται ραγδαία. Στην περίπτωση της εν λόγω έρευνας, παρατηρήθηκε πως τις πρώτες 2-3 παραβιάσεις στον ίδιο χρονικό κύκλο, οι οδηγοί όπως αναμενόταν, επιβράδυναν τα οχήματα τους, αναλογιζόμενοι τον σοβαρό κίνδυνο.

Έπειτα, ο υψηλός ή άνω του μετρίου, κυκλοφοριακός φόρτος, συμβάλλει στην αύξηση της πιθανότητας για παραβίαση της κόκκινης ένδειξης, γεγονός το οποίο φάνηκε και σε διάφορες έρευνες, όπως αυτή των Martinez και Porter (2006) ή των Szczuraszek και Klusek (2019).

Αναφορικά με τους πεζούς και με το κατά πόσο η παρουσία τους επιδρά στην οδηγική συμπεριφορά, η συγκεκριμένη μεταβλητή παρουσίασε μόνον μία φορά, ανάμεσα στα 8 μοντέλα που υλοποιήθηκαν,

αξιοσημείωτα αποτελέσματα. Η παρουσία των πεζών όπως είναι λογικό, αποθαρρύνει τους εν δυνάμει παραβάτες, κάτι που απεδείχθη και από το 4ο μοντέλο, ωστόσο η αρχική εκτίμηση ήταν ότι η μεταβλητή αυτή θα παρουσίαζε μεγαλύτερη συνέπεια στην σημαντικότητά της, κάτι το οποίο εν τέλει δε συνέβη. Η επιλογή της λωρίδας και συγκεκριμένα της δεξιάς, αποτελεί την λωρίδα από την οποία κινούνται οι περισσότεροι εκ των παραβατών και κατά συνέπεια, οι πιθανότητες παράνομης διέλευσης για όσους κινούνται σε αυτήν, είναι αυξημένες.

Έπειτα, σύμφωνα με το 5ο στατιστικό μοντέλο, το οποίο υλοποιήθηκε αποκλειστικά για τους αναβάτες οδηγούς μοτοσυκλετών-σκούτερ και δικύκλων οχημάτων, η μη χρήση του κράνους συνεπάγεται και αυξημένη πιθανότητα για παραβίαση της κόκκινης ένδειξης, σε σχέση με τους οδηγούς που το χρησιμοποιούν. Το ίδιο απέδειξαν μέσω της έρευνάς τους οι Jantosut et al. (2020), η οποία διεξήχθη στην Ταϊλάνδη.

Τέλος, η αύξηση της χρονικής διάρκειας τόσο της πράσινης όσο και της κόκκινης ένδειξης, συνεπάγεται και μείωση της παραβατικότητας. Όσον αφορά στην πράσινη ένδειξη, αυτό είναι απολύτως φυσιολογικό, καθώς αποτυπώνεται στον οδηγό η αίσθηση πως το διάστημα που του επιτρέπεται η διέλευση είναι αρκετό και δεν δημιουργούνται συναισθήματα ανυπομονησίας ή εκνευρισμού. Αυτό όμως δεν συμβαίνει με την κόκκινη ένδειξη, η αύξηση της οποίας συνήθως δημιουργεί τις ιδανικές συνθήκες για κάποιον οδηγό προκειμένου να προβεί σε παραβίαση της κόκκινης ένδειξης.

5.3.2 Σύγκριση με παρεμφερή έρευνα σε κόμβους της Αθήνας

Προ 2 ετών, πραγματοποιήθηκε αντίστοιχη έρευνα (Κατωπόδης, 2021) στην οποία μελετήθηκαν 2 κόμβοι, στις περιοχές της Νίκαιας και του Πειραιά, παρόμοιων γεωμετρικών και κυκλοφοριακών χαρακτηριστικών με τους κόμβους της παρούσας έρευνας. Η βασική διαφορά έγκειται στην επιλογή της ώρας κατά την οποία συλλέχθηκαν τα δεδομένα. Οι παρατηρήσεις στην έρευνα του Κατωπόδη (2021) πραγματοποιήθηκαν υπό την παρουσία φυσικού φωτός, είτε αυτό ήταν το πρωί-μεσημέρι είτε νωρίς το απόγευμα, σε αντίθεση με την παρούσα εργασία, της οποίας βασική προϋπόθεση ήταν να μελετηθεί η παραβατικότητα των οδηγών τις βραδινές ώρες. Σκοπός και των δύο ερευνών ήταν να αναδειχθούν οι παράγοντες που επηρεάζουν την συμπεριφορά των οδηγών και κατά συνέπεια τους ωθούν ή τους αποτρέπουν από το να προβούν σε παραβίαση της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη.

Έρευνα 2021		Έρευνα 2023	
Σύνολο δείγματος = 740		Σύνολο δείγματος = 553	
Παραβάτες	Μη-παραβάτες	Παραβάτες	Μη-παραβάτες
309	431	337	216
42%	58%	61%	39%

Πίνακας 5.2: Σύγκριση δειγμάτων μεταξύ των δύο ερευνών (2021 – 2023)

Αρχικώς, η πρώτη βασική διαφορά παρατηρείται στην κατανομή του δείγματος, σε παραβάτες και μη. Μολονότι, η διάρκεια των καταγραφών είναι παρόμοια και στις δύο περιπτώσεις, το δείγμα διαφέρει και είναι αρκετά μεγαλύτερο στην προ διατίας διεξαχθείσα έρευνα, όμως αυτό είναι λογικό, καθώς το πρωί ο φόρτος είναι πολύ μεγαλύτερος για διάφορους λόγους. Ωστόσο, στην έρευνα που διεξήχθη το 2021, το μεγαλύτερο τμήμα του δείγματος αντιστοιχεί σε μη παραβάτες, ενώ στην παρούσα έρευνα συμβαίνει ακριβώς το αντίθετο. Συνεπώς, βάσει των στοιχείων αυτών, φαίνεται πως

τις βραδινές ώρες και εν τη απουσία φυσικού φωτισμού, οι οδηγοί είναι πιο επιρρεπείς σε παραβιάσεις της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη.

Εν συνεχεία και σε ότι αφορά στις παραμέτρους επιρροής, στις περισσότερες εξ αυτών, τα αποτελέσματα των δύο ερευνών συγκλίνουν στο ίδιο σημείο. Παρ' όλα αυτά, οι μεταβλητές του φύλου και του κυκλοφοριακού φόρτου, ενώ στην έρευνα του Κατωπόδη δεν φαίνεται να επηρεάζουν με κάποιο τρόπο την οδηγική συμπεριφορά, στην παρούσα εργασία, παρουσιάζουν στατιστική σημαντικότητα, αφού αμφότερες συμμετέχουν σε 2 από τα 9 συνολικά μοντέλα.

5.4 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Ανέκαθε, η εγκυρότητα και των αποτελεσμάτων μίας έρευνας βασίζονται σε πολύ μεγάλο βαθμό στην ποσότητα και την ποιότητα των δεδομένων που σε πρώτο χρόνο συλλέχθηκαν. Βάσει αυτής της παραδοχής, θα είχε νόημα και ενδιαφέρον, να πραγματοποιηθούν μετρήσεις σε περισσότερους κόμβους, διαφόρων γεωμετρικών χαρακτηριστικών και κύκλων σηματοδότησης, με παραπάνω από 2 λωρίδες ανά κατεύθυνση, προκειμένου να συγκεντρωθεί μεγαλύτερος όγκος δεδομένων, που να καλύπτει ένα ευρύ φάσμα παραμέτρων. Μία τέτοια συνθήκη θα προϋπέθετε επιπλέον άτομα για τις παρατηρήσεις, όπως και υψηλής ανάλυσης βιντεοκάμερα, ώστε να ελαχιστοποιηθεί το περιθώριο σφάλματος στην καταγραφή των παραμέτρων. Ακόμη, μία παράμετρος που έχει χρησιμοποιηθεί πολλάκις σε έρευνες του εξωτερικού, αφορά στην καταγραφή της απόστασης ενός οχήματος, από την γραμμή στάσης, τη στιγμή που η ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη γίνεται κόκκινη. Η παρουσία αυτής της μεταβλητής θα εισήγαγε την χωρική διάσταση του προβλήματος, πέραν της χρονικής η οποία έχει καταγραφεί και στην παρούσα έρευνα. Επιπλέον, μεταβλητές που υπολογίστηκαν εμπειρικά και έχουν αυξημένη αβεβαιότητα, όπως η ταχύτητα των οχημάτων, θα μπορούσαν να υπολογιστούν με μεγαλύτερη ακρίβεια, μέσω της χρήσης ειδικών λογισμικών. Συγκεκριμένα για την ταχύτητα, ειδικά προγράμματα και εφαρμογές, είναι σε θέση να κάνουν σαφώς καλύτερες εκτιμήσεις, χρησιμοποιώντας το βίντεο που κατεγράφη.

Πέραν όμως των ερευνών πεδίου, θα ήταν πολύ χρήσιμο να πραγματοποιηθεί μία αντίστοιχη έρευνα ερωτηματολογίου, στην οποία θα παρουσιάζονται διάφορα σενάρια στα οποία οι ερωτήσαντες θα πρέπει να απαντήσουν/εκτιμήσουν, αν θα προέβαιναν σε παραβίαση της κόκκινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη. Κατά αυτόν τον τρόπο, θα γινόταν σύγκριση των αποτελεσμάτων των δύο αυτών ερευνών.

Εν κατακλείδι, μία ακόμη παράμετρος που θα έπρεπε να ληφθεί υπόψη, έχει να κάνει με το ζήτημα της ασφάλειας. Η ασφάλεια στα οχήματα 1ης κατηγορίας (μοτοποδήλατα-σκούτερ-μοτοσικλέτες), καταγράφεται μέσω της χρήσης ή όχι του προστατευτικού κράνους, ενώ αντιστοίχως για όλα τα υπόλοιπα οχήματα, τον ρόλο αυτό έχει η ζώνη ασφαλείας. Η τελευταία ωστόσο ήταν αδύνατο να διακριθεί κατά τις βραδινές ώρες, επομένως στην έρευνα συμπεριλήφθηκε μόνον η μεταβλητή του κράνους.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Al-Atawi, A.M. (2014) Characteristics of red light running violations in urban areas in Tabuk, Kingdom of Saudi Arabia. *IATSS Research*. 37 (2), 119–123. doi:10.1016/j.iatssr.2013.08.001.
- Al-Omari, B.H. & Al-Masaeid, H.R. (2003) Red light violations at rural and suburban signalized intersections in Jordan. *Traffic Injury Prevention*. 4 (2), 169–172. doi:10.1080/15389580309868.
- Anon (n.d.) (2020) *Analysis of Driver and Vehicle Characteristics Involved in Red-Light.pdf*.
- Ansari, S., Akhdar, F., Mandoorah, M. & Moutaery, K. (2000) Causes and effects of road traffic accidents in Saudi Arabia. *Public Health*. 114 (1), 37–39. doi:10.1038/sj.ph.1900610.
- Ashraf, I., Hur, S., Shafiq, M. & Park, Y. (2019) Catastrophic factors involved in road accidents: Underlying causes and descriptive analysis. *PloS one*. 14 (10), e0223473. doi:10.1371/journal.pone.0223473.
- Baratian-Ghorghi, F., Zhou, H. & Wasilefsky, I. (2016) Effect of red-light cameras on capacity of signalized intersections. *Journal of Transportation Engineering*. 142 (1), 1–8. doi:10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000804.
- Ben-Akiva, M. & Bierlaire, M. (1999) *Discrete Choice Methods and Their Applications To*. (1985).
- Campisi, T., Tesoriere, G., Canale, A., Basbas, S., Vaitis, P., Nikiforiadis, A. & Nikolaidis, M. (2020) Comparison of Red-Light Running (RLR) and Yellow-Light Running (YLR) traffic violations in the cities of Enna and Thessaloniki. *Transportation Research Procedia*. 45 (2019), 947–954. doi:10.1016/j.trpro.2020.02.072.
- Hussain, Q., Alhajyaseen, W.K.M., Brijs, K., Pirdavani, A. & Brijs, T. (2020) Innovative countermeasures for red light running prevention at signalized intersections: A driving simulator study. *Accident Analysis and Prevention*. 134 (October 2019), 105349. doi:10.1016/j.aap.2019.105349.
- Jantosut, P., Satiennam, W., Satiennam, T. & Jaensirisak, S. (2021) Factors associated with the red-light running behavior characteristics of motorcyclists. *IATSS Research*. 45 (2), 251–257. doi:10.1016/j.iatssr.2020.10.003.
- Papantoniou, P., Yannis, G. & Christofa, E. (2019) Which factors lead to driving errors? A structural equation model analysis through a driving simulator experiment. *IATSS Research*. 43 (1), 44–50. doi:10.1016/j.iatssr.2018.09.003.
- Parker, D., Reason, J.T., Manstead, A.S.R. & Stradling, S.G. (1995) Driving errors, driving violations and accident involvement. *Ergonomics*. 38 (5), 1036–1048. doi:10.1080/00140139508925170.
- Porter, B.E., Johnson, K.L. & Bland, J.F. (2013) Turning off the cameras: Red light running characteristics and rates after photo enforcement legislation expired. *Accident Analysis and Prevention*. 50, 1104–1111. doi:10.1016/j.aap.2012.08.017.
- Ren, Y., Wang, Y., Wu, X., Yu, G. & Ding, C. (2016) Influential factors of red-light running at signalized intersection and prediction using a rare events logistic regression model. *Accident Analysis and Prevention*. 95, 266–273. doi:10.1016/j.aap.2016.07.017.
- Rumar, K. (1990) The basic driver error: late detection. *Ergonomics*. 33 (10–11), 1281–1290. doi:10.1080/00140139008925332.
- Senders, J.W. & Moray, N.P. (1991) *Human error: Cause, prediction, and reduction*. Series in applied psychology. Hillsdale, NJ, US, Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Szczuraszek, T. & Klusek, R. (2019) Analysis of Factors Affecting Non-compliance with the Red Light Signal at City Intersections Equipped with Traffic Signaling. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 844, 106–115. doi:10.1007/978-3-319-99477-2_10.
- Stofan, Daniel (2020) *Traffic collection from real - time camera feeds by goodvision*

- Train, K.E. (2003) Discrete choice methods with simulation. *Discrete Choice Methods with Simulation*. 9780521816, 1–334. doi:10.1017/CBO9780511753930.
- Vanlaar, W., Robertson, R. & Marcoux, K. (2014) An evaluation of Winnipeg’s photo enforcement safety program: Results of time series analyses and an intersection camera experiment. *Accident Analysis and Prevention*. 62, 238–247. doi:10.1016/j.aap.2013.09.023.
- Wang, X., Yu, R. & Zhong, C. (2016) A field investigation of red-light-running in Shanghai, China. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*. 37, 144–153. doi:10.1016/j.trf.2015.12.010.
- Webster, F.Y. & Ellson, P.B. (1965) *Traffic signals for high-speed roads*, Road Research Laboratory, Ministry of Transport
- Wierwille, W.W., Dingus, T. a, Keisler, a S., Medina, A., Li, S.E., Kieliszewski, C. a, Hankey, J.M. & Hanowski, R.J. (2002) *Identification of driver errors: overview and recommendations*. 340 p.
- World Health Organization (2018), Global Status Report on Road Safety
- Woody, C. (1927) The Values of Educational Research to the Classroom Teacher. *The Journal of Educational Research*. 16 (3), 172–178. doi:10.1080/00220671.1927.10879779.
- Yan, F., Li, B., Zhang, W. & Hu, G. (2016) Red-light running rates at five intersections by road user in Changsha, China: An observational study. *Accident Analysis and Prevention*. 95, 381–386. doi:10.1016/j.aap.2015.06.006.
- Αντωνίου & Σπυροπούλου (2015), Αρχές Κυκλοφοριακής Τεχνική και Προσομοίωσης, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
- Κατωπόδης, Μάριος (2021) Διερεύνηση των παραμέτρων επιρροής της παραβατικότητας των οδηγών σε κόμβους με φωτεινή σηματοδότηση
- Φραντζεσκάκη & Γκόλια (1994), Οδική Ασφάλεια

ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

<https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SDT04/->

<https://www.astynomia.gr/file/2021/12/05062021statistika.pdf>

<https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/general-information/vehicle-types>

<https://www.scribbr.com/statistics/akaike-information-criterion/>