



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Σχολή Πολιτικών Μηχανικών

Τομέας Μεταφορών Και Συγκοινωνιακής Υποδομής

Διπλωματική Εργασία

Κρίσιμοι Παράγοντες Επιρροής της Υπέρβασης των Ορίων Ταχύτητας με Δεδομένα Έξυπνων Κινητών Τηλεφώνων

Τζουτζούλης Δημοσθένης- Μάριος

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής ΕΜΠ
Αθήνα, Οκτώβριος 2020

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας και κατ' επέκταση των προπτυχιακών μου σπουδών, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Γ. Γιαννή, Καθηγητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε με την ανάθεση του συγκεκριμένου θέματος, για την υποστήριξη του καθώς και για την εκπληκτική συνεργασία που είχαμε σε όλα τα στάδια της. Επιπλέον, οφείλω να τον ευχαριστήσω για τη σωστή καθοδήγηση αλλά και για τις γενικότερες γνώσεις και συμβουλές τόσο σε ακαδημαϊκό όσο και σε επαγγελματικό επίπεδο που μου μετέδωσε.

Επίσης οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ και την ευγνωμοσύνη μου στην κα. Αρμίρα Κονταξή, Υποψήφια Διδάκτορα ΕΜΠ, και στον Δρ. Απόστολο Ζιακόπουλο, Μετα-Διδάκτορα ΕΜΠ, για την κατάλληλη καθοδήγηση που μου προσέφεραν, για τις γνώσεις και τις υποδείξεις που μου έδωσαν σε καίρια ζητήματα κατά την διάρκεια εκτέλεσης της παρούσας εργασίας και για την άριστη επικοινωνία που είχαμε, καθώς η βοήθειά τους ήταν αρκετά πολύτιμη για την εξαγωγή των κατάλληλων αποτελεσμάτων.

Επιπρόσθετα, ιδιαίτερες ευχαριστίες ανήκουν και στην εταιρεία OSeven, η οποία παραχώρησε τα πολύ χρήσιμα στοιχεία μέτρησης της συμπεριφοράς οδηγού καθώς και τις απαντήσεις τους σε αντίστοιχο ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα Διπλωματική Εργασία.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου και τους φίλους μου για την υποστήριξη και τη συμπαράσταση που μου προσέφεραν κατά την διάρκεια των σπουδών μου.

Κρίσιμοι Παράγοντες Επιρροής της Υπέρβασης των Ορίων Ταχύτητας με Χρήση Δεδομένων από Έξυπνα Κινητά Τηλέφωνα

Δημοσθένης-Μάριος Τζουτζούλης

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Σύνοψη

Στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι ο προσδιορισμός των κρίσιμων παραγόντων επιρροής της υπέρβασης του ορίου ταχύτητας με τη χρήση δεδομένων από έξυπνα κινητά τηλέφωνα. Τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν για ανάλυση, συλλέχθηκαν από δύο βάσεις δεδομένων μέσα σε χρονικό διάστημα έξι μηνών. Στην πρώτη συμπεριλαμβάνονται οι διαδρομές περισσότερων από 200 οδηγών σε πραγματικές συνθήκες και στη δεύτερη οι απαντήσεις σε ερωτηματολόγιο από 100 από τους παραπάνω οδηγούς. Στη συνέχεια με τη χρήση κυρίως της παλινδρόμησης Poisson αλλά και της λογαριθμικής γραμμικής παλινδρόμησης εξετάστηκαν τόσο τα χαρακτηριστικά της οδήγησης όσο και οι δηλώσεις των οδηγών στο ερωτηματολόγιο ώστε να εντοπιστούν ποια από αυτά επηρεάζουν κατά κύριο λόγο το ποσοστό υπέρβασης του ορίου ταχύτητας. Συνολικά αναπτύχθηκαν τέσσερα μοντέλα παλινδρόμησης για την πρόβλεψη του ποσοστού οδήγησης με ταχύτητες ανώτερες των επιτρεπτών ορίων, ένα γενικό μοντέλο και τρία μοντέλα για κάθε τύπο οδικού δικτύου (αστικό, υπεραστικό, αυτοκινητόδρομο). Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι ο αριθμός των απότομων επιταχύνσεων, το ποσοστό χρήσης κινητού τηλεφώνου και η απόσταση διαδρομής είναι παράμετροι που επηρεάζουν το ποσοστό υπέρβασης του ορίου ταχύτητας και ενισχύουν την επιθετική συμπεριφορά των οδηγών. Επίσης η αύξηση της μέσης επιτάχυνσης δεν συνεπάγεται πάντα την παραβίαση των ορίων ταχύτητας. Τέλος, οι άνδρες οδηγοί είναι έχουν την τάση να οδηγούν με ταχύτητες μεγαλύτερες από τα επιτρεπτά όρια σε σχέση με τις γυναίκες.

Λέξεις- Κλειδιά: Υπέρβασης ορίου ταχύτητας, απότομες επιταχύνσεις, έξυπνα κινητά τηλέφωνα, οδική ασφάλεια, οδηγική συμπεριφορά, παλινδρόμηση Poisson, λογαριθμική γραμμική

Speeding critical factors using data from smartphones

Dimosthenis -Marios Tzoutzoulis

Supervisor: George Yannis, Professor NTUA

Abstract

The aim of this Diploma Thesis is to identify the critical driving parameters affecting speeding using data from smartphones. The data used for the analysis were collected from two databases over a period of 6 months, containing routes of more than 200 drivers in naturalistic driving answers to a questionnaire from 100 of the above drivers. Subsequently, Poisson and log-linear regression models were developed correlating the driving characteristics and the answers to the questionnaire with speeding. Finally, four models were developed for speeding percentage prediction; one general model and three model for each type of road (urban, rural and highway). The results demonstrate that the number of harsh accelerations, the percentage of mobile use and the distance of the trip affect the speeding percentage and are correlated with the aggressive behavior of the drivers. Furthermore, increased average acceleration does not always lead to breaking speed limits. Finally, male drivers tend to drive faster in comparison with women.

Keywords: speeding, harsh acceleration, smartphones, road safety, driving behavior, Poisson, log-linear regression

Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί ο προσδιορισμός των **κρίσιμων παραγόντων επιρροής της υπέρβασης των ορίων ταχύτητας με χρήση δεδομένων από έξυπνα κινητά τηλέφωνα**. Πιο συγκεκριμένα, επιδιώκεται να βρεθούν ποια χαρακτηριστικά της οδήγησης που καταγράφηκαν από τους αισθητήρες έξυπνων κινητών τηλεφώνων μπορούν να προβλέψουν την υπέρβαση των ορίων ταχύτητας κατά την διάρκεια της οδήγησης. Επιπλέον, εξετάζεται ποιες παράμετροι επηρεάζουν την οδήγηση πάνω από τα επιτρεπτά όρια για διαφορετικούς τύπους οδών (αστική οδός, υπεραστική οδός, αυτοκινητόδρομος).

Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν μέσω της εφαρμογής της εταιρείας OSeven και χρησιμοποιήθηκαν για την επίτευξη των παραπάνω στόχων, αντλήθηκαν από **δύο βάσεις δεδομένων**. Η πρώτη ομάδα δεδομένων περιείχε χιλιάδες διαδρομές (49.019 συμβάντα) που πραγματοποιήθηκαν από περισσότερους από 200 οδηγούς μέσα στο χρονικό διάστημα των έξι μηνών είτε σε αστικό και υπεραστικό περιβάλλον είτε σε αυτοκινητόδρομο. Για κάθε ταξίδι μετρήθηκαν **διάφορα κυκλοφοριακά μεγέθη**, όπως η ταχύτητα, η επιτάχυνση το ποσοστό χρήσης κινητού τηλεφώνου και άλλα. Η δεύτερη βάση δεδομένων αφορά σε ένα εκτενές ερωτηματολόγιο που συμπεριλάμβανε ερωτήσεις που αφορούσαν κυρίως τον τρόπο οδήγησης και την συμπεριφορά των οδηγών και απαντήθηκε από 100 από τους παραπάνω οδηγούς. Στο τέλος χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα από τους οδηγούς που έκαναν παραπάνω από δέκα διαδρομές και απάντησαν στις ερωτήσεις.

Μετά από κατάλληλη επεξεργασία και μια σειρά δοκιμών αναπτύχθηκαν, με τη μέθοδο της παλινδρόμησης Poisson και της λογαριθμικής κανονικής παλινδρόμησης, τέσσερα μαθηματικά μοντέλα, εκ των οποίων το πρώτο αφορά στους κρίσιμους παράγοντες επιρροής της υπέρβασης των ορίων ταχύτητας ανεξάρτητα από τον τύπο της οδού ενώ τα άλλα τρία αφορούν στους κρίσιμους παράγοντες επιρροής της υπέρβασης του ορίου ταχύτητας για αστικό, υπεραστικό περιβάλλον και για αυτοκινητόδρομο. Ειδικότερα για τους αυτοκινητοδρόμους επειδή δεν ήταν εύκολος ο προσδιορισμός αυτός, μελετήθηκαν οι παράμετροι που επηρεάζουν τον λόγο του ποσοστού υπέρβασης του ορίου ταχύτητας προς την απόσταση. Τα τέσσερα μαθηματικά μοντέλα παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Metrics Specified, not Reported (Aggregates Reported, not Specified, not Used) (Aggregates)														
Overall Metrics (Primary Issue)					Metrics of Actual Population (Primary Issue)				Metrics of Imputed Population (Primary Issue)				Metrics of Aggregate (Aggregates)	
Aggregates Specified	β	Mean (y)	Standard Error	Aggregates Error	β	Mean (y)	Standard Error	Aggregates Error	β	Mean (y)	Standard Error	Aggregates Error	β	Standard Error
Intercept	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	1.00	-
edu	1.00	0.00	0.00	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
distance (mi)	1.00	0.0	0.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
year (yr)	1.00	0.00	0.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
acc (yr)	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
edu (yr)	-	-	-	-	1.00	1.00	0.00	1	-	-	-	-	-	-
year (yr)	-	-	-	-	0.00	1.00	0.00	1.00	-	-	-	-	-	-
acc (yr)	-	-	-	-	0.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-
distance (mi)	-	-	-	-	0.00	1.00	0.00	1.00	-	-	-	-	-	-
edu (yr)	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00	0.00	1	-	-
acc (yr)	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-
year (yr)	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-
distance (mi)	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-
speeding (mph) (y)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00
year (yr)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00
distance (mi)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00
BEYOND SPEED NEVER	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BEYOND SPEED OFTEN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BEYOND SPEED RARELY	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BEYOND SPEED NOT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AGGRESSIVE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AC	0.00				0.00				0.00				-	
McFadden	1.00				1.00				1.00				-	
R ²	-				-				-				1.00	

Κατά τα διάφορα στάδια εκπόνησης της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας προέκυψε ένα **σύνολο συμπερασμάτων** που συνδέεται άμεσα με τους αρχικούς στόχους και τα ερωτήματά της. Στο παρόν υποκεφάλαιο επιχειρείται να δοθεί απάντηση στα ερωτήματα αυτά, με τη σύνθεση των αποτελεσμάτων των προηγούμενων κεφαλαίων. Τα γενικά συμπεράσματα συνοψίζονται ως εξής:

- **Οι οδηγοί που κάνουν περισσότερες απότομες επιταχύνσεις είναι εκείνοι που υπερβαίνουν τα όρια ταχύτητας πιο συχνά**, που ενδεχομένως οφείλεται στο γεγονός ότι σε υψηλές ταχύτητες οι οδηγοί απαιτείται να κάνουν περισσότερους απότομους ελιγμούς. Αυτό μάλιστα ισχύει και επιβεβαιώνεται τόσο στο σύνολο των οδών όσο και στους επιμέρους τύπους οδών.
- **Η χρήση του κινητού τηλεφώνου κατά τη διάρκεια της οδήγησης επηρεάζει την υπέρβαση των ορίων ταχύτητας** καθώς μειώνεται η αντίληψη του οδηγού για το τι συμβαίνει γύρω του. Αυτό έχει ως συνέπεια να μην προσέχουν τις πινακίδες, να μην διατηρούν την κατάλληλη θέση στην λωρίδα κυκλοφορίας τους και αντίστοιχα μια απόσταση ασφαλείας από το προπορευόμενο όχημα. Αυτό παρατηρήθηκε για όλους τους τύπους των οδών (αστικό και υπεραστικό περιβάλλον) **εκτός από τον αυτοκινητόδρομο** όπου εκεί εξαιτίας των ήδη αυξημένων ταχυτήτων οι οδηγοί είναι ιδιαίτερα προσεκτικοί.
- **Οι οδηγοί που διανύουν μεγαλύτερες αποστάσεις είναι εκείνοι που παρουσιάζουν περισσότερα σημάδια επιθετικής συμπεριφοράς και κατ' επέκταση υπερβαίνουν πιο συχνά τα όρια ταχύτητας**. Το πιο πιθανό ενδεχόμενο είναι ότι θέλουν να φτάσουν πιο γρήγορα στον προορισμό τους και επειδή όσο αυξάνεται η διαδρομή που διανύουν, αυξάνεται και η ανυπομονησία και η εξάντλησή τους από την οδήγηση με αποτέλεσμα να πραγματοποιούν περισσότερα σφάλματα. Ειδικότερα αυτό το φαινόμενο παρατηρείται σε **αστικό περιβάλλον**, όπου επηρεάζονται και από αρκετούς άλλους παράγοντες κατά την οδήγηση.
- **Για μεγαλύτερους χρόνους συνολικής διαδρομής**, οι οδηγοί έχουν την τάση να κινούνται με μεγαλύτερες ταχύτητες σε **υπεραστικές οδούς** (όχι αυτοκινητόδρομους), ενδεχομένως γιατί θέλουν από μία χρονική στιγμή και μετά να φτάσουν πιο γρήγορα στον τελικό τους προορισμό. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αναπτύσσουν υψηλότερες ταχύτητες και να εκδηλώνουν περισσότερα σημάδια επιθετικής συμπεριφοράς.
- Οι υψηλότερες τιμές **μέσης επιτάχυνσης** (όχι απαραίτητα απότομης) εντός αστικού και υπεραστικού οδικού δικτύου (εξαιρούνται οι αυτοκινητόδρομοι) δεν συνεπάγονται πάντα υπέρβαση των ορίων ταχύτητας, καθώς σε αυτές τις περιοχές υπάρχουν φωτεινοί σηματοδότες, σήμανση και ισόπεδοι κόμβοι. Αυτό έχει ως συνέπεια να μην επιτρέπεται στους οδηγούς να αναπτύσσουν μεγαλύτερες από τα επιτρεπτά όρια ταχύτητες.
- Οι **άνδρες** έχουν την τάση να οδηγούν με ταχύτητες υψηλότερες από τα επιτρεπτά όρια και αυτό πιθανόν να οφείλεται στο γεγονός ότι έχουν μεγαλύτερη εμπιστοσύνη στις ικανότητές τους και στις εμπειρίες που έχουν αποκτήσει με την πάροδο του χρόνου σε σχέση με τις γυναίκες, οι οποίες αντιλαμβάνονται

καλύτερα τις ικανότητές τους και οδηγούν πιο συντηρητικά. Αυτό αποτυπώνεται κυρίως και στα στατιστικά μοντέλα καθώς επικρατούν μόνο οι άνδρες που είναι και αριθμητικά λιγότεροι στο δείγμα μας.

- **Οι οδηγοί αντιλαμβάνονται ότι εμφανίζουν σημάδια επιθετικής συμπεριφοράς μόνο στον αυτοκινητόδρομο**, και όχι σε άλλους τύπους οδών καθώς ενδεχομένως θεωρούν ότι μόνο η αυξημένη ταχύτητα είναι άμεσα συνδεδεμένη με την επιθετικότητα. Όμως υπάρχουν και άλλοι παράγοντες όπως οι απότομες επιταχύνσεις και οι επικίνδυνοι ελιγμοί που πραγματοποιούνται σε όλα τα οδικά δίκτυα, τα οποία είναι εξίσου σημαντικά φαινόμενα που οδηγούν σε ταχύτητες υψηλότερες των επιτρεπτών ορίων. Αυτό επιβεβαιώνεται από το γεγονός ότι η κατά δήλωση επιθετικότητα εμφανίζεται μόνο στους αυτοκινητόδρομους.
- **Οι απαντήσεις που δόθηκαν στο ερωτηματολόγιο που αφορούν στα ποσοστά υπέρβασης των ταχυτήτων δείχνουν ότι οι οδηγοί δεν αντιλαμβάνονται επαρκώς το πότε και πόσο συχνά τα ξεπερνούν.** Αυτό επιβεβαιώνεται τόσο στο σύνολο των οδών όσο και σε κάθε επιμέρους τύπο οδών, εκτός των αυτοκινητόδρομο που τα αντιλαμβάνονται καλύτερα.
- Επίσης μέσα από τα στατιστικά μοντέλα που αναπτύχθηκαν παρουσιάζεται ότι τα κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά **παίζουν μεγαλύτερο ρόλο** και είναι στατιστικά σημαντικότερα σε σχέση με τις απαντήσεις των οδηγών στο ερωτηματολόγιο.
- Τέλος από την εκπόνηση της συγκεκριμένης Διπλωματικής Εργασίας, προκύπτει ότι τα δεδομένα που συλλέγονται από τα έξυπνα κινητά τηλέφωνα περιέχουν ιδιαίτερα σημαντικές πληροφορίες οι οποίες, μετά από κατάλληλη επεξεργασία και ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων, μπορούν να χρησιμεύσουν στην εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων για τις **κρίσιμες παραμέτρους** που επηρεάζουν την υπέρβαση των ορίων ταχύτητας αλλά και για τη γενικότερη κυκλοφοριακή συμπεριφορά των οδηγών.

Πίνακας περιεχομένων

1 Εισαγωγή.....	1
1.1 Γενική Ανασκόπηση.....	1
1.1.1 Η Οδική Ασφάλεια σε Ευρωπαϊκό και Εγχώριο Επίπεδο	1
1.1.2 Οι Αιτίες των Ατυχημάτων	3
1.2 Στόχος Διπλωματικής Εργασίας	4
1.3 Μεθοδολογία.....	5
1.4 Δομή Διπλωματικής Εργασίας	6
2 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	9
2.1 Εισαγωγή.....	9
2.2 Συναφείς Έρευνες.....	9
2.2.1 “Road traffic injuries, mobility and gender. Patterns of risk in Southern Europe” Guadalupe González-Sánchez, Elvira Maeso-González, María Isabel Olmo- Sánchez, Mario Gutiérrez-Bedmar, Alberto Mariscal, Antonio García-Rodríguez , (March 2018).....	9
2.2.2 “The effect of age and gender on motor vehicle driver injury severity at highway-rail grade crossings in the United States”, Wei Hao, Camille Kamga , Janice Daniel (December 2015).....	10
2.2.3 “Effect of personality traits, age and sex on aggressive driving: Psychometric adaptation of the Driver Aggression Indicators Scale in China”, Huihui Zhang, Weina Qu, YanGe, Xianghong Sun, Kan Zhang (June 2017)	11
2.2.4 “Gender-related differences in distances travelled, driving behaviour and traffic accidents among university students” Eladio Jiménez-Mejías, Carmen Amezcua Prieto, Virginia Martínez-Ruiz, Juan de Dios Luna del Castillo, Pablo Lardelli- Claret, José Juan Jiménez-Moleón, (November 2014)	12
2.2.5 “Speeding violations related to a driver’s social-economic demographics and the most frequent driving purpose in Taiwan’s male population”, Chien-Ming Tseng (2013).....	13
2.2.6 “Gender differences among older drivers in a comprehensive driving evaluation”, Yanning Wang, Alexander M.Crizzle, Sandra M.Winter, Desiree N.Lanford (December 2013).....	13
2.2.7 “An Analysis on Distribution of Traffic Faults in Accidents, Based on Driver's Age and Gender: Eskisehir Case”, Murat Karacasu, Arzu Er (2011).....	14
2.3 Συναφείς Μεθοδολογίες.....	15

2.3.1 “A Smartphone - based Sensing Platform to Model Aggressive Driving Behaviors”, Anind K. Dey, Ben Margines, Jin- Hyuk Hong (Hong et al., 2014)	15
2.3.2 “Modeling the behavior of novice young drivers during the first year after licensure”, Carlo GiacomoPrato, TomerToledo, TsippyLotan, OritTaubman - Ben-Ari, (March 2010).....	16
2.3.3 “Driving behavior and traffic safety: an acceleration-based safety evaluation procedure for smartphones”, Rosolino Vaiana, Teresa luele, Vittorio Astarita, Maria Vittoria Caruso (2014)	17
2.3.4 “The roles of exposure and speed in road safety analysis”, XinPei, S.C.Wong, N.N.Sze, (September 2012)	18
2.3.5 “Driver Characteristics and Speeding Behavior”, Adrian B Ellison , Stephen P. Greaves (January, 2010).....	18
2.4 Σύνοψη	19
3 Θεωρητικό Υπόβαθρο	21
3.1 Εισαγωγή.....	21
3.2 Βασικές Έννοιες Στατιστικής.....	21
3.3 Μαθηματικά Μοντέλα- Κατανομές	23
3.3.1 Κατανομή Poisson	23
3.3.2 Παλινδρόμηση Poisson.....	24
3.3.3 Λογαριθμική Γραμμική Παλινδρόμηση	25
3.4 Κριτήρια Αποδοχής Μοντέλου	25
4 Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων.....	28
4.1 Εισαγωγή.....	28
4.2 Συλλογή Στοιχείων.....	28
4.2.1 Στοιχεία εφαρμογής OSeven	28
4.2.2. Δεδομένα Διπλωματικής Εργασίας.....	31
4.3 Επεξεργασία Στοιχείων.....	40
4.3.1 Εισαγωγή Βάσης Δεδομένων στο Ειδικό Λογισμικό Στατιστικής Ανάλυσης R .	40
4.3.2 Προκαταρκτική Ανάλυση.....	41
5 Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα	46
5.1 Εισαγωγή.....	46
5.2 Έλεγχος Συσχέτισης	46
5.3 Ανάπτυξη Μοντέλων Παλινδρόμησης στο Ειδικό Λογισμικό Στατιστικής Ανάλυσης R.....	47
5.4 Μοντέλο 1: Κρίσιμοι Παράγοντες Επιρροής της Υπέρβασης των Ορίων Ταχύτητας- Γενικό Μοντέλο	48

5.4.1 Ανάπτυξη Μοντέλου	48
5.4.2 Ποιότητα Μοντέλου	48
5.4.3 Σχολιασμός Αποτελεσμάτων Μοντέλου	49
5.4.4 Σχετική Επιρροή Μεταβλητών	49
5.4.5 Ανάλυση Ευαισθησίας	51
5.5 Μοντέλο 2 : Κρίσιμοι Παράγοντες Επιρροής της Υπέρβασης των Ορίων Ταχύτητας σε Αστική Οδό	53
5.5.1 Ανάπτυξη Μοντέλου	53
5.5.2 Ποιότητα Μοντέλου	54
5.5.3 Σχολιασμός Αποτελεσμάτων Μοντέλου	54
5.5.4 Σχετική Επιρροή Μεταβλητών	55
5.5.5 Ανάλυση Ευαισθησίας	56
5.6 Μοντέλο 3: Κρίσιμοι Παράγοντες Επιρροής της Υπέρβασης των Ορίων Ταχύτητας σε Υπεραστική Οδό	58
5.6.1 Ανάπτυξη Μοντέλου	58
5.6.2 Ποιότητα Μοντέλου	58
5.6.3 Σχολιασμός Αποτελεσμάτων Μοντέλου	58
5.6.4 Σχετική Επιρροή Μεταβλητών	59
5.6.5 Ανάλυση Ευαισθησίας	60
5.7 Μοντέλο 4: Κρίσιμοι Παράγοντες Επιρροής του Λόγου της Υπέρβασης των Ορίων Ταχύτητας προς την Απόσταση σε Αυτοκινητόδρομο	62
5.7.1 Ανάπτυξη Μοντέλου	63
5.7.2 Ποιότητα Μοντέλου	63
5.7.3 Σχολιασμό Αποτελεσμάτων Μοντέλου	63
5.7.4 Ανάλυση Ευαισθησίας	64
6 Συμπεράσματα	66
6.1 Σύνοψη Αποτελεσμάτων	66
6.2 Συνολικά Συμπεράσματα	63
6.3 Προτάσεις για τη βελτίωση της ασφάλειας κυκλοφορίας	64
6.4 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα	65
7 Βιβλιογραφία	67

Πίνακας Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1.1: Θάνατοι σε οδικά ατυχήματα 2004-2019 στην Ευρώπη. Πηγή: Ευρωπαϊκή Επιτροπή.....	2
Διάγραμμα 1.2: Αριθμός νεκρών ανά εκατομμύριο πληθυσμού στην Ευρώπη, Πηγή: (NRSO, 2020).....	2
Διάγραμμα 1.3: Οδικά ατυχήματα και παθόντες. Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ	3
Διάγραμμα 1.4: Είδη θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων στην Ελλάδα το 2018. Πηγή: Ελληνική Αστυνομία	3
Διάγραμμα 1.5: Διάγραμμα ροής σταδίων εκπόνησης της Διπλωματικής Εργασίας ..	6
Διάγραμμα 4.1: Ποσοστό υπέρβασης του ορίου ταχύτητας ανά τύπο οδού	41
Διάγραμμα 4.2: Μέση τιμή επιτάχυνσης ανά τύπο οδού.....	42
Διάγραμμα 4.3: Απότομη επιτάχυνση ανά τύπο οδού	42
Διάγραμμα 4.4: Συνολική Διάρκεια Οδήγησης ανά τύπο οδού	42
Διάγραμμα 4.5: Ποσοστό χρήσης κινητού τηλεφώνου ανά τύπο οδού	43
Διάγραμμα 4.6: Συχνότητα του ποσοστού υπέρβασης του ορίου ταχύτητας	43
Διάγραμμα 4.7: Το ποσοστό υπέρβασης του ορίου ταχύτητας σε συνάρτηση με το ποσοστό χρήση κινητού τηλεφώνου.....	43
Διάγραμμα 4.8: Αριθμός οδηγών ανά ηλικία και βαθμό επιθετικότητας	44
Διάγραμμα 4.9: Αριθμός οδηγών ανά συχνότητα υπέρβασης του ορίου ταχύτητας και φύλο	44
Διάγραμμα 4.10: Αριθμός οδηγών ανά συχνότητα υπέρβασης του ορίου ταχύτητας και ηλικία	44
Διάγραμμα 4.11: Αριθμός οδηγών ανά φύλο και βαθμό επιθετικότητας	45
Διάγραμμα 5.1: Μεταβολή του ποσοστού υπέρβασης του ορίου ταχύτητας συναρτήσει του ποσοστού χρήσης κινητού τηλεφώνου, του φύλου και συγκεκριμένων απαντήσεων στο ερωτηματολόγιο.	51
Διάγραμμα 5.2: Μεταβολή του ποσοστού υπέρβασης του ορίου ταχύτητας συναρτήσει της απότομης επιτάχυνσης και του φύλου.....	52
Διάγραμμα 5.3: Μεταβολή του ποσοστού υπέρβασης του ορίου ταχύτητας συναρτήσει της μέσης επιτάχυνσης και του φύλου.....	52
Διάγραμμα 5.4: Μεταβολή του ποσοστού υπέρβασης του ορίου ταχύτητας συναρτήσει της συνολικής απόστασης, του φύλου και συγκεκριμένων απαντήσεων στο ερωτηματολόγιο.....	53
Διάγραμμα 5.5: Μεταβολή του ποσοστού υπέρβασης του ορίου ταχύτητας συναρτήσει του ποσοστού χρήσης κινητού τηλεφώνου σε αστικό περιβάλλον με βάση την απάντηση των οδηγών αν υπερβαίνουν τα όρια	56
Διάγραμμα 5.6: Μεταβολή του ποσοστού υπέρβασης του ορίου ταχύτητας συναρτήσει της απότομης επιτάχυνσης σε αστικό περιβάλλον με βάση την απάντηση των οδηγών αν υπερβαίνουν τα όρια	57
Διάγραμμα 5.7: Μεταβολή του ποσοστού υπέρβασης του ορίου ταχύτητας συναρτήσει της μέσης επιτάχυνσης σε αστικό περιβάλλον με βάση την απάντηση των οδηγών αν υπερβαίνουν τα όρια	57

Διάγραμμα 5.8: Μεταβολή του ποσοστού υπέρβασης του ορίου ταχύτητας συναρτήσει της απόστασης διαδρομής σε αστικό περιβάλλον με βάση την απάντηση των οδηγών αν υπερβαίνουν τα όρια	57
Διάγραμμα 5.9: Μεταβολή του ποσοστού υπέρβασης του ορίου ταχύτητας συναρτήσει του ποσοστού χρήσης κινητού τηλεφώνου σε υπεραστικό περιβάλλον, του φύλου και συγκεκριμένων απαντήσεων στο ερωτηματολόγιο.....	61
Διάγραμμα 5.10: Μεταβολή του ποσοστού υπέρβασης του ορίου ταχύτητας συναρτήσει της μέσης επιτάχυνσης σε υπεραστικό περιβάλλον, του φύλου και συγκεκριμένων απαντήσεων στο ερωτηματολόγιο	61
Διάγραμμα 5.11: Μεταβολή του ποσοστού υπέρβασης του ορίου ταχύτητας συναρτήσει της απότομης επιτάχυνσης σε υπεραστικό περιβάλλον και του φύλου	62
Διάγραμμα 5.12: Μεταβολή του ποσοστού υπέρβασης του ορίου ταχύτητας συναρτήσει της συνολικής διάρκειας διαδρομής σε υπεραστικό περιβάλλον, του φύλου και συγκεκριμένων απαντήσεων στο ερωτηματολόγιο.....	62
Διάγραμμα 5.13: Μεταβολή του λογαρίθμου του λόγου του ποσοστού υπέρβασης του ορίου ταχύτητας προς την απόσταση συναρτήσει της απότομης επιτάχυνσης σε αυτοκινητόδρομο, του φύλου και συγκεκριμένων απαντήσεων στο ερωτηματολόγιο	65
Διάγραμμα 5.14: Μεταβολή του λογαρίθμου του λόγου του ποσοστού υπέρβασης του ορίου ταχύτητας προς την απόσταση συναρτήσει της μέσης ποσοστιαίας υπέρβασης του ορίου ταχύτητας στο τετράγωνο σε αυτοκινητόδρομο και του φύλου	65

Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 3.1: Επεξήγηση πιθανών τιμών του Συντελεστή Συσχέτισης, Πηγή: Σύγγραμμα «Εφαρμογή Μεθόδων Ανάλυσης στην Έρευνα Αγοράς» (Σιώμκος Γ., Βασιλακοπούλου Α., 2005)	23
Εικόνα 4.1: Διάγραμμα ροής δεδομένων, Πηγή: https://www.oseven.io	29
Εικόνα 4.2: Δείκτες κινδύνου οδήγησης, Πηγή: OSeven.....	30
Εικόνα 4.3: Εφαρμογή της OSeven στο κινητό τηλέφωνο , Πηγή: https://www.oseven.io	31
Εικόνα 4.4: Πεδίο εισαγωγής δεδομένων στην R.....	40
Εικόνα 4.5: Προβολή τμήματος τελικής βάσης δεδομένων στην R.....	41

Πίνακας Πινάκων

Πίνακας 1.1: Χαρακτηριστικά κάθε αιτίας, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε ένα πιθανό ατύχημα.....	4
Πίνακας 5.1: Παραδείγματα συσχέτισης των μεταβλητών	47
Πίνακας 5.2: Περίληψη μοντέλου 1	48
Πίνακας 5.3: Μεταβλητές στην εξίσωση μοντέλου 1	48
Πίνακας 5.4: Σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών στο πρώτο μοντέλο ...	50
Πίνακας 5.5: Περίληψη μοντέλου 2.....	54
Πίνακας 5.6: Μεταβλητές στην εξίσωση μοντέλου 2	54
Πίνακας 5.7: Σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών στο δεύτερο μοντέλο .	55
Πίνακας 5.8: Περίληψη μοντέλου 3	58
Πίνακας 5.9: Μεταβλητές στην εξίσωση μοντέλου 3	58
Πίνακας 5.10: Σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών στο τρίτο μοντέλο	60
Πίνακας 5.11: Περίληψη μοντέλου 4	63
Πίνακας 5.12: Μεταβλητές στην εξίσωση μοντέλου 4	63
Πίνακας 6.1: Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων	62

1 Εισαγωγή

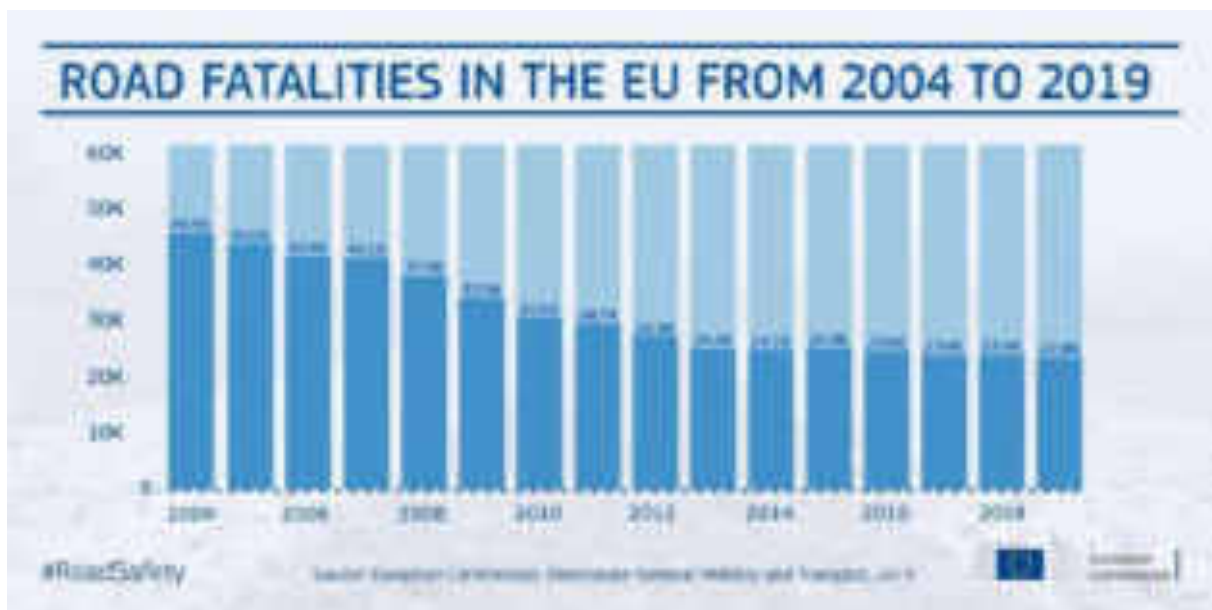
1.1 Γενική Ανασκόπηση

Στη σύγχρονη εποχή, οι οδικές μεταφορές είναι άμεσα συνδεδεμένες με τις ανθρώπινες δραστηριότητες και αποτελούν δείκτη της εξέλιξης των κοινωνιών καθώς συμβάλουν στην ανάπτυξη του βιοτικού επιπέδου. Επομένως η πρόοδος και η βελτιστοποίηση του τομέα των μεταφορών είναι αναμφισβήτητα αντικείμενο της επιστήμης του συγκοινωνιολόγου μηχανικού και έχουν στόχο την παροχή ασφαλών, γρήγορων, οικονομικών και άνετων μετακινήσεων.

Ταυτόχρονα η **οδική ασφάλεια** είναι ένα ζήτημα ζωτικής σημασίας καθώς η ολοένα αυξανόμενη ζήτηση για μετακινήσεις οδηγεί καθημερινά σε **οδικά ατυχήματα** τα οποία έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στον κοινωνικό και οικονομικό τομέα. Τα περισσότερα κράτη προσπαθούν να εφαρμόσουν διάφορα μέτρα με στόχο την μείωση αυτού του φαινομένου και παρόλο που έχουν γίνει κάποια βήματα προς αυτήν την κατεύθυνση, δυστυχώς εκτιμάται ότι **1,35 εκατομμύρια άτομα χάνουν ετησίως την ζωή τους**, από τους οποίους οι μισοί από αυτούς θεωρούνται ως "ευάλωτοι χρήστες των οδών" αφού είναι πεζοί και ποδηλάτες, σύμφωνα με την μελέτη που εφάρμοσε ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (World Health Organization, 2018). Τέλος στην ίδια Έκθεση επισημαίνεται ότι 20 με 50 εκατομμύρια άνθρωποι τραυματίζονται, ενώ τονίζεται ιδιαίτερα το γεγονός ότι κάθε **24 δευτερόλεπτα ένας χρήστης της οδού χάνει τη ζωή του**.

1.1.1 Η Οδική Ασφάλεια σε Ευρωπαϊκό και Εγχώριο Επίπεδο

Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, η οδική ασφάλεια έχει βελτιωθεί σημαντικά τις τελευταίες δεκαετίες, αλλά παρόλα αυτά ο αριθμός των τραυματισμών και των θανάτων παραμένει **υψηλός**. Σύμφωνα με τις στατιστικές που δημοσίευσε η Ευρωπαϊκή Επιτροπή το 2019 αποδεικνύεται ότι οι ευρωπαϊκές οδοί είναι πιο ασφαλείς σε σύγκριση με εκείνες των άλλων μη ευρωπαϊκών κρατών. Ο αριθμός των θανατηφόρων ατυχημάτων εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το 2019 ήταν 22.800, δηλαδή 600 λιγότερα από το προηγούμενο έτος. Στο παρακάτω διάγραμμα αποτυπώνονται αναλυτικά τα ατυχήματα που οδήγησαν σε απώλειες ζωών για το χρονικό διάστημα 2004-2019.



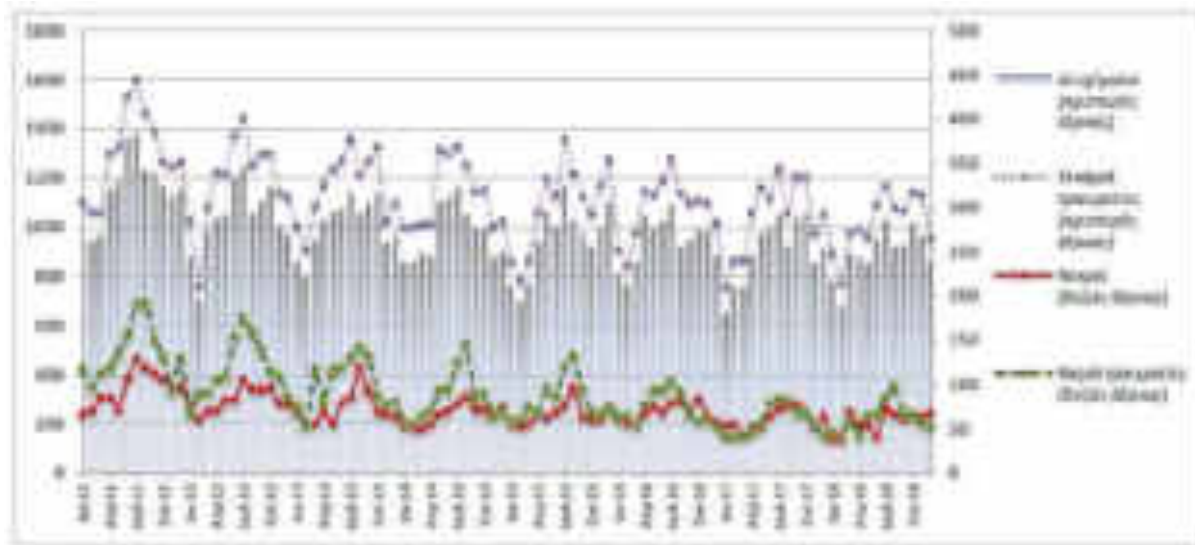
Διάγραμμα 1.1: Θάνατοι σε οδικά ατυχήματα 2004-2019 στην Ευρώπη. Πηγή: Ευρωπαϊκή Επιτροπή

Σε εγχώριο επίπεδο παρατηρείται **μια αισθητή μείωση των ατυχημάτων**, η οποία οφείλεται σε ένα βαθμό στην οικονομική κρίση αλλά και σε σειρά μέτρων όπως η αντικατάσταση παλαιών επικίνδυνων οδικών τμημάτων με νέα και ασφαλέστερα. Σε σύγκριση με άλλα ευρωπαϊκά κράτη, η Ελλάδα παρουσιάζει τα τελευταία χρόνια μεγάλη μείωση του αριθμού των νεκρών, αλλά παρόλα αυτά βρίσκεται στην 22η θέση ανάμεσα στα 28 κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης (NRSO, 2019) με 64 νεκρούς ανά εκ. πληθυσμού.



Διάγραμμα 1.2: Αριθμός νεκρών ανά εκατομμύριο πληθυσμού στην Ευρώπη, Πηγή: (NRSO, 2020)

Επιπρόσθετα, σύμφωνα με την Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ) τον Ιανουάριο του 2018 τα οδικά ατυχήματα που συνέβησαν σε ολόκληρη τη χώρα και προκάλεσαν το θάνατο ή τον τραυματισμό ανθρώπων, αυξήθηκαν **κατά 18,8%** σε σύγκριση με τον αντίστοιχο του 2017. Στο παρακάτω διάγραμμα αποτυπώνεται ο αριθμός των ατυχημάτων για το χρονικό διάστημα 2011-Οκτώβριο 2018 ενώ είναι άμεσα αντιληπτή η μείωση των θανατηφόρων ατυχημάτων για την ίδια περίοδο.



Διάγραμμα 1.3: Οδικά ατυχήματα και παθόντες. Πηγή: [ΕΛΣΤΑΤ](#)

Επίσης στο παρακάτω διάγραμμα πίτα απεικονίζονται τα κυριότερα είδη και αιτίες θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων στην Ελλάδα για το έτος 2018. Από αυτό μπορεί κάποιος να παρατηρήσει ότι οι συγκρούσεις και οι εκτροπές είναι οι κυριότεροι τύποι ατυχημάτων μεταξύ οχημάτων που οδηγούν σε θάνατο.



Διάγραμμα 1.4: Είδη θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων στην Ελλάδα το 2018. Πηγή: Ελληνική Αστυνομία

1.1.2 Οι Αιτίες των Ατυχημάτων

Η οδική ασφάλεια είναι ένα πολύπλοκο φαινόμενο το οποίο επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, από τους οποίους όμως οι τρεις μείζονος σημασίας είναι οι παρακάτω:

- Ο χρήστης της οδού
- Το όχημα
- Η οδός και το περιβάλλον

Όπως είναι αναμενόμενο όμως, τα περισσότερα ατυχήματα που συμβάλλουν, οφείλονται σε συνδυασμό δύο ή και των τριών παραπάνω παραγόντων. Παρόλα αυτά, από αυτούς τους τρεις παράγοντες έχει παρατηρηθεί ότι το **65%** των περιπτώσεων των ατυχημάτων έχουν προκληθεί **αποκλειστικά από τον άνθρωπο**, ενώ σε συνδυασμό με τους άλλους παράγοντες αυξάνεται το ποσοστό **στο 95% των περιπτώσεων**. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά κάθε αιτίας, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε ένα πιθανό ατύχημα.

Άνθρωπος	Όχημα	Οδός και περιβάλλον
Υπέρβαση της ταχύτητας	Τύπος οχήματος	Ανεπαρκή γεωμετρικά χαρακτηριστικά
Χρήση κινητού τηλεφώνου	Μέγεθος οχήματος	Τύπος της οδού
Οδήγηση υπό την επήρεια αλκοολ	Ηλικία οχήματος	Δυσμενείς καιρικές συνθήκες
Μη χρήση ζώνης και κράνους		Ανεπαρκής έλεγχος και σήμανση

Πίνακας 1.1: Χαρακτηριστικά κάθε αιτίας, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε ένα πιθανό ατύχημα

Τέλος, σύμφωνα με μια έρευνα, η οποία διεξήχθη από τους Johansson, Wanvik, & Elvik το 2009, αποδείχθηκε ότι, **η πιθανότητα εμπλοκής σε οδικό ατύχημα αυξάνεται σημαντικά στο σκοτάδι**. Επομένως η επίδραση της νύχτας στην οδηγική συμπεριφορά είναι ένας εξίσου σημαντικός παράγοντας όπου πρέπει να ληφθεί υπόψιν καθώς η οπτική αντίληψη του οδηγού είναι μειωμένη σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού (χαμηλότερη φωτεινότητα) και μπορεί να μειώσει τον χρόνο αντίδρασης σε κινδύνους στην οδό. Επίσης έχουν παρατηρηθεί και πολλά περιστατικά υπνηλίας και κούρασης αλλά και περιστατικά οδήγησης υπό την επήρεια μέθης με αποτέλεσμα την πρόκληση οδικών ατυχημάτων.

1.2 Στόχος Διπλωματικής Εργασίας

Ο σκοπός της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι **να προσδιοριστούν οι κρίσιμοι παράγοντες επιρροής της υπέρβασης των ορίων ταχύτητας με χρήση δεδομένων από έξυπνα κινητά τηλέφωνα**.

Πιο συγκεκριμένα, η παρούσα Διπλωματική Εργασία έχει δύο επιμέρους στόχους. Αρχικά, επιδιώκεται να εξεταστεί κατά πόσο τα χαρακτηριστικά οδήγησης που καταγράφηκαν από τους αισθητήρες έξυπνων κινητών τηλεφώνων όπως η ταχύτητα, η επιτάχυνση, η περίοδος οδήγησης κατά τη διάρκεια της ημέρας, η απόσταση, η χρήση του κινητού τηλεφώνου επηρεάζουν και επομένως μπορούν **να προβλέψουν την υπέρβαση των ορίων ταχύτητας** κατά την οδήγηση.

Ως δεύτερος επιμέρους στόχος, εξετάζεται η πιθανότητα υπέρβασης του ορίου ταχύτητας κατά την οδήγηση σε διαφορετικούς τύπους οδών, ποιοι παράγοντες συμβάλλουν σε αυτό καθώς και η περαιτέρω σύγκριση των αποτελεσμάτων.

Για την επίτευξη των δύο παραπάνω στόχων αναλύθηκε ένας μεγάλος αριθμός δεδομένων που συλλέχθηκαν από τους αισθητήρες έξυπνων κινητών τηλεφώνων παραπάνω από 200 οδηγών μέσα σε ένα χρονικό διάστημα έξι μηνών σε συνδυασμό με τη συμπλήρωση ενός εκτενούς αντίστοιχου ερωτηματολογίου και στη

συνέχεια **αναπτύχθηκαν μαθηματικά στατιστικά μοντέλα** τα οποία περιγράφουν τα παραπάνω ζητήματα και θα προβλέπουν τη σχέση μεταξύ χαρακτηριστικών οδήγησης και απότομων συμβάντων.

Τα αποτελέσματα που θα προκύψουν από την ανάλυση, θα επιβεβαιώσουν ποιες παράμετροι ευνοούν αυτό το **επικίνδυνο** φαινόμενο της υπέρβασης των ορίων ταχύτητας και κατ' επέκταση **αυξάνουν την πιθανότητα** να προκύψει ένα ατύχημα, το οποίο μπορεί να οδηγήσει ακόμη και σε **απώλειες ζωών**. Τέλος τα συμπεράσματα της εργασίας αναμένεται να αποφέρουν **πολλαπλά και σημαντικά οφέλη** όχι μόνο σε ατομικό επίπεδο αλλά και στις βιομηχανίες αυτοκινήτων και στις Αρχές, οι οποίες με τη σειρά τους μπορούν να συντελέσουν στη βελτίωση της οδικής ασφάλειας με επεμβάσεις στη συμπεριφορά του οδηγού, στην τεχνολογία των οχημάτων και στη διαχείριση της οδικής ασφάλειας γενικότερα.

1.3 Μεθοδολογία

Στο υποκεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται συνοπτικά η μέθοδος που ακολουθήθηκε για την επίτευξη του στόχου της Διπλωματικής Εργασίας.

Αρχικά έγινε οριστικοποίηση του θέματος της παρούσας εργασίας καθώς και του επιδιωκόμενου στόχου της. Έπειτα πραγματοποιήθηκε **βιβλιογραφική ανασκόπηση** τόσο σε ελληνική όσο και σε παγκόσμια βιβλιογραφία. Ειδικότερα, σε αυτήν την φάση υλοποιήθηκε μια αναζήτηση ερευνών και επιστημονικών κειμένων, τα οποία είναι άμεσα συσχετισμένα με το εξεταζόμενο θέμα. Ο επιθυμητός στόχος μέσα από αυτήν την διαδικασία είναι να αποκτηθούν οι κατάλληλες γνώσεις και μία σχετική εμπειρία αλλά και να αποφασιστεί η μέθοδος με βάση την οποία θα πραγματοποιηθεί η επεξεργασία των στοιχείων και να επιτευχθεί ο επιδιωκόμενος στόχος.

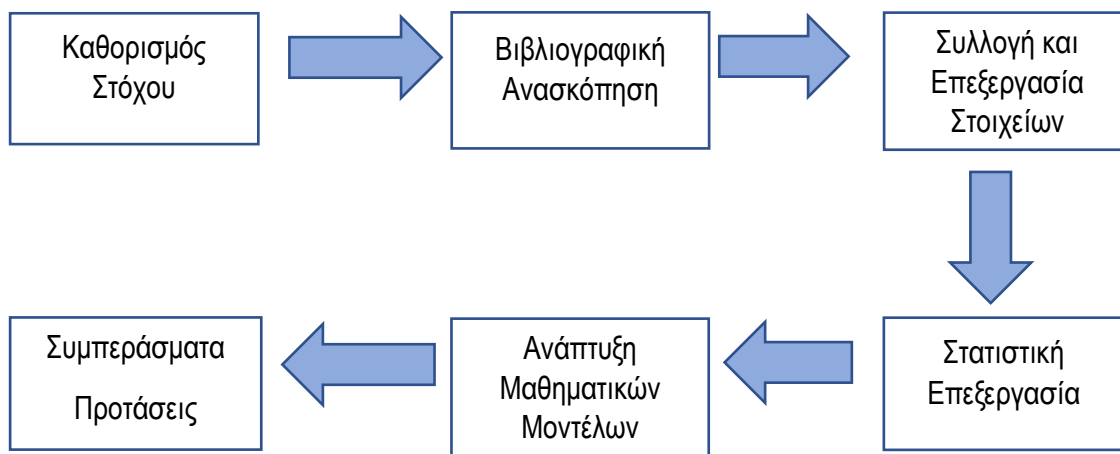
Αφού μελετήθηκαν τα αποτελέσματα που συγκεντρώθηκαν από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, το **επόμενο βήμα ήταν** η εύρεση του **τρόπου συλλογής στοιχείων**. Για την διαδικασία αυτή, εφαρμόστηκε ένα καινοτόμο σύστημα συλλογής δεδομένων, μέσα από την εξατομικευμένη καταγραφή της συμπεριφοράς του οδηγού σε πραγματικό χρόνο χρησιμοποιώντας αισθητήρες έξυπνων κινητών τηλεφώνων. Στο πείραμα οδήγησης σε πραγματικές συνθήκες (smartphone naturalistic driving experiment) συμμετείχαν περισσότεροι από 200 οδηγοί και η χρονική του διάρκεια ήταν έξι μήνες. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να δημιουργηθεί μια μεγάλη βάση δεδομένων με χιλιάδες διαδρομές. Αξιοποιήθηκε η ειδική πλατφόρμα της εταιρείας [OSeven](#) με τη συγκεκριμένη εφαρμογή σε έξυπνα κινητά τηλέφωνα για την αποτελεσματική μετάβαση από τη συλλογή στοιχείων στη διαδικασία ανάλυσης των δεδομένων. Επίσης συμπληρώθηκε και ένα ερωτηματολόγιο με σχετικές ερωτήσεις από 100 από τους οδηγούς, οι οποίοι συμμετείχαν και στο πείραμα και στο τέλος διατηρήθηκαν οι οδηγοί που είχαν κάνει περισσότερες από δέκα διαδρομές και είχαν απαντήσει και τις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου.

Ύστερα, ακολούθησε η επιλογή της μεθόδου της στατιστικής επεξεργασίας των στοιχείων και η εισαγωγή της βάσης των δεδομένων του ερωτηματολογίου σε ηλεκτρονική βάση (Microsoft Excel). Αφού υλοποιήθηκε η κατάλληλη επεξεργασία των δύο βάσεων με σκοπό να είναι έτοιμα προς χρήση, πραγματοποιήθηκε η εισαγωγή τους στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης, τη γλώσσα προγραμματισμού (R). Το επόμενο βήμα ήταν η **ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων**

παλινδρόμησης γραμμικών και Poisson, που περιέγραφαν σε αποδεκτό επίπεδο εμπιστοσύνης την επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εκάστοτε εξαρτημένη.

Μετά την **αξιολόγηση και ερμηνεία των αποτελεσμάτων**, εξήχθησαν τα αντίστοιχα συμπεράσματα για τον βαθμό επιρροής των κυκλοφοριακών χαρακτηριστικών καθώς και των συνηθειών των οδηγών στην υπέρβαση των ορίων ταχύτητας.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται σχηματικά τα στάδια της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκαν για τις ανάγκες της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας.



Διάγραμμα 1.5: Διάγραμμα ροής σταδίων εκπόνησης της Διπλωματικής Εργασίας

1.4 Δομή Διπλωματικής Εργασίας

Στη συγκεκριμένη υποενότητα παρουσιάζεται η δομή της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας μέσω της συνοπτικής αναφοράς του περιεχομένου του εκάστοτε κεφαλαίου της.

Το **πρώτο κεφάλαιο** αποτελεί μια **εισαγωγή**, καθώς είναι η βάση για να γίνει άμεσα αντιληπτό και κατανοητό το αντικείμενο της Διπλωματικής Εργασίας. Γίνεται μια αναφορά στη σημερινή κατάσταση της οδικής ασφάλειας και παρουσιάζονται δεδομένα και στατιστικά στοιχεία ατυχημάτων τόσο σε παγκόσμιο και ευρωπαϊκό επίπεδο όσο και σε εγχώριο. Επίσης γίνεται σαφές ο στόχος της παρούσας εργασίας και επισημαίνεται η μεθοδολογία που θα ακολουθηθεί μέσα από ένα διάγραμμα ροής καθώς και η δομή της.

Στο **δεύτερο κεφάλαιο** παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από μια εκτενή **βιβλιογραφική ανασκόπηση** ερευνών με αντικείμενο τους κρίσιμους παράγοντες επιρροής της υπέρβασης των ορίων ταχύτητας καθώς και ερευνών με συναφή μεθοδολογία συλλογής στοιχείων από πειράματα που πραγματοποιήθηκαν σε πραγματικές συνθήκες οδήγησης. Η τελευταία υποενότητα αυτού το κεφαλαίου αναφέρεται στη σύνοψη των μεθοδολογιών που χρησιμοποιήθηκαν και παρουσιάζονται συγκεντρωτικά όλα τα αποτελέσματα.

Το **τρίτο κεφάλαιο**, που αποτελεί το **θεωρητικό υπόβαθρο**, βασίζεται στην ανάλυση των στοιχείων. Πιο συγκεκριμένα επεξηγείται το κριτήριο επιλογής της στατιστικής ανάλυσης που επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί με βάση τα χαρακτηριστικά

της. Επίσης περιγράφονται αναλυτικά όλες οι μαθηματικές και στατιστικές έννοιες, οι οποίες βοηθούν στην καλύτερη κατανόηση του μοντέλου που επιλέχθηκε. Το τελευταίο μέρος αυτού του κεφαλαίου περιλαμβάνει μια σύντομη αναφορά στα βήματα που ακολουθούνται, για την επεξεργασία των δεδομένων στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης.

Στο **τέταρτο κεφάλαιο** αναφέρεται η διαδικασία **συλλογής και επεξεργασίας** των στοιχείων που θα χρησιμοποιηθούν για την επίτευξη της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας. Αρχικά περιγράφεται η μέθοδος συλλογή των δεδομένων από το πείραμα που πραγματοποιήθηκε σε πραγματικές συνθήκες οδήγησης ([OSeven](#)) και ταυτόχρονα γίνεται επεξήγηση ενός αντίστοιχου ερωτηματολογίου που χρησιμοποιήθηκε στην έρευνα. Στη συνέχεια, με την βοήθεια του λογισμικού στατιστικής ανάλυσης R και του Microsoft Excel, δημιουργούνται συγκεντρωτικοί πίνακες, οι οποίοι βοηθούν στην καλύτερη περιγραφή των χαρακτηριστικών του δείγματος. Τέλος, πραγματοποιήθηκε επεξεργασία των δεδομένων ώστε να καταλήξουν στην απαραίτητη τελική τους μορφή και έγινε εισαγωγή της βάσης δεδομένων στο πρόγραμμα της R.

Στο **πέμπτο κεφάλαιο** αναλύεται λεπτομερώς η διαδικασία που πραγματοποιήθηκε για την δημιουργία των κατάλληλων μοντέλων και την αντίστοιχη εξαγωγή των τελικών αποτελεσμάτων. Παρουσιάζονται τα δεδομένα εισόδου και εξόδου, με ιδιαίτερη έμφαση στους στατιστικούς ελέγχους αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων ώστε να είναι αποδεχτά. Στο δεύτερο μέρος αυτού του κεφαλαίου πραγματοποιείται σύγκριση των μοντέλων που αφορούν την οδήγηση σε διαφορετικούς τύπους οδών, ενώ τα τελικά μοντέλα και από τις δύο υποενότητες συνοδεύονται από τις αντίστοιχες μαθηματικές σχέσεις και από το διάγραμμα ευαισθησίας τους με σκοπό την ευκολότερη κατανόησή τους.

Στο **έκτο κεφάλαιο** παρουσιάζονται τα κυριότερα συμπεράσματα, τα οποία προέκυψαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, δηλαδή από την ανάλυση των στοιχείων και την εξαγωγή των τελικών μοντέλων. Πιο συγκεκριμένα, πραγματοποιείται μια σύνοψη των κυριότερων σημείων της παρούσας εργασίας, ενώ στη συνέχεια διατυπώνονται τα συμπεράσματα, τα οποία προέκυψαν. Στο τέλος αυτού του κεφαλαίου επισημαίνονται προτάσεις, οι οποίες μπορούν να αξιοποιήσουν τα αποτελέσματα από αυτήν την έρευνα, με στόχο την βελτίωση της οδικής ασφάλειας και την διεξαγωγή περαιτέρω ερευνών που συσχετίζονται με αυτό το θέμα.

Στο **έβδομο κεφάλαιο** παρατίθενται οι **βιβλιογραφικές αναφορές**, οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν για την εκπόνηση της Διπλωματικής Εργασίας. Ειδικότερα πρόκειται για έναν κατάλογο, ο οποίος περιλαμβάνει έρευνες και μελέτες σχετικές με το θέμα της παρούσας εργασίας. Επίσης σε αυτό το κεφάλαιο συμπεριλαμβάνονται στατιστικές έννοιες και μέθοδοι που αναλύθηκαν στο θεωρητικό υπόβαθρο.

2 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

2.1 Εισαγωγή

Το παρόν κεφάλαιο αφορά στην βιβλιογραφική ανασκόπηση και περιλαμβάνει έρευνες και μελέτες στον τομέα της οδικής ασφάλειας, οι οποίες πραγματοποιήθηκαν είτε στην Ελλάδα είτε στο εξωτερικό και είναι άμεσα συσχετισμένες με το θέμα της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζονται έρευνες που εξετάζουν τις παραμέτρους και τις συνθήκες που οδηγούν στην αύξηση της ταχύτητας και κατ' επέκταση στην υπέρβαση των ορίων ταχύτητας, όπως για παράδειγμα είναι η επιθετική συμπεριφορά των οδηγών κατά την διάρκεια της οδήγησης ή ο διαφορετικός τύπος της οδού (υπεραστική, αστική, επαρχιακή οδός). Για κάθε επιστημονική έρευνα παρατίθεται ο σκοπός για τον οποίο πραγματοποιήθηκε, η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε καθώς και τα βασικά αποτελέσματα με έμφαση σε αυτά που συσχετίζονται με την Διπλωματική Εργασία. Μέσω της ανασκόπησης των μεθοδολογιών των ερευνών αυτών, επιχειρήθηκε ο προσδιορισμός μιας κατάλληλης μεθόδου και ιδανικών παραμέτρων για την αντιμετώπιση του αντικειμένου της παρούσας εργασίας.

2.2 Συναφείς Έρευνες

Στο υποκεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα βασικά σημεία ερευνών οι οποίες σχετίζονται με **τους παράγοντες όπου οδηγούν στην υπέρβαση των ορίων ταχύτητας** στην οδική ασφάλεια αλλά και με τους λόγους για τους οποίους ενισχύεται το παραπάνω φαινόμενο. Οι έρευνες αυτές βασίζονται είτε σε προσωπικές εκτιμήσεις των ίδιων των οδηγών μέσω ερωτηματολογίων, είτε στην παρατήρηση της συμπεριφοράς των συμμετεχόντων σε συνθήκες οδήγησης. Σκοπός είναι η σύγκριση των αποτελεσμάτων της παρούσας εργασίας με άλλες έρευνες με παρεμφερές περιεχόμενο.

2.2.1 “Road traffic injuries, mobility and gender. Patterns of risk in Southern Europe” Guadalupe González-Sánchez, Elvira Maeso-González, María Isabel Olmo-Sánchez, Mario Gutiérrez-Bedmar, Alberto Mariscal, Antonio García-Rodríguez , (March 2018)

Σκοπός:

Η αναγνώριση των ομάδων κινδύνου για τους **τραυματισμούς στην οδική κυκλοφορία** (Road Traffic Injuries) είναι ιδιαίτερα σημαντική για τις αποτελεσματικές στρατηγικές πρόληψης. Αυτή η πληροφορία είναι ακόμη περιορισμένη σε αρκετές γεωγραφικές περιοχές. Στόχος της συγκεκριμένης μελέτης είναι η αξιολόγηση αυτών των κινδύνων των RTI κατά την διάρκεια των εργάσιμων ημερών λαμβάνοντας υπόψιν το **φύλο**, την **ηλικία**, τον τρόπο μεταφοράς, τη σοβαρότητα του τραυματισμού και τον τύπο του ταξιδιού χρησιμοποιώντας τον **χρόνο ταξιδιού** των οδηγών ως μέτρο έκθεσης σε αυτά, με σκοπό να βοηθήσει στην **αναγνώριση συγκεκριμένων ομάδων υψηλού κινδύνου** τραυματισμού στην περιοχή της Νότιας

Ευρώπης, καθώς καμία έρευνα δεν βρήκε στοιχεία πάνω σε αυτό το θέμα. Θεωρήθηκαν ως εργάσιμες μέρες το χρονικό διάστημα από την Δευτέρα έως την Παρασκευή επειδή παρατηρείται ένα πιο ομοιόμορφο μοτίβο ταξιδιών σε σχέση με τα Σαββατοκύριακα και έτσι να προκύψουν πιο σταθερά αποτελέσματα.

Μεθοδολογία:

Χρησιμοποιήθηκαν δύο βάσεις δεδομένων. Η **πρώτη πηγή** ήταν η έρευνα για την κινητικότητα στην Ανδαλουσία που πραγματοποίησε το Ινστιτούτο Στατιστικής και Χαρτογραφίας της περιοχής, στο οποίο συμμετείχαν 5.767 άτομα από τις 13 Σεπτεμβρίου έως τις 25 Νοεμβρίου 2011, προσφέροντας πληροφορίες στα ταξίδια τους. Για κάθε συμμετέχοντα συγκεντρώθηκε η κινητικότητα της προηγούμενης εργάσιμης ημέρας κατά την οποία πραγματοποιήθηκε η έρευνα. Η έρευνα διεξήχθη από την Τρίτη έως το Σάββατο για να αποφευχθεί η αντίδραση των ανθρώπων τη Δευτέρα να θυμούνται την κινητικότητα τους τρεις ημέρες νωρίτερα. Η **δεύτερη πηγή** πληροφοριών ήταν το Μητρώο Ατυχημάτων και Θυμάτων της Εθνικής Κυκλοφορίας για την περίοδο 2008-2013, η οποία περιλάμβανε όλα τα τροχαία ατυχήματα με θύματα που ταξινομήθηκαν στην Ισπανία από το 2008 έως το 2013. Από το μητρώο αυτό εξάγονταν όλα τα τροχαία ατυχήματα που συνέβησαν στην Ανδαλουσία κατά την περίοδο της μελέτης. Λόγω του γεγονότος ότι η έρευνα κινητικότητας εξετάζει μόνο ένα δείγμα του ανδαλουσιανού πληθυσμού, ήταν απαραίτητο να χρησιμοποιηθεί μια στάθμιση του δείγματος για να περιγράψει ολόκληρος ο πληθυσμός με βάση το δείγμα. Χρησιμοποιήθηκαν 276 διαφορετικά βάρη, ανάλογα με το φύλο του ερωτώμενου και τη γεωγραφική περιοχή στην οποία ζούσαν.

Αποτελέσματα:

Εκτός από τους πεζούς, τα υψηλότερα ποσοστά θνησιμότητας βρέθηκαν στις γυναίκες. Αυτό το μοτίβο εξακολουθούσε να εκπληρώνεται σε μικρούς τραυματισμούς. Σε σοβαρούς και **θανατηφόρους τραυματισμούς**, η τάση αντιστράφηκε με **τον κίνδυνο αύξησης** της αιθέριας ένωσης σε **άνδρες**. Ο πιο επικίνδυνος τρόπος μεταφοράς ήταν οι μοτοσικλές, ενώ οι δημόσιες συγκοινωνίες ήταν οι πιο ασφαλείς. Η σοβαρότητα της ζημίας συνδέθηκε θετικά με την **ηλικία για όλους τους τρόπους μεταφοράς**, εκτός από τις μοτοσικλές όπου συνέβαινε το αντίθετο. Σε σχέση με την ηλικία, **οι νέοι** διατρέχουν μεγαλύτερο **κίνδυνο** της RTI, εκτός από τις δημόσιες συγκοινωνίες, όπου η σχέση αυτή αντιστρέφεται. Επιπρόσθετα ο κίνδυνος **τραυματισμού είναι μεγαλύτερος για υπεραστικές διαδρομές** παρά για αστικούς. Τέλος ο **κίνδυνος** σοβαρού ή θανατηφόρου τραυματισμού ήταν μεγαλύτερος σε **ταξίδια μεγάλων αποστάσεων**.

2.2.2 “The effect of age and gender on motor vehicle driver injury severity at highway-rail grade crossings in the United States”, Wei Hao, Camille Kamga , Janice Daniel (December 2015)

Σκοπός:

Στόχος της παρούσας έρευνας είναι να εφαρμοσθούν μοντέλα διατεταγμένων probit για να διερευνήσει τους **καθοριστικούς παράγοντες της σοβαρότητας του τραυματισμού** του οδηγού στις διασταυρώσεις αυτοκινητόδρομου-σιδηροδρόμου από διαφορετικές ομάδες **ηλικίας και φύλου**.

Μεθοδολογία:

Για την διεξαγωγή της έρευνας χρησιμοποιήθηκε μία βάση δεδομένων της Ομοσπονδιακής Διοίκησης Σιδηροδρόμων (FRA), όπου υπήρξαν 25.945 ατυχήματα οχημάτων, τα οποία διασχίζουν αυτοκινητόδρομο-σιδηρόδρομο στις Ηνωμένες Πολιτείες την χρονική περίοδο από το 2002 μέχρι το 2011 αλλά ύστερα δημιουργήθηκε μια τελική βάση δεδομένων με 15.881 ατυχήματα και υλοποιήθηκε μια **κατάταξη ανάλογα την ηλικία**. Στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκαν μοντέλα probit για την ανάλυση της σοβαρότητας των τραυματισμών του οδηγού για τους άνδρες και τις γυναίκες οδηγούς κατά τη διέλευση των οδικών αξόνων.

Αποτελέσματα:

Οι παλαιότεροι οδηγοί έχουν υψηλότερες πιθανότητες θνησιμότητας όταν οδηγούν σε ανοιχτό χώρο υπό παθητικό έλεγχο, ειδικά σε συνθήκες κακοκαιρίας. Οι **νεότεροι άνδρες οδηγοί** είναι πιο πιθανό να έχουν **σοβαρούς τραυματισμούς** κατά την ώρα αιχμής με την **υψηλή ταχύτητα** του οχήματος να περνάει μη ασφαλοστρωμένες διαβάσεις αυτοκινητοδρόμων υπό παθητικό έλεγχο. Η σύνθεση αυτών των αποτελεσμάτων οδήγησε στο συμπέρασμα ότι το πρωταρχικό πρόβλημα με τους νέους είναι η ανάληψη κινδύνων και η έλλειψη δεξιοτήτων χειρισμού οχημάτων. Η ισχύς των **ηλικιωμένων οδηγών** έγκειται στην αποτροπή τους στον κίνδυνο, αλλά τα ζητήματα φυσικής υποβάθμισης που οδηγούν σε **μεγαλύτερους χρόνους αντίδρασης / αντίληψης** και υποβάθμιση της όρασης και της ακοής συχνά αντισταθμίζουν αυτό το χαρακτηριστικό.

2.2.3 “Effect of personality traits, age and sex on aggressive driving: Psychometric adaptation of the Driver Aggression Indicators Scale in China”, Huihui Zhang, Weina Qu, YanGe, Xianghong Sun, Kan Zhang (June 2017)

Σκοπός:

Η μελέτη αυτή αποσκοπούσε στην αξιολόγηση της αξιοπιστίας και της εγκυρότητας της κινεζικής έκδοσης της κλίμακας δείκτη επιθετικότητας των οδηγών (DAIS), η οποία μετρά επιθετικές συμπεριφορές οδήγησης καθώς και να αναλύσει τις επιδράσεις της ηλικίας και του φύλου στις **επιθετικές συμπεριφορές οδήγησης**.

Μεθοδολογία:

Οι δημογραφικές μεταβλητές (φύλο και ηλικία) και τα πέντε μεγάλα χαρακτηριστικά της προσωπικότητας εξετάστηκαν ως δυνητικοί παράγοντες επιρροής της επιθετικής οδήγησης. Στην μελέτη αυτή συμμετείχαν 422 άτομα (286 άνδρες και 136 γυναίκες), τα οποία έπρεπε να δηλώσουν την ηλικία τους, το φύλο τους, την εκπαίδευσή τους, τον αριθμό ετών μετά την απόκτηση πλήρους άδειας οδήγησης, τον συνολικό/ετήσιο αριθμό χιλιομέτρων που οδήγησαν και τον αριθμό ατυχημάτων τα τελευταία 3 χρόνια. Στη συνέχεια συμπλήρωσαν την κλίμακα δείκτη επιθετικότητας οδηγού (DAIS), το μεγάλο κατάλογο προσωπικότητας Big Five Personality Inventory (BFPI) και την κοινωνικοδημογραφική κλίμακα.

Αποτελέσματα:

Με βάση τις κλίμακες και τα μοντέλα που κατασκευάστηκαν, προέκυψε ότι η **ομάδα μεγαλύτερης ηλικίας** αντιλαμβάνεται και διαπράττει πιο εχθρικές **πράξεις επιθετικότητας** και εκδίκησης από ό, τι οι νεότερες ηλικιακές ομάδες. Όσο αφορά το **φύλο**, οι άνδρες και οι γυναίκες οδηγοί δεν εμφάνισαν διαφορές στις επιθετικές συμπεριφορές οδήγησης. Ωστόσο, οι γυναίκες ηλικίας μεταξύ 49 και 60 ετών ήταν πιο **ευαίσθητες** στις επιθετικές προειδοποιήσεις στο δρόμο. Τέλος τα αποτελέσματα ενός άλλου μοντέλου έδειξαν ότι το μέγεθος της ηλικίας και του φύλου ήταν αρκετά μικρό, υπονοώντας ότι η ηλικία και το φύλο ενδέχεται να μην είναι ισχυροί παράγοντες πρόβλεψης για επιθετικές συμπεριφορές οδήγησης.

2.2.4 “Gender-related differences in distances travelled, driving behaviour and traffic accidents among university students” Eladio Jiménez-Mejías, Carmen Amezcua Prieto, Virginia Martínez-Ruiz, Juan de Dios Luna del Castillo, Pablo Lardelli-Claret, José Juan Jiménez-Moleón, (November 2014)

Σκοπός:

Μολονότι η θνησιμότητα από τραυματισμούς που σχετίζονται με τροχαίο ατύχημα είναι γνωστό ότι είναι υψηλότερη στους άνδρες, ιδίως μεταξύ των νέων οδηγών, η επίδραση του φύλου σε κάθε σύνδεσμο της αιτιακής αλυσίδας που οδηγεί σε αυτό το αποτέλεσμα δεν είναι καλά κατανοητή, ιδιαίτερα στην Ισπανία. Σκοπός αυτής της μελέτης ήταν η **ανάλυση των διαφορών** που σχετίζονται με το **φύλο** στις διανυόμενες αποστάσεις, την **οδηγική συμπεριφορά** και τη συχνότητα συμμετοχής σε τροχαία ατυχήματα σε ένα δείγμα προπτυχιακών φοιτητών στο Πανεπιστήμιο της Γρανάδας.

Μεθοδολογία:

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε την περίοδο 2007-2010 και ο συνολικός αριθμός φοιτητών που συμμετείχαν στην μελέτη ήταν 1595 μαθητές από τους οποίους 21 φοιτητές δεν έδωσαν πληροφορίες σχετικά με το φύλο τους και επομένως εξαιρέθηκαν από αυτό. Η ηλικία τους κυμάνθηκε από 18 έως 47 έτη και ως μέσο μεταφορά χρησιμοποιούσαν είτε μόνο αυτοκίνητο είτε μόνο μοτοσυκλέτα είτε και τα δύο. Έπειτα οι συμμετέχοντες συμπλήρωσαν μέσα σε ένα μικρό χρονικό διάστημα ένα ερωτηματολόγιο με την βοήθεια εκπαιδευτών.

Αποτελέσματα:

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι **οι άνδρες οδήγησαν περισσότερα χιλιόμετρα** από τις γυναίκες και χαρακτήρισαν τους εαυτούς τους ως καλύτερους και **ταχύτερους οδηγούς** από τις γυναίκες. Οι άνδρες οδηγοί χρησιμοποιούσαν όλες τις συσκευές ασφαλείας λιγότερο συχνά από τις γυναίκες και συμμετείχαν συχνότερα σε επικίνδυνες **συμπεριφορές** οδήγησης. Αν και η ακατέργαστη ανάλυση δεν έδειξε διαφορές μεταξύ των φύλων στα αναφερόμενα ατυχήματα, η προσαρμοσμένη ανάλυση έδειξε μια τάση για τους άνδρες να αναφέρουν ατυχήματα λιγότερο συχνά από τις γυναίκες.

2.2.5 “Speeding violations related to a driver’s social-economic demographics and the most frequent driving purpose in Taiwan’s male population”, Chien-Ming Tseng (2013)

Σκοπός:

Η υπερβολική ταχύτητα είναι η πιο συχνή παράβαση που παρατηρείται στις οδούς αλλά και καθοριστικός παράγοντας που συμβάλλει τόσο στον **αριθμό** όσο και στη **σοβαρότητα των ατυχημάτων**. Η παρούσα έρευνα εξετάζει τις παραβάσεις υπερβολικής ταχύτητας, οι οποίες βασίζονται σε ένα εθνικό στατιστικό δείγμα αποτελούμενο από οχτώ χιλιάδες εκατό είκοσι εννιά ενήλικους άντρες οδηγούς κατά τη περίοδο του έτους 2008.

Μεθοδολογία:

Η ανάλυση εστίασε στις σχέσεις μεταξύ των αναφερόμενων από τους οδηγούς παραβάσεων υπερβολικής ταχύτητας και στα κοινωνικο-οικονομικά τους χαρακτηριστικά όπως η ηλικία, το επίπεδο εκπαίδευσης, το εισόδημα, η ετήσια διανυθείσα απόσταση καθώς και ο σκοπός οδήγησης με τη μεγαλύτερη συχνότητα (μετακίνηση από οικεία σε εργασία ή για βόλτα ή για ψώνια κλπ.).

Αποτελέσματα:

Από όλους τους οδηγούς που μελετήθηκαν, ένα ποσοστό της τάξης του 19,1% (1552 οδηγοί) είχαν πάρει πρόστιμο τουλάχιστον μία φορά για παράβαση υπερβολικής ταχύτητας. Οι οδηγοί με ηλικία από 40 μέχρι 49 είχαν την λιγότερο παρακινδυνευμένη στάση ως προς τις υψηλές ταχύτητες, ενώ τόσο οι νέοι όσο και οι ηλικιωμένοι οδηγοί, σχετικά με το υπόλοιπο δείγμα, είχαν πιο επικίνδυνη συμπεριφορά υψηλής ταχύτητας κατά την οδήγηση. Τα αποτελέσματα μέσω του μοντέλου λογιστικής παλινδρόμησης που αναπτύχθηκε, έδειξαν ότι οι **παραβάσεις υπερβολικής ταχύτητας** ήταν σημαντικά συσχετισμένες με τα χαρακτηριστικά της **ηλικίας**, της εκπαίδευσης, του εισοδήματος, της ετήσιας διανυθείσας απόστασης καθώς και με τους πιο συχνούς σκοπούς για **μετακίνηση**. Οι συχνές μετακινήσεις με σκοπό την εργασία και τη βόλτα ήταν συσχετισμένες με ένα υψηλότερο επίπεδο κινδύνου εξαιτίας της υψηλής ταχύτητας συγκριτικά με τις μετακινήσεις με σκοπό τα ψώνια.

2.2.6 “Gender differences among older drivers in a comprehensive driving evaluation”, Yanning Wang, Alexander M.Crizzle, Sandra M.Winter, Desiree N.Lanford (December 2013)

Σκοπός:

Στόχος της παρούσας μελέτης ήταν να εξετάσει **τις διαφορές μεταξύ των ηλικιωμένων ανδρών και γυναικών οδηγών**, οι οποίοι συμμετέχουν σε συνολική αξιολόγηση της οδήγησής τους και διεξάγεται από εκπαιδευμένους εμπειρογνώμονες οδήγησης καθώς και από ειδικούς αποκατάστασης με πιστοποίηση. Προγενέστερες μελέτες αναφέρουν ότι ο αριθμός των γυναικών στα ατυχήματα είναι μεγαλύτερος από αυτόν των ανδρών και αυτό οφείλεται στα σφάλματα ενδοτικότητας, στα κενά αποδοχής και στην προσαρμογή της ταχύτητας, όπου όλα αυτά προσδιορίζουν τη συνολική οδήγηση.

Μεθοδολογία:

Σε ένα δείγμα 294 ηλικιωμένων ανθρώπων που κατοικούν εντός της πόλης, εξετάστηκαν και συγκρίθηκαν συγκεκριμένα και συνολικά σφάλματα οδήγησης και ως προς τα δύο φύλα. Επίσης καθορίστηκαν μέσα πρόβλεψης συγκεκριμένων λαθών καθώς και προσδιορίστηκαν τα αποτελέσματα επιτυχιών/αποτυχιών κατά το χρονικό διάστημα της οδήγησης των ανδρών και των γυναικών, οι οποίοι ολοκλήρωσαν τη συνολική αξιολόγηση και αξιολογήθηκαν από πιστοποιημένο ειδικό αποκατάστασης της οδήγησης. Οι οδηγοί που συμμετείχαν στο πείραμα έπρεπε να είναι από 65-89 χρονών, να έχουν στην κατοχή τους έγκυρη άδεια οδήγησης, να οδηγούν τουλάχιστον 3 μήνες ή και περισσότερο πριν την διεξαγωγή της μελέτης, να έχουν βαθμολογία στο Mini-Mental State Exam (MMSE) μεγαλύτερη από 24, και την φυσική ικανότητα να ολοκληρώσουν μια σειρά εξετάσεων κατά την διάρκεια χρήσης οχήματος είτε εκτός αυτού. Αντίθετα απορρίπτονταν όσοι είχαν ιατρική συμβουλή να μην οδηγούν, ανεξέλεγκτες κρίσεις τα τελευταία χρόνια ή ακολουθούσαν φαρμακευτική αγωγή, η οποία προκαλούσε προβλήματα στο κεντρικό νευρικό σύστημα.

Αποτελέσματα:

Δεν βρέθηκαν συγκεκριμένες διαφορές μεταξύ του αριθμού ή των τύπων των οδικών σφαλμάτων μεταξύ των δύο φύλων παρόλο που φαίνεται ότι **οι γυναίκες σε ποσοστό 22%** είναι πιο πιθανόν να περάσουν τα τεστ οδήγησης επί της οδού. Οι ηλικιωμένες γυναίκες παρουσιάζουν μεγαλύτερη προσοχή **αποφυγής ατυχημάτων** εν συγκρίσει με τους ηλικιωμένους άνδρες. Μεταξύ των ηλικιακών διαφορών που υπάρχουν μεταξύ των δύο φύλων υποδεικνύεται ότι οι οδηγοί ηλικίας μεγαλύτερης των εβδομηνταπέντε χρονών έχουν μεγαλύτερο κίνδυνο να αποτύχουν σε μια εξέταση οδήγησης. Τέλος προτείνεται αυτά τα άτομα να εξετάζονται καθώς μπορεί να έχουν μεγαλύτερο κίνδυνο να παρουσιάσουν προβλήματα στην οδήγηση.

2.2.7 “An Analysis on Distribution of Traffic Faults in Accidents, Based on Driver's Age and Gender: Eskisehir Case”, Murat Karacasu, Arzu Er (2011)

Σκοπός:

Οι τρεις θεμελιώδεις παράγοντες που λαμβάνονται συνήθως υπόψη κατά την εξέταση των τροχαίων ατυχημάτων είναι **ο άνθρωπος το περιβάλλον και το όχημα**. Η έρευνα αποκαλύπτει ότι ο ανθρώπινος παράγοντας αποτελεί κύρια αιτία των τροχαίων ατυχημάτων (97% -98%). Στη μελέτη αυτή, για να διαπιστωθεί εάν άτομα της ίδιας ηλικίας και φύλου κάνουν παρόμοια λάθη, έχουν διερευνηθεί τα τροχαία ατυχήματα στο Eskisehir το 2009 τα οποία είχαν ως αποτέλεσμα υλικές ζημιές και έχουν αναθεωρηθεί οι σχέσεις μεταξύ αυτών των μεταβλητών.

Μεθοδολογία:

Για την εφαρμογή της παρούσας μελέτης χρησιμοποιήθηκαν όλα τα ατυχήματα που συνέβησαν την χρονιά του 2009, καταγράφηκαν από την αστυνομία και υπήρξαν σε αυτά τραυματισμοί ή απώλειας ζωής επιβατών. Επίσης υπάρχει και η πληροφορία της κατηγορίας οχήματος που είχε στην κατοχή του ο οδηγός τη στιγμή του συμβάντος. Έπειτα εξετάστηκε η συσχέτιση της ηλικίας, του φύλου και των σφαλμάτων των οδηγών των αντίστοιχων οχημάτων και στη συνέχεια όλα τα

διαθέσιμα δεδομένα κωδικοποιήθηκαν και η ανάλυση ερμηνεύθηκε σύμφωνα με αυτήν την κωδικοποίηση. Μέσα σε αυτήν την χρονιά έγιναν στο Eskisehir 1229 ατυχήματα, σύμφωνα με τις αστυνομικές αρχές. Ωστόσο επειδή σε μερικά από αυτά μπορεί να υπήρχαν 2 ή και παραπάνω επιβάτες μέσα σε ένα όχημα, αυτό επηρεάζει το τελικό δείγμα και ο αριθμός των ανθρώπων που μελετήθηκαν είναι 1572. Για να καθοριστεί αν υπάρχει σημαντική συσχέτιση μεταξύ των σφαλμάτων των οδηγών σε συνδυασμό με την ηλικία και το φύλο τους, χρησιμοποιήθηκε η κατανομή χ^2 .

Αποτελέσματα:

Σε αυτή την μελέτη, τα δεδομένα από 1572 ατυχήματα τα οποία συνέβησαν στο Eskisehir το 2009 και είχαν ως αποτέλεσμα να υπάρξουν τραυματίες ή νεκροί και υλικές ζημιές, εξετάστηκαν ως προς το φύλο και την ηλικία των οδηγών, οι οποίοι αναμείχθηκαν σε αυτά. Η ανάλυση αυτών οδήγησε στα συμπεράσματα ότι **οι άνδρες οδηγοί προκαλούν περισσότερα ατυχήματα σε αντίθεση με τις γυναίκες και οι νέοι άνδρες οδηγοί προκαλούν περισσότερα ατυχήματα από τους μεσήλικες και ηλικιωμένους του ίδιου φύλου είτε εξαιτίας της οδήγησης υπό της επήρειας αλκοόλ είτε επειδή παραβιάζουν τα όρια ταχυτήτων**. Ωστόσο, φαίνεται ότι οδηγοί όλων των ηλικιών και των δύο φύλων διαπράττουν διάφορα λάθη κατά την διάρκεια της οδήγησης.

2.3 Συναφείς Μεθοδολογίες

2.3.1 “A Smartphone - based Sensing Platform to Model Aggressive Driving Behaviors”, Anind K. Dey, Ben Margines, Jin- Hyuk Hong (Hong et al., 2014)

Σκοπός:

Η εργασία αυτή πραγματεύεται τον προσδιορισμό της **επιθετικής συμπεριφοράς** του οδηγού, αξιοποιώντας δεδομένα που συλλέγονται από αισθητήρες έξυπνων κινητών τηλεφώνων (SmartPhones). Η αξιολόγηση του τρόπου οδήγησης ενός ατόμου είναι ένας χρήσιμος τρόπος για τον εντοπισμό των αδυναμιών του καθενός και κατ' επέκταση τη βελτίωση της οδηγικής του συμπεριφοράς. Σκοπός της συγκεκριμένης έρευνας είναι η κατασκευή ενός μοντέλου με τη χρήση αισθητήρων, το οποίο μπορεί να συλλέξει ουσιαστικές πληροφορίες σχετικά με την κίνηση του οχήματος, του τιμονιού αλλά και τους ελιγμούς και να αξιολογεί το **στυλ οδήγησης και το βαθμό επιθετικότητας** με βάση μια σειρά δεδομένων και χαρακτηριστικών.

Μεθοδολογία:

Για την υλοποίηση του παραπάνω στόχου, διεξήχθη ένα πείραμα στο οποίο συμμετείχαν 22 οδηγοί, 11 άνδρες και 11 γυναίκες, ηλικίας 21 – 34 ετών. Η πειραματική διαδικασία διήρκεσε 3 εβδομάδες, στο πέρας της οποίας συλλέχθηκαν τα δεδομένα οδήγησης μέσω της πλατφόρμας αισθητήρων και αναλύοντας τα χαρακτηριστικά των οδηγών, έγινε η διαφοροποίηση μεταξύ επιθετικού και ήρεμου στυλ οδήγησης. Στη συνέχεια, κλήθηκαν να καταγράψουν τις παραβιάσεις τους για τα τελευταία 3 χρόνια και να συμπληρώσουν ένα ερωτηματολόγιο σχετικό με την οδηγική τους συμπεριφορά.

Αποτελέσματα:

Συνοψίζοντας, μέσω της πλατφόρμας ανίχνευσης από το κινητό τηλέφωνο, συλλέχθηκε μια ποικιλία πληροφοριών από τη φυσιολογική οδήγηση των οδηγών με τη βοήθεια επιταχυνσιόμετρων και GPS, όπως η ταχύτητα, η επιτάχυνση/επιβράδυνση, οι στροφές του κινητήρα, οι ελιγμοί, η θέση πεταλούδας, το σύστημα διεύθυνσης και η κίνηση των τροχών και του τιμονιού, συμβάλλοντας στον προσδιορισμό της επιθετικότητας του οδηγού. Η έρευνα έδειξε ότι από τους 22 συμμετέχοντες, οι 10 χαρακτηρίστηκαν ως παραβάτες παρουσιάζοντας μια επιθετική συμπεριφορά. Επιπλέον, οι **απαντήσεις** που δόθηκαν από τους ίδιους τους συμμετέχοντες μέσω των **ερωτηματολογίων** φάνηκε πως έχουν **σημαντική απόκλιση** από την **πραγματική οδηγική τους συμπεριφορά**.

2.3.2 “Modeling the behavior of novice young drivers during the first year after licensure”, Carlo GiacomoPrato, TomerToledo, TsippyLotan, OritTaubman - Ben-Ari, (March 2010)

Σκοπός:

Η εργασία αυτή έχει ως αντικείμενο τη μελέτη της συμπεριφοράς νεαρών ατόμων, κατά το πρώτο έτος, μετά την απόκτηση της άδειας οδήγησης. Είναι γεγονός ότι οι **αρχάριοι οδηγοί** συχνά εμφανίζονται **ευάλωτοι** μπροστά στον κίνδυνο ατυχήματος, κάτι το οποίο μεταφράζεται σε μεγάλη συμμετοχή τους στον κατάλογο των οδικών ατυχημάτων. Σκοπός της συγκεκριμένης έρευνας είναι η ανάλυση της συμπεριφοράς των νέων οδηγών με τη χρήση ενός συστήματος καταγραφής δεδομένων, το οποίο βρίσκεται εντός του οχήματος.

Μεθοδολογία:

Για τις ανάγκες της εργασίας εξετάστηκαν 62 οδηγοί (36 άνδρες – 26 γυναίκες) ηλικίας 17 χρονών κατά την περίοδο των πρώτων 12 μηνών μετά την απόκτηση της άδειας οδήγησης. Για τους 3 πρώτους μήνες, ήταν απαραίτητο να υπάρχει στο αυτοκίνητο ένας γονιός κατά τη διάρκεια της οδήγησης, ενώ μετά το πέρας αυτού του χρονικού διαστήματος, μπορούσαν να οδηγούν μόνοι. Το σύστημα IVDR (In-Vehicle Data Recorder) κατέγραφε δεδομένα όπως η ταχύτητα και η επιτάχυνση του οχήματος ώστε να μπορεί να διακρίνει πότε ο οδηγός πραγματοποιεί επικίνδυνους ελιγμούς, οι οποίοι κατηγοριοποιούνταν ανάλογα με το είδος τους (αλλαγή λωρίδας, απότομο φρενάρισμα ή επιτάχυνση κτλ.) και τη σοβαρότητά τους (χαμηλή, μέση, υψηλή). Όλες αυτές οι πληροφορίες μεταδίδονταν μέσω ασύρματων δικτύων σε έναν διακομιστή, ο οποίος διατηρούσε αρχείο για κάθε ένα από τα εξεταζόμενα οχήματα, δημιουργώντας έτσι το προφίλ του κάθε αρχάριου οδηγού. Οι γονείς και οι νεαροί οδηγοί ήταν σε θέση να ελέγξουν τα δεδομένα αυτά μέσω μιας εφαρμογής που τους επέτρεπε να έχουν πρόσβαση στο προφίλ τους.

Αποτελέσματα:

Όπως ήταν αναμενόμενο, τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν ότι η συμπεριφορά των νέων οδηγών ως προς την ανάληψη του κινδύνου εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το

φύλο. Πιο αναλυτικά, οι **άνδρες οδηγοί** είναι πιο επιρρεπείς στον κίνδυνο και ότι όταν οδηγούν **χωρίς επίβλεψη, οι αρχάριοι οδηγοί** γίνονται πιο **«επιθετικοί»**. Όσο αφορά την οδήγηση με παρόντες τους γονείς, ο κίνδυνος ατυχήματος αποτελεί συνάρτηση και της οδηγικής συμπεριφοράς του ενήλικα. Επίσης, σημαντικό ρόλο στην μείωση της επικινδυνότητας των νέων οδηγών παίζει και ο έλεγχος των δεδομένων που προκύπτουν από το IVDR. Μάλιστα, οι νεαροί οι οποίοι **ελέγχονται ηλεκτρονικά από τους γονείς** τους καθ' όλη τη διάρκεια της έρευνας γίνονται **πιο προσεκτικοί** όταν οδηγούν μόνοι τους, ενώ αντίθετα όσοι δεν έχουν τη συνεχή επίβλεψη των γονέων μέσω της ηλεκτρονικής εφαρμογής, δεν δείχνουν διάθεση να βελτιώσουν την τάση που έχουν για επικίνδυνη οδήγηση. Εν κατακλείδι, είναι επιτακτική ανάγκη να τονιστεί ότι οι γονείς οφείλουν να αποτελέσουν θετικό και ενθαρρυντικό πρότυπο στα παιδιά τους ως προς τη συμπεριφορά οδήγησης τους. Έχουν ηθική υποχρέωση να τους αποθαρρύνουν από επικίνδυνες συμπεριφορές που ενδεχομένως μπορεί να προκαλέσουν θανατηφόρα ατυχήματα ενώ συγχρόνως πρέπει να καταβάλουν αξιόλογη προσπάθεια ώστε **τα παιδιά τους να οδηγούν με σύνεση κατά τη διάρκεια της νύχτας**.

2.3.3 “Driving behavior and traffic safety: an acceleration-based safety evaluation procedure for smartphones”, Rosolino Vaiana, Teresa Iuele, Vittorio Astarita, Maria Vittoria Caruso (2014)

Σκοπός:

Αυτή η εργασία πραγματεύεται την ανάπτυξη μιας πρωτότυπης εφαρμογής για ηλεκτρονικές, κινητές συσκευές η οποία θα εκτιμάει **τον βαθμό ασφάλειας των οδηγών** που βρίσκονται εν κινήσει μετρώντας τη διαμήκη και τη πλευρική τους επιτάχυνση, μέσω χρήσης των συστημάτων GPS. Όπου απαιτείται, η εφαρμογή θα εμφανίζει μια προειδοποίηση στους οδηγούς προκειμένου να συμμορφώσουν τη συμπεριφορά τους στο δρόμο.

Μεθοδολογία:

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε ήταν η εξής: Τοποθετώντας σε έναν άξονα x, y τις επιταχύνσεις του οχήματος (πλευρική και διαμήκη αντίστοιχα), εκτιμήθηκε η συμπεριφορά του οδηγού στο τιμόνι (επιθετικός ή μη). Χρησιμοποιήθηκε επίσης, ο κύκλος τριβής του οχήματος, ο οποίος είναι συνάρτηση των χαρακτηριστικών των ελαστικών του αυτοκινήτου και των χαρακτηριστικών του οδοστρώματος. Λαμβάνοντας επιπλέον, υπόψη την εμπειρία του οδηγού και το τύπο του αυτοκινήτου, δημιουργήθηκε το “Διάγραμμα Οδηγικής Συμπεριφοράς” (Driving Style Diagram - DSD), το οποίο αποτελεί μια συσχέτιση όλων των παραμέτρων που αναφέρθηκαν παραπάνω. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε με το ίδιο όχημα και το ίδιο smartphone και πήραν μέρος πέντε οδηγοί με διαφορετικά οδηγικά χαρακτηριστικά. Η συμπεριφορά κάθε οδηγού εκτιμήθηκε με βάση το ποσοστό υπέρβασης των ορίων της επιτάχυνσης του DSD.

Αποτελέσματα:

Η έρευνα είχε ως αποτέλεσμα ότι η καλύτερη τιμή για να διαχωρίσεις τους **επιθετικούς από τους ασφαλείς οδηγούς**, μπορεί να οριστεί στο **9% για το ποσοστό υπέρβασης των ορίων επιτάχυνσης** του DSD.

2.3.4 “The roles of exposure and speed in road safety analysis”, XinPei, S.C.Wong, N.N.Sze, (September 2012)

Σκοπός:

Η ταχύτητα αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την ανάλυση της οδικής ασφάλειας. Πιστεύεται γενικά ότι η αύξηση της ταχύτητας βλάπτει την οδική ασφάλεια. Ωστόσο, μπορεί επίσης να υποστηριχθεί ότι η **οδήγηση με μεγάλη ταχύτητα μειώνει τη διάρκεια της έκθεσης στο χρόνο και συνεπώς την πιθανότητα σύγκρουσης**. Επομένως, είναι σημαντικό να διευκρινιστούν οι ρόλοι που διαδραματίζει η έκθεση και η ταχύτητα στην ανάλυση της οδικής ασφάλειας.

Μεθοδολογία: Για την εφαρμογή αυτής της έρευνας χρησιμοποιήθηκαν αρχικά τεχνικές συστήματος γεωγραφικών πληροφοριών (GIS) για την λήψη πληροφοριών που αφορούν την ταχύτητα, την κυκλοφοριακή ροή και από την ετήσια απογραφή κυκλοφορίας (ATC). Επίσης οι πληροφορίες για τις ταχύτητες στους αντίστοιχους άξονες που μελετήθηκαν, συλλέχθηκαν μέσω της τεχνολογίας GPS ενώ τα δεδομένα συντριβής αποκτήθηκαν από το Σύστημα Πληροφοριών Κυκλοφορίας (TIS). Στη συνέχεια με βάση την εφαρμογή όλων των παραπάνω δημιουργήθηκε μια βάση δεδομένων, η οποία περιλαμβάνει όλα τα απαραίτητα στοιχεία για 112 οδικά τμήματα στο Hong Kong και κατασκευάστηκε ένα μοντέλο κοινής πιθανότητας που βασίζεται σε μια πλήρη Bayesian μέθοδο, το οποίο εφαρμόζεται ταυτόχρονα σε ένα μοντέλο εμφάνισης συντριβής και ένα μοντέλο σοβαρότητας συντριβής.

Αποτελέσματα: Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν τη θετική σχέση μεταξύ της ταχύτητας και του κινδύνου σύγκρουσης που συμβαίνει όταν ελέγχεται για την επίδραση της χρονικής έκθεσης. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με τα αποτελέσματα που προκύπτουν κατά τον έλεγχο της απόστασης, γεγονός που δείχνει την αντίθετη σχέση. Από τις παρατηρήσεις που έγιναν στην παρούσα μελέτη, είναι προφανές ότι **οι δρόμοι υψηλής ταχύτητας μπορεί να μην είναι αναγκαστικά ασφαλέστεροι** από τους δρόμους χαμηλής ταχύτητας όταν χρησιμοποιείται κατάλληλο μέτρο έκθεσης. Ωστόσο, τα αποτελέσματα για τη σοβαρότητα της σύγκρουσης δείχνουν ότι **η σοβαρότητα της βλάβης γενικά συνδέεται θετικά με την ταχύτητα**. Τέλος τα αποτελέσματά δεν παρέχουν στοιχεία που να υποδεικνύουν ότι η διασπορά ταχύτητας, ως υποκατάστατο για τη μεταβλητότητα των συνθηκών κυκλοφορίας στον χρόνο-χώρο σε μια εθνική οδό, σχετίζεται σημαντικά είτε με τον κίνδυνο σύγκρουσης είτε με τη σοβαρότητα της σύγκρουσης.

2.3.5 “Driver Characteristics and Speeding Behavior”, Adrian B Ellison , Stephen P. Greaves (January, 2010)

Σκοπός:

Η υπερβολική ταχύτητα και η ανάπτυξη μεγάλων επιταχύνσεων αποτελούν τα σημαντικότερα προβλήματα στους δρόμους της Αυστραλίας καθώς συνδέονται με **οδυνηρά ατυχήματα**. Η παρούσα έρευνα εστιάζει στην καταγραφή των χαρακτηριστικών και της συμπεριφοράς οδήγησης, εστιάζοντας στην ταχύτητα που αναπτύσσει ο οδηγός σε κάθε διαδρομή του. Σκοπός αυτής της προσπάθειας είναι ο προσδιορισμός των παραγόντων που συμβάλλουν στην ανάπτυξη μεγάλων

ταχυτήτων που σχετίζονται με τον οδηγό, το όχημα, το ταξίδι, το οδικό περιβάλλον αλλά και τον καιρό, καθώς και της αλληλεπίδρασης τους.

Μεθοδολογία:

Η κύρια πηγή πληροφοριών για την εκπόνηση της μελέτης αυτής, ήταν τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από 133 αυτοκινητιστές στο Σίδνεϋ για μια περίοδο πέντε εβδομάδων, χρησιμοποιώντας την τεχνολογία Global Positioning System (GPS). Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να οδηγούν κάτω από τις πραγματικές συνθήκες της καθημερινότητας τους, δίνοντας έτσι την ευκαιρία να μελετηθούν οι παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα σε μεγαλύτερο βάθος. Επιπλέον, ολοκλήρωσαν μια λεπτομερή δημογραφική και ψυχολογική έρευνα, παρέχοντας πληθώρα πληροφοριών για την ανάλυση της ταχύτητας. Οι αναλύσεις βασίστηκαν στην οδηγική στάση και συμπεριφορά που ανέφεραν οι ίδιοι οι ενδιαφερόμενοι, αλλά κυρίως στην επιτάχυνση και τα ακριβή όρια ταχύτητας των καταγραφών με τη χρήση του εξοπλισμού GPS.

Αποτελέσματα:

Τα σημαντικότερα ευρήματα που προέκυψαν από την έρευνα αυτή, εκμεταλλευόμενοι τις τεχνολογικές δυνατότητες που προσφέρει η τεχνολογία GPS για την παροχή λεπτομερούς συμπεριφοράς οδήγησης και επιτάχυνσης, περιγράφονται παρακάτω. Συγκεκριμένα, σχεδόν οι **μισοί από τους συμμετέχοντες** ξεπέρασαν το προκαθορισμένο όριο ταχύτητας για **τουλάχιστον 20% της απόστασης που διένυσαν**, ενώ ένας μικρός αλλά σημαντικός αριθμός οδηγών ταξίδευε τακτικά άνω των 10 km/h πάνω από το όριο ταχύτητας. Ιδιαίτερα ανησυχητικό είναι το γεγονός ότι **14 οδηγοί ξεπέρασαν το όριο ταχύτητας για περισσότερο από 30% της απόστασης**, συμπεριλαμβανομένου ενός οδηγού ο οποίος υπερέβη το όριο ταχύτητας για το 61% της απόστασης. Επιπρόσθετα, παρατηρήθηκε πως η **υψηλή ταχύτητα είναι πιο διαδεδομένη στους άνδρες** από ό, τι στις γυναίκες και μάλιστα εντοπίστηκαν διαφορές στις ηλικιακές κατηγορίες, όμως παραδόξως οι γυναίκες που ανήκουν στην ηλικιακή ομάδα 46 – 65, οδηγούσαν πιο επικίνδυνα σε σύγκριση με τους άντρες. Τέλος, είναι επιτακτική ανάγκη να τονιστεί πως **τα Σαββατοκύριακα, και ιδιαίτερα κατά τις βραδινές ώρες, η επιτάχυνση είναι πιο ανησυχητική σε σχέση με τις καθημερινές, ενώ η υπέρβαση του ορίου ταχύτητας κατά τη διάρκεια της εβδομάδας είναι υψηλότερη τα πρωινά.**

2.4 Σύνοψη

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάστηκαν ορισμένες εργασίες, οι οποίες καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα αναλύσεων και εκτιμούν όχι μόνο τη συμπεριφορά του οδηγού μέσω συστημάτων καταγραφής δεδομένων κατά την διάρκεια που κινείται επί της οδού αλλά και τους κρισιμότερους παράγοντες που οδηγούν στην υπέρβαση των ορίων ταχύτητας και κατ' επέκταση σε επικίνδυνα οδικά ατυχήματα. **Από τη σύνθεση των βασικών τους αποτελεσμάτων**, προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- **Ο τύπος της οδού** παίζει σημαντικό ρόλο στην υπέρβαση του ορίου ταχύτητας και στην συνεπακόλουθη συχνότητα, επικινδυνότητα και σοβαρότητα των οδικών ατυχημάτων.

- Η **πιθανότητα τραυματισμού** είναι υψηλότερη για υπεραστικές διαδρομές παρά για αστικές οδούς.
- Όσο αυξάνεται η **απόσταση**, τόσο αυξάνεται η πιθανότητα σοβαρού ή θανατηφόρου ατυχήματος.
- Ως προς το **φύλο**, οι περισσότεροι τραυματισμοί παρατηρούνται σε άνδρες και όχι σε γυναίκες.
- Η **ηλικία** είναι μία εξίσου σοβαρή παράμετρος υπέρβασης της ταχύτητας και μάλιστα οι νέοι οδηγοί έχουν την τάση να προκαλούν περισσότερους σοβαρούς τραυματισμούς.
- Το φαινόμενο της **επιθετικής** συμπεριφοράς παρατηρείται περισσότερο στους άνδρες μεγαλύτερης ηλικίας.
- **Οι άνδρες** κινούνται με μεγαλύτερες ταχύτητες εν συγκρίσει με τις γυναίκες και παραβιάζουν τα όρια των ταχυτήτων.
- Τα **δημογραφικά χαρακτηριστικά** της εκπαίδευσης, της ετήσιας διανυθείσας απόστασης, του εισοδήματος ήταν επίσης άμεσα συνδεδεμένες με την **υπέρβαση των ορίων ταχύτητας**.
- Ο σκοπός της **μετακίνησης** (εργασία, ψώνια, αναψυχή, κλπ.) έχει καθοριστικό ρόλο στην παραβίαση των ορίων ταχύτητας.
- Η επίβλεψη της **οικογένειας** και η παρουσία άλλων επιβατών μειώνει την επιθετική συμπεριφορά των νέων οδηγών.
- Τα περισσότερα συστήματα καταγραφής συμπεριφοράς οδηγού συνδέονται με τον **"εγκέφαλο"** του οχήματος (π.χ. DDR).
- Τα **συστήματα καταγραφής** της συμπεριφοράς των οδηγών φαίνεται να βελτιώνουν τα **επίπεδα οδικής ασφάλειας**. Ωστόσο, χρειάζεται η παρακολούθηση της συμπεριφοράς να συνεχιστεί σε βάθος χρόνου προκειμένου να παρατηρηθεί περεταίρω πρόοδος.
- Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε στις περισσότερες έρευνες ήταν από **βάσεις δεδομένων** που είχαν συλλεχθεί από οδήγηση σε πραγματικές συνθήκες σε συνδυασμό με **ερωτηματολόγια**.

3 Θεωρητικό Υπόβαθρο

3.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο στο οποίο βασίστηκε η ανάλυση του αντικειμένου της Διπλωματικής Εργασίας καθώς και ορισμένες βασικές στατιστικές μέθοδοι ανάλυσης. Αρχικά, γίνεται μία αναφορά σε βασικές έννοιες του κλάδου της στατιστικής ώστε να γίνουν πιο εύκολα κατανοητές. Έπειτα θα αναφερθούν λεπτομερώς οι μέθοδοι που αναπτύχθηκαν για την ανάλυση των δεδομένων, δηλαδή η παλινδρόμηση Poisson (Poisson regression) και η λογαριθμική γραμμική παλινδρόμηση (log-linear regression). Η επιλογή των μεθόδων έγινε σύμφωνα με το είδος της εξαρτημένης μεταβλητής. Στη συνέχεια, αναλύονται οι στατιστικοί έλεγχοι και τα κριτήρια αποδοχής ή απόρριψης ενός μοντέλου. Τέλος, παρατίθενται οι κύριες λειτουργίες του ειδικού λογισμικού επεξεργασίας το οποίο χρησιμοποιήθηκε.

3.2 Βασικές Έννοιες Στατιστικής

Ο πρώτος ορισμός είναι ο **πληθυσμός** και είναι το σύνολο των παρατηρήσεων του χαρακτηριστικού που ενδιαφέρει τη στατιστική έρευνα. Πρόκειται για ένα σύνολο στοιχείων που είναι τελείως καθορισμένα. Επίσης ένας πληθυσμός μπορεί να είναι πραγματικός ή θεωρητικός.

Η επόμενη και εξίσου σημαντική έννοια είναι το **"δείγμα"** και αναφέρεται σε ένα υποσύνολο του πληθυσμού. Οι περισσότερες στατιστικές έρευνες στηρίζονται σε δείγματα αφού οι ιδιότητες του πληθυσμού είναι συνήθως αδύνατον να καταγραφούν. Τα συμπεράσματα που θα προκύψουν από τη μελέτη του δείγματος θα ισχύουν με ικανοποιητική ακρίβεια για ολόκληρο το πληθυσμό μόνο αν το δείγμα είναι αντιπροσωπευτικό του πληθυσμού.

Με τον όρο **μεταβλητές** εννοούνται τα χαρακτηριστικά που ενδιαφέρουν να μετρηθούν και να καταγραφούν σε ένα σύνολο ατόμων. Οι μεταβλητές διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες:

- **Ποιοτικές μεταβλητές** (qualitative variables): Ορίζονται οι μεταβλητές των οποίων οι δυνατές τιμές είναι κατηγορίες διαφορετικές μεταξύ τους. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν και αριθμοί ώστε να παρουσιαστεί μια τέτοια μεταβλητή, αλλά η χρήση αυτών είναι καθαρά συμβολική και δεν αποτελεί μονάδα μέτρησης. Τέτοιες για παράδειγμα είναι το επίπεδο μόρφωσης.
- **Ποσοτικές μεταβλητές** (quantitative variables): Ορίζονται οι μεταβλητές οι οποίες εκφράζονται με αριθμούς που όμως έχουν τη σημασία της μέτρησης, όπως για παράδειγμα η ηλικία ή το πλήθος των ατόμων μιας οικογένειας. Επιπλέον οι ποσοτικές μεταβλητές διακρίνονται με τη σειρά τους σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τις διακριτές και τις συνεχείς.
 - Μια μεταβλητή θεωρείται **διακριτή** όταν η μικρότερη μη μηδενική διαφορά που μπορεί να έχουν δύο τιμές της, είναι σταθερή ποσότητα. Ένα τέτοιο παράδειγμα θεωρείται ο αριθμός των ατυχημάτων σε ένα χρονικό διάστημα.
 - Μια μεταβλητή ορίζεται **συνεχής** όταν δύο τιμές μπορούν να διαφέρουν κατά οποιαδήποτε μικρή ποσότητα, δηλαδή μπορεί να πάρει οποιαδήποτε τιμή σε

ένα διάστημα τιμών. Για παράδειγμα τέτοια μεταβλητή μπορεί να θεωρηθούν τα λεπτά, τα δευτερόλεπτα, η ταχύτητα.

Επίσης δύο από τα πιο σημαντικά μεγέθη τα οποία χρησιμοποιούνται στον κλάδο της στατιστικής και υπάρχουν σε όλες τις κατανομές είναι η μέση τιμή και η διακύμανση. Ως **μέση τιμή** (E) ορίζεται το άθροισμα των τιμών δια το πλήθος των τιμών. **Διακύμανση** ορίζεται ο «μέσος όρος των τετραγώνων διαφορών από το μέσο όρο». Η διακύμανση (Var) είναι ίση με 0 εάν όλες οι τιμές της μεταβλητής είναι ίσες. Όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά μεταξύ των τιμών, τόσο μεγαλύτερη είναι η διακύμανση. Όταν η διακύμανση είναι μεγαλύτερη από την μέση τιμή, αυτό ονομάζεται υπερδιασπορά και είναι μεγαλύτερη από 1. Εάν είναι μικρότερη από 1 από αυτή είναι γνωστή ως υποδιαστολή.

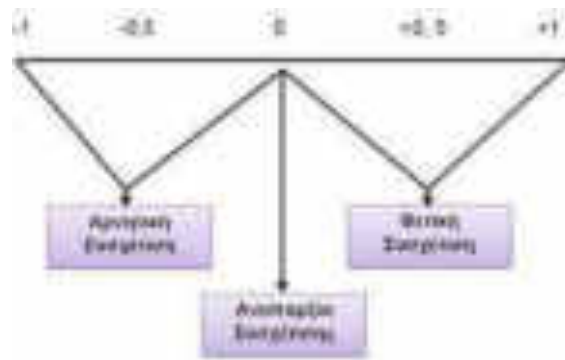
$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$s^2 = \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}{n} \right]$$

Επιπρόσθετα άλλη μια σημαντική έννοια, η οποία δείχνει το πόσο καλά συσχετίζονται δύο μεταβλητές και μπορούν να συνυπάρχουν στο ίδιο μοντέλο είναι ο **συντελεστής συσχέτισης ρ** . Έστω x , y δύο τυχαίες και συνεχείς μεταβλητές. Ο βαθμός της γραμμικής συσχέτισης των δύο μεταβλητών x και y , οι οποίες έχουν διασπορά σ_x^2 και σ_y^2 αντίστοιχα, και συνδιασπορά $\sigma_{xy} = \text{cov}[x,y]$ καθορίζεται με το συντελεστή συσχέτισης (correlation coefficient) ρ , ο οποίος ορίζεται ως εξής: **$\rho = (\sigma_{xy}/\sigma_x)(1/\sigma_y)$** . Η εκτίμηση του συντελεστή συσχέτισης ρ γίνεται με την αντικατάσταση στην παραπάνω εξίσωση της συνδιασποράς σ_{xy} και των διασπορών σ_x , σ_y , από όπου προκύπτει τελικά η έκφραση της εκτιμήτριας r :

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

Ο συντελεστής συσχέτισης ρ εκφράζει το βαθμό και τον τρόπο που οι δύο μεταβλητές συσχετίζονται. Δεν εξαρτάται από την μονάδα μέτρησης των x και y και παίρνει τιμές στο διάστημα $[-1,1]$. Τιμές κοντά στο 1 δηλώνουν ισχυρή θετική συσχέτιση, τιμές κοντά στο -1 δηλώνουν ισχυρή αρνητική συσχέτιση και τιμές κοντά στο 0 δηλώνουν γραμμική ανεξαρτησία των x και y , όπως αποτυπώνεται εύλογα και στο παρακάτω σχήμα.



Εικόνα 3.1: Επεξήγηση πιθανών τιμών του Συντελεστή Συσχέτισης, Πηγή: Σύγγραμμα «Εφαρμογή Μεθόδων Ανάλυσης στην Έρευνα Αγοράς» (Σιώμοκος Γ., Βασιλακοπούλου Α., 2005)

3.3 Μαθηματικά Μοντέλα- Κατανομές

Η διαδικασία με την οποία γίνεται η πρόβλεψη μίας μεταβλητής του δείγματος με βάση τις υπόλοιπες ονομάζεται ανάλυση παλινδρόμησης (regression analysis). Σε κάθε παλινδρόμηση υπάρχουν μία ή περισσότερες μεταβλητές οι οποίες ονομάζονται ανεξάρτητες ενώ μια μεταβλητή του δείγματος, διαφορετική από τις προηγούμενες, ονομάζεται εξαρτημένη. Ειδικότερα **εξαρτημένη μεταβλητή** ορίζεται η μεταβλητή η οποία θέλουμε να προβλεφθεί ενώ **ανεξάρτητη μεταβλητή** ορίζεται αυτή που χρησιμοποιείται για να προβλεφθεί η εξαρτημένη. Η εξαρτημένη μεταβλητή επιλέγεται από τον ερευνητή όπου θέλει να εκτίμηση την πρόβλεψη της. Αντίθετα οι ανεξάρτητες μεταβλητές δεν αποφασίζονται αυθαίρετα, αλλά παίρνουν καθορισμένες τιμές και καθοδηγούν την εξαρτημένη. Όταν μια παλινδρόμηση έχει μόνο μια ανεξάρτητη μεταβλητή ονομάζεται **απλή παλινδρόμηση**, ενώ αν υπάρχουν περισσότερες ονομάζεται **πολλαπλή παλινδρόμηση**. Η χρησιμότητα των παλινδρομήσεων είναι για την ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων, όπου εκφράζουν τη σχέση μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών και της εξαρτημένης. Τέλος ένα σημαντικό κριτήριο το οποίο έχει καθοριστικό ρόλο στην επιλογή του κατάλληλου μοντέλου είναι αν η εξαρτημένη μεταβλητή είναι συνεχής ή διακριτή.

3.3.1 Κατανομή Poisson

Η συγκεκριμένη κατανομή είναι πιο κατάλληλη για την περιγραφή τελείως τυχαίων διακριτών γεγονότων. Έστω X η τυχαία μεταβλητή που εξετάζεται όπως για παράδειγμα το πλήθος των ατυχημάτων ή ο αριθμός των νεκρών και $\mu > 0$ η παράμετρος της κατανομής Poisson. Η τυχαία μεταβλητή X ακολουθεί την κατανομή Poisson όταν έχει συνάρτηση μάζας πιθανότητας την:

$$P(x) = \frac{\mu^x e^{-\mu}}{x!}$$

Με $x=0,1,2,3,\dots$ και $x!=1*2*3*\dots(x-1)x$

Επίσης η μέση τιμή και η διασπορά κατά Poisson είναι $E\{x\} = \mu$ και $\sigma^2\{x\} = \mu$ και **είναι ίσες** μεταξύ τους.

Η κατανομή Poisson είναι μια στατιστική κατανομή που δείχνει πόσες φορές ένα συμβάν είναι πιθανό να συμβεί μέσα σε μια καθορισμένη χρονική περίοδο. Χρησιμοποιείται για ανεξάρτητα συμβάντα που συμβαίνουν με σταθερό

ρυθμό εντός ενός δεδομένου χρονικού διαστήματος t . Η μεταβλητή μ δηλώνει τον σταθερό ρυθμό του συγκεκριμένου χρονικού διαστήματος (Πηγή: Towardsdatascience). Με βάση τις παραπάνω πληροφορίες, μπορεί να διαπιστώσει κανείς ότι τα **οδικά ατυχήματα** ακολουθούν κατανομή Poisson, αφού μπορούν να οριστούν ως ποσοτικές διακριτές μεταβλητές, και μπορούν να προκύψουν **τυχαία μέσα σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα t** .

3.3.2 Παλινδρόμηση Poisson

Με την παλινδρόμηση Poisson εξετάζεται ποιες μεταβλητές του δείγματος που θα τοποθετηθούν σαν ανεξάρτητες είναι **στατιστικά σημαντικές** με την μεταβλητή που θα οριστεί σαν εξαρτημένη και χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη μοντέλων όπου η εξαρτημένη είναι μετρήσεις. Δηλαδή ο στόχος είναι να προσδιοριστούν εκείνες οι μεταβλητές οι οποίες επηρεάζουν την εξαρτημένη. Χρησιμοποιείται καλύτερα για σπάνια γεγονότα, καθώς αυτά τείνουν να ακολουθούν μια κατανομή Poisson (σε αντίθεση με τα πιο συνηθισμένα συμβάντα που τείνουν να ακολουθούν κανονική κατανομή) και γενικά είναι η πιο κατάλληλη για περιπτώσεις όπου η εξαρτημένη μεταβλητή είναι ένας μικρός ακέραιος.

Η γενική μαθηματική εξίσωση για την παλινδρόμηση Poisson είναι :

$$\log(y) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p \quad \text{όπου}$$

- y = εξαρτημένη μεταβλητή
- $x_1, x_2, \dots, x_n$ = οι ανεξάρτητες μεταβλητές
- $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$ = αριθμητικοί συντελεστές των ανεξάρτητων μεταβλητών
- β_0 = σταθερός συντελεστής

Για την ανάπτυξη του μοντέλου παλινδρόμησης Poisson στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης R, χρησιμοποιείται η συνάρτηση- εντολή: `glm (formula , data , family )`, όπου οι τρεις παράμετροι εντός της παρένθεσης αντιπροσωπεύουν τα εξής:

- **formula** είναι το σύμβολο που παρουσιάζει τη σχέση μεταξύ των μεταβλητών.
- **data** είναι το σύνολο δεδομένων που δίνει τις τιμές αυτών των μεταβλητών.
- **family** είναι αντικείμενο της R για να καθορίσει τις λεπτομέρειες του μοντέλου. Η αξία του είναι «Poisson» για Logistic Regression.

Μια ιδιαιτερότητα που εμφανίζει η παλινδρόμηση Poisson είναι ότι ως ανεξάρτητες μεταβλητές μπορούν να οριστούν μεταβλητές είτε αριθμητικές ή είτε κατηγορηματικές είτε και από συνδυασμό των δύο παραπάνω τιμών. Επίσης άλλο ένα σημαντικό χαρακτηριστικό που εμφανίζεται στην παλινδρόμηση Poisson είναι ότι η μέση τιμή και η διακύμανση της κατανομής είναι ίσες και η σχέση που τα συνδέει είναι:

$$\text{var} (X) = \sigma^2 E (X)$$

Όπου σ^2 είναι η παράμετρος διασποράς. Δεδομένου ότι το $\text{var} (X) = E (X)$ (διακύμανση = μέσος όρος) πρέπει το σ^2 πρέπει να είναι ίσο με 1 ώστε να διατηρηθεί η παραπάνω ιδιότητα.

3.3.3 Λογαριθμική Γραμμική Παλινδρόμηση

Η λογαριθμική γραμμική παλινδρόμηση περιλαμβάνει τη χρήση εξαρτημένης μεταβλητής που έχει βρεθεί από μετρήσεις συχνότητας με κατηγορηματικές ή συνεχείς ανεξάρτητες μεταβλητές. Τα μοντέλα καταγραφής γραμμικής παλινδρόμησης επεκτείνουν την ικανότητα του ερευνητή να προβλέψει τον αριθμό των συχνοτήτων και όχι μια συνεχή ή διχοτομημένη εξαρτώμενη μεταβλητή. Σε αυτήν την παλινδρόμηση οι συντελεστές των μεταβλητών του μοντέλου είναι οι συντελεστές της γραμμικής παλινδρόμησης. Υπολογίζονται από την ανάλυση της παλινδρόμησης με βάση την αρχή των ελαχίστων τετραγώνων. Η λογαριθμική γραμμική παλινδρόμηση βασίζεται στην υπόθεση ότι τα στοιχεία που περιέχονται στη βάση δεδομένων είναι μη αρνητικά, ο φυσικός λογάριθμος της ανεξάρτητης μεταβλητής ακολουθεί την κανονική κατανομή και ο αριθμητικός μέσος είναι σχετικά μεγάλος. Η μαθηματική σχέση που περιγράφει τη μέθοδο αυτή είναι η εξής:

$$\log(y_i) = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_{1i} + \beta_2 \cdot x_{2i} + \dots + \beta_v \cdot x_{vi} + \varepsilon_i \text{ όπου:}$$

- y_i : η εξαρτημένη μεταβλητή
- $x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iv}$: οι ανεξάρτητες μεταβλητές
- $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_v$: οι συντελεστές μερικής παλινδρόμησης
- ε_i : το σφάλμα παλινδρόμησης

Για τη σύνταξη του μοντέλου λογαριθμικής γραμμικής παλινδρόμησης στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης R, χρησιμοποιείται η συνάρτηση - εντολή: `lm(formula, data)`, όπου οι δύο παράμετροι εντός της παρένθεσης αντιπροσωπεύουν τα εξής:

- **formula** είναι το σύμβολο που παρουσιάζει τη σχέση μεταξύ των μεταβλητών.
- **data** είναι το σύνολο δεδομένων που δίνει τις τιμές αυτών των μεταβλητών.

3.4 Κριτήρια Αποδοχής Μοντέλου

Η ανάπτυξη ενός σωστού μοντέλου για την πρόβλεψη της εξαρτημένης μεταβλητής δεν είναι απλή διαδικασία όπου γίνεται μία τυχαία παράθεση ορισμένων ανεξάρτητων μεταβλητών του δείγματος, αλλά υπάρχουν ορισμένα κριτήρια τα οποία πρέπει να επαληθεύονται ώστε να είναι αποδεκτό.

Αρχικά πρέπει οι ανεξάρτητες μεταβλητές όπου μπαίνουν στα μοντέλα παλινδρόμησης να έχουν **χαμηλό συντελεστή συσχέτισης** ($|\rho(x_i, x_j)| \leq 0,5 \sim 0,6$). Αν δεν ικανοποιείται αυτή η προϋπόθεση δεν είναι δυνατή η εξακρίβωση της επιρροής της κάθε μεταβλητής στο αποτέλεσμα, καθώς εμφανίζονται προβλήματα μεροληψίας και επάρκειας.

Επιπλέον ένα σημαντικό κριτήριο αποδοχής ενός μοντέλου είναι να υπάρχει μια **λογική ερμηνεία των πρόσημων των συντελεστών** των ανεξάρτητων μεταβλητών καθώς και της σταθεράς. Το θετικό πρόσημο του συντελεστή δηλώνει αύξηση της εξαρτημένης μεταβλητής με την αύξηση της ανεξάρτητης. Από την άλλη πλευρά, το αρνητικό πρόσημο έχει αρνητική επιρροή στην εξαρτημένη μεταβλητή με την αύξηση της ανεξάρτητης. Επίσης πρέπει να τονιστεί ότι και **η τιμή του κάθε συντελεστή** έχει σημαντικό ρόλο καθώς αύξηση της ανεξάρτητης μεταβλητής (x_i) κατά μία μονάδα επιφέρει αύξηση ή μείωση της εξαρτημένης κατά β_i μονάδες. Στην περίπτωση που η

αύξηση αυτή εκφράζεται σε ποσοστά τότε αναφερόμαστε **στην ελαστικότητα (elasticity)**.

Άλλη μια παράμετρος ελέγχου για τη σωστή επιλογή και αποδοχή ενός μοντέλου πρόβλεψης είναι η **στατιστική σημαντικότητα** των ανεξάρτητων μεταβλητών και της σταθεράς β0. Αυτή η διαδικασία γίνεται μέσω της τιμής πιθανότητας **p** (probability-value ή p-value). Αυτή η τιμή είναι το μικρότερο επίπεδο σημαντικότητας α που οδηγεί στην απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης H_0 έναντι της εναλλακτικής H_1 . Εάν η τιμή p είναι μικρότερη ή ίση του επιπέδου σημαντικότητας α , τότε η μηδενική υπόθεση H_0 απορρίπτεται. Στη συγκεκριμένη περίπτωση η τιμή p πρέπει είναι μικρότερη από 0,05 ώστε η αντίστοιχη μεταβλητή να επηρεάζει την εξαρτημένη μεταβλητή και να μπορεί να συμπεριληφθεί στο τελικό μοντέλο, διαφορετικά δεν πρέπει. Στο στατιστικό πρόγραμμα ανάλυσης R, ο αριθμός των αστεριών προσδιορίζει τη σημαντικότητά της και βρίσκεται στο τέλος κάθε μεταβλητής. Για παράδειγμα αν υπάρχουν τρεις αστερίσκοι σε μια ανεξάρτητη μεταβλητή, τότε αυτό σημαίνει ότι είναι στατιστικά σημαντική.

Ο έλεγχος της διασποράς του μοντέλου, δηλαδή εάν το μοντέλο έχει υπερβολική διασπορά ή υποδιασπορά είναι ένα κριτήριο αποδοχή του μοντέλου. Στην γλώσσα προγραμματισμού R αυτό εξακριβώνεται μέσω των ελέγχων **Null Deviance** και **Residual Deviance**. Η Null Deviance (μηδενική απόκλιση) δείχνει πόσο καλά προβλέπεται η μεταβλητή απόκρισης από ένα μοντέλο που περιλαμβάνει μόνο την αναχαίτιση (μεγάλο μέσο όρο) ενώ παραμένει με τη συμπερίληψη ανεξάρτητων μεταβλητών. Εάν το Residual Deviance είναι μεγαλύτερο από τους βαθμούς ελευθερίας, τότε υπάρχει υπερβολική διασπορά. Αυτό σημαίνει ότι οι εκτιμήσεις είναι σωστές, αλλά τα τυπικά σφάλματα (τυπική απόκλιση) είναι λανθασμένα.

Επιπρόσθετα, στην παλινδρόμηση Poisson υπάρχει ο **δείκτης AIC**, ο οποίος δείχνει την **εκτίμηση του σφάλματος** και αποτελεί έναν ακόμη έλεγχο που πρέπει να πραγματοποιηθεί. Το σφάλμα πρόβλεψης στο δείγμα είναι το αναμενόμενο σφάλμα στην πρόβλεψη της απόκρισης από το δείγμα σε ένα εκπαιδευμένο δείγμα. Επίσης το AIC βασίζεται στη θεωρία της πληροφορίας. Όταν ένα στατιστικό μοντέλο χρησιμοποιείται για την αναπαράσταση της διαδικασίας που δημιούργησε τα δεδομένα, η αναπαράσταση σχεδόν ποτέ δεν θα είναι ακριβής και αυτό έχει ως αποτέλεσμα να χαθούν ορισμένες πληροφορίες χρησιμοποιώντας το μοντέλο που αντιπροσωπεύει τη διαδικασία. Όποτε ο ρόλος του AIC είναι να εκτιμά τη σχετική ποσότητα πληροφοριών που χάθηκαν κατά τον σχηματισμό του μοντέλου πρόβλεψης. Επομένως για να είναι αποδεκτό το μοντέλο πρέπει η **αριθμητική τιμή του AIC να είναι μικρή** γιατί συνεπάγεται στο ότι **ο αριθμός των πληροφοριών που χάθηκαν είναι μικρός**, το οποίο κίόλας είναι και **ο επιθυμητός στόχος**.

Ταυτόχρονα, με την ανάπτυξη ενός μοντέλου πρόβλεψης μιας εξαρτημένης μεταβλητής με την μέθοδο της παλινδρόμησης Poisson, πρέπει να ελέγχεται το κριτήριο του **συντελεστή προσαρμογής McFadden** ή pseudo- R^2 . Αυτός ο συντελεστής χρησιμοποιείται ως κριτήριο καλής προσαρμογής των δεδομένων στο μοντέλο. Το τετράγωνο μέτρο R του McFadden ορίζεται ως:

$$R^2_{McFadden} = 1 - \frac{\log(L_1)}{\log(L_0)}$$

Όπου:

L_c : δηλώνει την (μεγιστοποιημένη) τιμή πιθανότητας από το τρέχον προσαρμοσμένο μοντέλο

L_{null} : υποδηλώνει την αντίστοιχη τιμή, αλλά για το μηδενικό μοντέλο - το μοντέλο με μόνο ένα σημείο τομής και χωρίς συντεταγμένες

Οι τιμές τις οποίες μπορεί να πάρει ο συγκεκριμένος συντελεστής κυμαίνονται από μηδέν έως ένα και όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του μέσα σε αυτό το διάστημα τόσο καλύτερο είναι το μοντέλο, γιατί αυτό σημαίνει ότι οι ανεξάρτητες μεταβλητές έχουν μεγάλη εξάρτηση με την εξαρτημένη μεταβλητή. Στην πράξη όμως, ένα μοντέλο πρόβλεψης θεωρείται οριακά αποδεκτό για την ελάχιστη τιμή συντελεστή McFadden 0,25~0,30. Αντίθετα στην λογαριθμική γραμμική παλινδρόμηση δεν υπάρχει ο συντελεστής του McFadden, αλλά υπάρχει ένας άλλος δείκτης, ο οποίος έχει τον ίδιο ρόλο και ονομάζεται **Adjusted R-squared** και η ελάχιστη ικανοποιητική τιμή που μπορεί να πάρει, είναι 0,45

Τελευταίο κριτήριο αποδοχής ενός μοντέλου είναι η **ελαστικότητα**. Πρόκειται για έναν δείκτη που αντικατοπτρίζει την **ευαισθησία** μιας εξαρτημένης μεταβλητής Y στην μεταβολή μιας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών. Είναι πολλές φορές ορθότερο να εκφραστεί η ευαισθησία ως ποσοστιαία μεταβολή της εξαρτημένης μεταβλητής που προκαλεί η 1% μεταβολή της ανεξάρτητης. Η ελαστικότητα για γραμμικά μοντέλα δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$ei = (\Delta Y_i / \Delta X_i) (X_i / Y_i) = \beta_i (X_i / Y_i)$$

4 Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων

4.1 Εισαγωγή

Με την ολοκλήρωση της βιβλιογραφικής ανασκόπησης ερευνών συναφών με το αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας που αποσκοπούσε στην απόκτηση βασικών γνώσεων πάνω στο θέμα και τον προσδιορισμό των κατάλληλων μεθόδων στατιστικής ανάλυσης, ο επόμενος στόχος είναι η **συλλογή και η επεξεργασία των στοιχείων**. Αυτό το βήμα είναι ιδιαίτερα σημαντικό καθώς θα γίνει λεπτομερής ανάλυση της διαδικασίας έτσι ώστε να δοθεί μια πλήρης εικόνα της αξιοπιστίας και της ποιότητας των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν.

Ειδικότερα το παρόν κεφάλαιο χωρίζεται σε δύο μεγάλες ενότητες. Στην πρώτη ενότητα, που αναφέρεται στη συλλογή των στοιχείων, περιγράφεται το πείραμα που πραγματοποιήθηκε για τα στοιχεία που συλλέχθηκαν. Η δεύτερη ενότητα επικεντρώνεται στην επεξεργασία των στοιχείων και παρουσιάζονται συγκεντρωτικοί πίνακες, οι οποίοι περιγράφουν τα δεδομένα και προκύπτουν με την βοήθεια του λογισμικού στατιστικής ανάλυσης R, συνοδευόμενοι με τον αντίστοιχο απαιτούμενο σχολιασμό. Επομένως γίνεται αντιληπτό ότι η διαδικασία που θα αναλυθεί παρακάτω είναι ουσιαστική για την επίτευξη του στόχου Διπλωματικής Εργασίας που είναι **οι κρίσιμοι παράγοντες επιρροής της υπέρβασης των ορίων ταχύτητας**.

4.2 Συλλογή Στοιχείων

Παλιότερα είχαν πραγματοποιηθεί αρκετές έρευνες στον τομέα της υπέρβασης της ταχύτητας με σκοπό να προσδιοριστούν οι παράγοντες που επηρεάζουν αυτό το φαινόμενο. Για τη συλλογή των απαιτούμενων στοιχείων χρησιμοποιήθηκαν διάφορα μέσα, όπως συμπλήρωση ερωτηματολογίων, μετρήσεις που προέρχονταν από προσομοιωτές ή από παρατηρήσεις και καταγραφές. Όμως τα τελευταία χρόνια λόγω της ραγδαίας ανάπτυξης της τεχνολογίας, εφαρμόζονται πλέον νέα συστήματα καταγραφής δεδομένων, παραδείγματος χάριν η εγκατάσταση συσκευών στον εγκέφαλο της μηχανής του οχήματος ή αισθητήρες από έξυπνα κινητά τηλέφωνα. Στην παρούσα εργασία η συλλογή των δεδομένων έγινε με **τη χρήση αισθητήρων από έξυπνα κινητά τηλέφωνα σε πραγματικές συνθήκες οδήγησης** καθώς και με τη συμπλήρωση ενός αναλυτικού ερωτηματολογίου και στο τέλος όλα τα δεδομένα συγκεντρωθήκαν και στάλθηκαν μέσω μιας εφαρμογής στην εταιρεία OSeven, η οποία με τη σειρά της τα οργάνωσε σε αρχεία Excel.

4.2.1 Στοιχεία εφαρμογής OSeven

Η OSeven είναι **μία εταιρεία τηλεματικής** η οποία έχει δημιουργήσει μια εφαρμογή κατάλληλη για αρκετές κατηγορίες έξυπνων κινητών τηλεφώνων με σκοπό να συλλέγει στοιχεία που αφορούν τον **τρόπο οδήγησης και συμπεριφοράς των οδηγών**. Όπως είναι γνωστό κάθε οδηγός είναι ξεχωριστός και μοναδικός και για αυτό τον λόγο, η εταιρεία αυτή προσπαθεί μέσω των δεδομένων που συλλέγει, να **αναλύσει την ατομική συμπεριφορά** αυτών κατά το χρονικό διάστημα που βρίσκονται **στο οδικό δίκτυο** και με την χρήση κατάλληλων αλγορίθμων να

δημιουργήσει ένα προφίλ για αυτούς. Τελικός στόχος αυτής της εταιρείας είναι να ενημερώνει τους οδηγούς για τα αδύναμα σημεία στην οδήγηση τους ώστε να βελτιωθούν, να βοηθήσει τις εταιρείες αλλά και ατομικά τους ανθρώπους να αυξήσουν τα κέρδη τους και ταυτόχρονα να μειώσουν τα κόστη τους και γενικά να συνεισφέρει στην ανάπτυξη **ενός ασφαλέστερου οδικού δικτύου**. Η επίτευξη όλων των παραπάνω θα έχουν ως αποτέλεσμα την καλύτερη **ενσωμάτωση** των εταιρειών αλλά και γενικά των ανθρώπων στην **νέα εποχή της κινητικότητας** και της χρήσης των οχημάτων και αυτό επιβεβαιώνεται ήδη καθώς πολλοί πολίτες εγκαθιστούν καθημερινά τέτοιου είδους εφαρμογές.

Η **καταγραφή των δεδομένων** ξεκινάει αυτόματα όταν αναγνωρίζεται από τους αισθητήρες των κινητών τηλεφώνων μια κατάσταση οδήγησης και σταματάει αυτόματα όταν αναγνωρίζεται κατάσταση μη οδήγησης. Όμως η διακοπή της καταγραφής δεν ολοκληρώνεται αμέσως με την ακινητοποίηση του οχήματος, αλλά μετά το χρονικό διάστημα των πέντε λεπτών καθώς θεωρείται ότι ο οδηγός έκανε μια ολιγόλεπτη στάση και μετά συνεχίζει την διαδρομή του. Τα καταγεγραμμένα στοιχεία προέρχονται από τους διάφορους αισθητήρες των έξυπνων κινητών τηλεφώνων (smartphone) και αλγόριθμους συγχώνευσης (fusion algorithms) δεδομένων που παρέχονται από το Android (Google) και το iOS (Apple).

Η εφαρμογή κινητού τηλεφώνου που έχει αναπτυχθεί, καταγράφει τη συμπεριφορά του χρήστη χρησιμοποιώντας τους αισθητήρες της συσκευής (επιταχυνσιόμετρο (Accelerometer), γυροσκόπιο (Gyroscope), μαγνητόμετρο (Magnetometer), GPS (ταχύτητα, πορεία, γεωγραφικό μήκος, γεωγραφικό πλάτος)). Επιπλέον για να διαβαστούν τα δεδομένα που κατέγραψαν οι αισθητήρες και να αποθηκευτούν προσωρινά στη συσκευή χρησιμοποιείται μια ποικιλία APIs (Application Programming Interface). Έπειτα αυτά τα στοιχεία στέλνονται μέσω σύνδεσης ίντερνετ (είτε με Wi-Fi είτε με δίκτυο 3G / 4G) στην κεντρική βάση δεδομένων του OSeven backend office και ταυτόχρονα διαγράφονται από την μνήμη του κινητού τηλεφώνου ώστε να είναι έτοιμο να καταγράψει στην επόμενη διαδρομή. Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται το διάγραμμα ροής των δεδομένων:



Εικόνα 4.1: Διάγραμμα ροής δεδομένων, Πηγή: <https://www.oseven.io>

Με το που ολοκληρωθεί το στάδιο της αποθήκευσης των στοιχείων στον εξυπηρετητή, το επόμενο βήμα είναι **η κεντρική επεξεργασία και η μείωση της διάστασης των δεδομένων**, ώστε να μετατραπούν τα στοιχεία που έχουν συλλεχθεί σε σημαντικές πληροφορίες σχετικές με την οδική ασφάλεια. Για να υλοποιηθεί αυτό υπάρχουν δύο μεγάλες μέθοδοι επεξεργασίας δεδομένων που περιλαμβάνουν δύο οικογένειες τεχνικών, **τεχνικές εξόρυξης μεγάλων δεδομένων** και **αλγόριθμους Machine Learning (ML)**. Η μεθοδολογία που ακολουθείται είναι η εξής:

- Εξομάλυνση δεδομένων (όπου χρειάζεται)

- Εντοπισμός απότομων συμβάντων (απότομων επιταχύνσεων, φρεναρισμάτων και στροφών) και χρήσης κινητού τηλεφώνου (ομιλία, σύνταξη μηνυμάτων, πλοήγηση στο διαδίκτυο)
- Προσδιορισμός μέσου μεταφοράς(αυτοκίνητο, μοτοσικλέτα, μαζική μεταφορά)
- Προσδιορισμός τρόπου μετακίνησης (αυτοκίνητο Ι.Χ., μέσα μαζικής μεταφοράς, ποδήλατο, μοτοποδήλατο)
- Φιλτράρισμα δεδομένων και ανίχνευση τιμών που αποκλίνουν
- Οδήγηση εντός επικίνδυνων ωρών (απόσταση σε επικίνδυνες ώρες)
- Καθορισμούς οδηγού ή επιβάτη
- Περιοχές υπερβολικής ταχύτητας

Έπειτα υπολογίζεται μια ποικιλία διαφορετικών μετά-δεδομένων τα οποία είναι χρήσιμα στον χρήστη ή στην αξιολόγηση της οδηγικής συμπεριφοράς, όπως για παράδειγμα:

- Δείκτες έκθεσης κινδύνου
 - Συνολική απόσταση (απόσταση σε μίλια)
 - Διάρκεια οδήγησης
 - Τύπος (τύποι) οδικού δικτύου που χρησιμοποιείται (η θέση δίνεται στο Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού θέσης (GPS) και ενσωματώνεται σε χορηγούς χαρτών, π.χ. Google, OSM)
 - Περίοδος της ημέρας που πραγματοποιήθηκε η οδήγηση (ώρες αιχμής, επικίνδυνες ώρες)
 - Καιρικές Συνθήκες
 - Σκοπός του ταξιδιού
- συνδυασμένα με άλλες πηγές δεδομένων (όρια ταχυτήτων και λεπτομερείς χάρτες ατυχημάτων).



Εικόνα 4.2: Δείκτες κινδύνου οδήγησης, Πηγή: [QSeven](#)

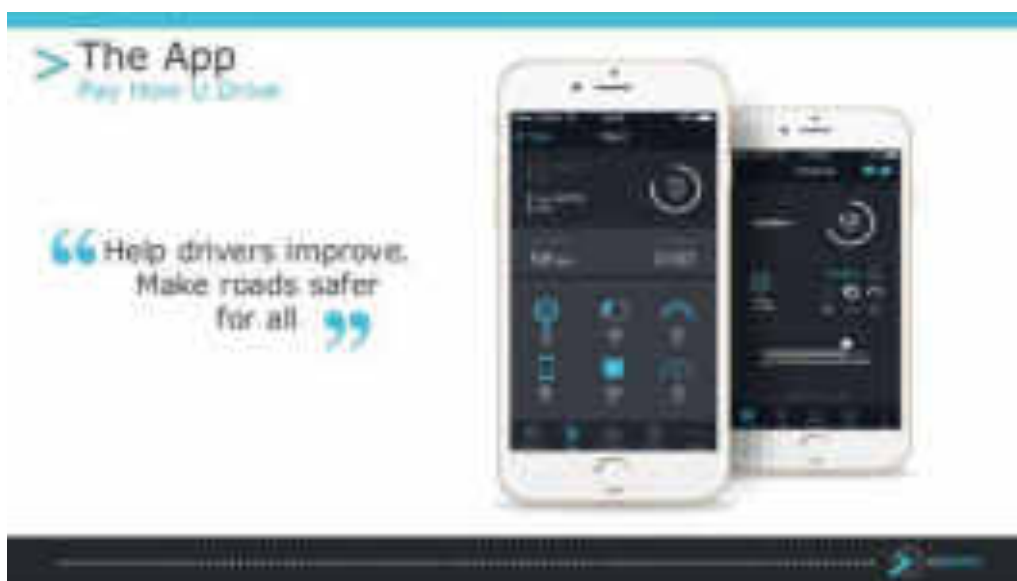
Δείκτες οδηγικής συμπεριφοράς

- Υπέρβαση του ορίου ταχύτητας (διάρκεια υπέρβασης του ορίου, υπέρβαση του ορίου ταχύτητας κλπ.)
- Αριθμός και σοβαρότητα απότομων συμβάντων
- Απότομο φρενάρισμα (επιτάχυνση κατά μήκος)
- Απότομη επιτάχυνση (επιτάχυνση κατά μήκος)
- Απότομες στροφές (γωνιακή ταχύτητα, πλευρική επιτάχυνση, πορεία)
- Οδηγική επιθετικότητα (π.χ. φρενάρισμα, επιτάχυνση)

- Απόσπαση λόγω χρήσης κινητού τηλεφώνου

Το τελευταίο στάδιο της διαδικασίας επεξεργασίας των δεδομένων είναι η **ανάπτυξη του μοντέλου** οδηγικής συμπεριφοράς. Η εταιρεία OSeven χρησιμοποιεί ένα εξελιγμένο μοντέλο βαθμολόγησης ώστε να βαθμολογήσει τον χρήστη για κάθε ταξίδι και κατ' επέκταση να υπολογίσει τη συνολική του βαθμολογία. Αυτό επιτυγχάνεται από την ανάπτυξη ορισμένων δεικτών, οι οποίοι αξιολογούν τη συμπεριφορά του οδηγού το χρονικό διάστημα που οδηγεί καθώς και τα σφάλματα που κάνει. Στο τέλος αποθηκεύεται όλη η διαδικασία σε μια βάση ανά ταξίδι-διαδρομή για κάθε οδηγό με τελικό στόχο να κατασκευασθεί το τελικό σύστημα βαθμολόγησης του κάθε οδηγού.

Από την άλλη πλευρά κάθε χρήστης, που έχει κατεβάσει τη συγκεκριμένη εφαρμογή και δίνει την δυνατότητα στην OSeven να συλλέγει τα στοιχεία του από τις διαδρομές που πραγματοποιεί, μπορεί να έχει **πρόσβαση στην εφαρμογή έξυπνων κινητών τηλεφώνων (Smartphone) και στη Διαδικτυακή Πύλη** και να πληροφορείται για τα αποτελέσματα που εξάγονται. Επομένως μπορεί να ενημερώνεται ανά πάσα στιγμή όχι μόνο για την θέση του στον χάρτη ή για την βαθμολογία που του απονέμεται αλλά και σε ποια οδικά τμήματα εμφάνισε επιθετική συμπεριφορά ή έκανε σφάλματα ώστε να αποφευχθούν παρόμοιες ενέργειες στο μέλλον.



Εικόνα 4.3: Εφαρμογή της OSeven στο κινητό τηλέφωνο , Πηγή: <https://www.oseven.io>

4.2.2. Δεδομένα Διπλωματικής Εργασίας

Για την εκπόνηση της παρούσας Διπλωματική Εργασίας, χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία που συλλέχθηκαν και οργανώθηκαν σε δύο βάσεις δεδομένων υπό την μορφή Excel από την εταιρεία OSeven σε ένα χρονικό διάστημα έξι μηνών. **Στην πρώτη βάση** συμπεριλαμβάνονται **χιλιάδες (49.019 συνολικά) διαδρομές** για περισσότερους από 200 οδηγούς. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν τόσο σε αστικό όσο και σε υπεραστικό περιβάλλον και αυτοκινητόδρομο και για κάθε διαδρομή καταγράφηκαν **διάφορα χαρακτηριστικά της οδήγησης** όπως η μέση ταχύτητα, μέση επιτάχυνση, η απόσταση διαδρομής, το χρονικό διάστημα διαδρομής και άλλα. Παρακάτω επισημαίνονται η ερμηνεία των μεταβλητών που υπήρχαν στο συγκεκριμένο αρχείο:

- name: ονομασία οδηγού στην εφαρμογή
- tripid: κωδική ονομασία διαδρομής
- userid: κωδική ονομασία οδηγού στην εφαρμογή
- label: είδος μεταφορικού μέσου (αυτοκίνητο ή μηχανή)
- driver_id: κωδική ονομασία οδηγού
- tripstarted: ημερομηνία και ώρα έναρξης της μετακίνησης
- distance_total: συνολική απόσταση διαδρομής σε χιλιόμετρα (km)
- duration: συνολική διάρκεια διαδρομής σε δευτερόλεπτα (s)
- duration_highway: συνολική διάρκεια διαδρομής σε αυτοκινητόδρομο (s)
- duration_rural: συνολική διάρκεια διαδρομής σε υπεραστικό περιβάλλον (s)
- duration_urban: συνολική διάρκεια διαδρομής σε αστικό περιβάλλον (s)
- duration_driving: συνολική διάρκεια οδήγησης σε δευτερόλεπτα (s)
- duration_driving_highway: συνολική διάρκεια οδήγησης σε αυτοκινητόδρομο σε δευτερόλεπτα (s)
- duration_driving_rural: συνολική διάρκεια οδήγησης σε υπεραστικό περιβάλλον σε δευτερόλεπτα (s)
- duration_driving_urban: συνολική διάρκεια οδήγησης σε αστικό περιβάλλον σε δευτερόλεπτα (s)
- distance_highway: απόσταση διαδρομής σε αυτοκινητόδρομο (km)
- distance_rural: απόσταση διαδρομής σε υπεραστικό περιβάλλον (km)
- distance_urban: απόσταση διαδρομής σε αστικό περιβάλλον (km)
- distance_30: απόσταση διαδρομής όταν η ταχύτητα είναι μέχρι 30km/h
- distance_3050: απόσταση διαδρομής όταν η ταχύτητα είναι μεταξύ 30-50 km/h
- distance_5090: απόσταση διαδρομής όταν η ταχύτητα είναι μεταξύ 50-90 km/h
- distance_90: απόσταση διαδρομής όταν η ταχύτητα είναι πάνω από 90 km/h
- speed_avg: μέση ταχύτητα (km/h)
- speed_highway_avg: μέση ταχύτητα σε αυτοκινητόδρομο (km/h)
- speed_rural_avg: μέση ταχύτητα σε υπεραστικό περιβάλλον (km/h)
- speed_urban_avg: μέση ταχύτητα σε αστικό περιβάλλον (km/h)
- speeding_sq_avg: μέση ποσοστιαία υπέρβαση του ορίου ταχύτητας (^2)
- speeding_highway_sq_avg: μέση ποσοστιαία υπέρβαση του ορίου ταχύτητας σε αυτοκινητόδρομο (^2)
- speeding_rural_sq_avg: μέση ποσοστιαία υπέρβαση του ορίου ταχύτητας σε υπεραστικό περιβάλλον (^2)

- speeding_urban_sq_avg: μέση ποσοστιαία υπέρβαση του ορίου ταχύτητας σε αστικό περιβάλλον (^2)
- speeding_percentage: ποσοστό οδήγησης πάνω από το όριο ταχύτητας
- speeding_highway_percentage: ποσοστό οδήγησης πάνω από το όριο ταχύτητας σε αυτοκινητόδρομο
- speeding_rural_percentage: ποσοστό οδήγησης πάνω από το όριο ταχύτητας σε υπεραστικό περιβάλλον
- speeding_urban_percentage: ποσοστό οδήγησης πάνω από το όριο ταχύτητας σε αστικό περιβάλλον
- mbu: ποσοστό χρήσης κινητού τηλεφώνου κατά τη διάρκεια της οδήγησης
- mbu_highway: ποσοστό χρήσης κινητού τηλεφώνου κατά τη διάρκεια της οδήγησης σε αυτοκινητόδρομο
- mbu_rural: ποσοστό χρήσης κινητού τηλεφώνου κατά τη διάρκεια της οδήγησης σε υπεραστικό περιβάλλον
- mbu_urban: ποσοστό χρήσης κινητού τηλεφώνου κατά τη διάρκεια της οδήγησης σε αστικό περιβάλλον
- acc_highway: επιτάχυνση σε αυτοκινητόδρομο (km/h/s)
- acc_rural: επιτάχυνση σε υπεραστικό περιβάλλον (km/h/s)
- acc_urban: επιτάχυνση σε αστικό περιβάλλον (km/h/s)
- acc_avg: μέση επιτάχυνση (km/h/s)
- acc_highway_sq_avg: μέση ποσοστιαία επιτάχυνση σε αυτοκινητόδρομο (^2)
- acc_rural_sq_avg: μέση ποσοστιαία επιτάχυνση σε υπεραστικό περιβάλλον (^2)
- acc_urban_sq_avg: μέση ποσοστιαία επιτάχυνση σε αστικό περιβάλλον (^2)
- acc_30_avg: μέση επιτάχυνση όταν η ταχύτητα είναι μέχρι 30km/h
- acc_3050_avg: μέση επιτάχυνση όταν η ταχύτητα είναι μεταξύ 30-50 km/h
- acc_5090_avg: μέση επιτάχυνση όταν η ταχύτητα είναι μεταξύ 50-90 km/h
- acc_90_avg: μέση επιτάχυνση όταν η ταχύτητα είναι πάνω από 90 km/h
- dec_highway: επιβράδυνση σε αυτοκινητόδρομο (km/h/s)
- dec_rural: επιβράδυνση σε υπεραστικό περιβάλλον (km/h/s)
- dec_urban: επιβράδυνση σε αστικό περιβάλλον (km/h/s)
- dec_avg: μέση επιβράδυνση (km/h/s)
- dec_30_avg: μέση επιβράδυνση όταν η ταχύτητα είναι μέχρι 30km/h
- dec_3050_avg: μέση επιβράδυνση όταν η ταχύτητα είναι μεταξύ 30-50 km/h
- dec_5090_avg: μέση επιβράδυνση όταν η ταχύτητα είναι μεταξύ 50-90 km/h

- dec_90_avg: μέση επιβράδυνση όταν η ταχύτητα είναι πάνω από 90 km/h
- dec_highway_sq_avg: μέση ποσοστιαία επιβράδυνση σε αυτοκινητόδρομο (^2)
- dec_rural_sq_avg: μέση ποσοστιαία επιβράδυνση σε υπεραστικό περιβάλλον (^2)
- dec_urban_sq_avg: μέση ποσοστιαία επιβράδυνση σε αστικό περιβάλλον (^2)
- harsh_acc: απότομη επιτάχυνση (απόλυτος αριθμός)
- harsh_acc_30: απότομη επιτάχυνση όταν η ταχύτητα είναι μέχρι 30km/h
- harsh_acc_3050: απότομη επιτάχυνση όταν η ταχύτητα είναι μεταξύ 30-50 km/h
- harsh_acc_5090: απότομη επιτάχυνση όταν η ταχύτητα είναι μεταξύ 50-90 km/h
- harsh_acc_90: απότομη επιτάχυνση όταν η ταχύτητα είναι πάνω από 90 km/h
- harsh_acc_highway: απότομη επιτάχυνση σε αυτοκινητόδρομο
- harsh_acc_rural: απότομη επιτάχυνση σε υπεραστικό περιβάλλον
- harsh_acc_urban: απότομη επιτάχυνση σε αστικό περιβάλλον
- harsh_acc_intensity_highway_high: υψηλή επιθετικότητα επιτάχυνσης σε αυτοκινητόδρομο
- harsh_acc_intensity_highway_medium: μέτρια επιθετικότητα επιτάχυνσης σε αυτοκινητόδρομο
- harsh_acc_intensity_highway_low: χαμηλή επιθετικότητα επιτάχυνσης σε αυτοκινητόδρομο
- harsh_acc_intensity_rural_high: υψηλή επιθετικότητα επιτάχυνσης σε υπεραστικό περιβάλλον
- harsh_acc_intensity_rural_medium: μέτρια επιθετικότητα επιτάχυνσης σε υπεραστικό περιβάλλον
- harsh_acc_intensity_rural_low: χαμηλή επιθετικότητα επιτάχυνσης σε υπεραστικό περιβάλλον
- harsh_acc_intensity_urban_high: υψηλή επιθετικότητα επιτάχυνσης σε αστικό περιβάλλον
- harsh_acc_intensity_urban_medium: μέτρια επιθετικότητα επιτάχυνσης σε αστικό περιβάλλον
- harsh_acc_intensity_urban_low: χαμηλή επιθετικότητα επιτάχυνσης σε αστικό περιβάλλον
- harsh_brk: απότομο φρενάρισμα/επιβράδυνση (απόλυτος αριθμός)
- harsh_brk_highway: απότομη επιβράδυνση σε αυτοκινητόδρομο
- harsh_brk_rural: απότομη επιβράδυνση σε υπεραστικό περιβάλλον
- harsh_brk_urban: απότομη επιβράδυνση σε αστικό περιβάλλον

- harsh_brk_30: απότομη επιβράδυνση όταν η ταχύτητα είναι μέχρι 30km/h
- harsh_brk_3050: απότομη επιβράδυνση όταν η ταχύτητα είναι μεταξύ 30-50 km/h
- harsh_brk_5090: απότομη επιβράδυνση όταν η ταχύτητα είναι μεταξύ 50-90 km/h
- harsh_brk_90: απότομη επιβράδυνση όταν η ταχύτητα είναι πάνω από 90 km/h
- harsh_brk_intensity_highway_high: υψηλή επιθετικότητα φρεναρίσματος σε αυτοκινητόδρομο
- harsh_brk_intensity_highway_medium: μέτρια επιθετικότητα φρεναρίσματος σε αυτοκινητόδρομο
- harsh_brk_intensity_highway_low: χαμηλή επιθετικότητα φρεναρίσματος σε αυτοκινητόδρομο
- harsh_brk_intensity_rural_high: υψηλή επιθετικότητα φρεναρίσματος σε υπεραστικό περιβάλλον
- harsh_brk_intensity_rural_medium: μέτρια επιθετικότητα φρεναρίσματος σε υπεραστικό περιβάλλον
- harsh_brk_intensity_rural_low: χαμηλή επιθετικότητα φρεναρίσματος σε υπεραστικό περιβάλλον
- harsh_brk_intensity_urban_high: υψηλή επιθετικότητα φρεναρίσματος σε αστικό περιβάλλον
- harsh_brk_intensity_urban_medium: μέτρια επιθετικότητα φρεναρίσματος σε αστικό περιβάλλον
- harsh_brk_intensity_urban_low: χαμηλή επιθετικότητα φρεναρίσματος σε αστικό περιβάλλον
- distance_risky_hours: οδήγηση σε επικίνδυνες ώρες από τις 22:00 μέχρι τις 05:00 (km)
- smooth_eco: οικολογική οδήγηση (όσο μεγαλύτερη η τιμή τόσο το καλύτερο)
- smooth_eco_highway: οικολογική οδήγηση σε αυτοκινητόδρομο
- smooth_eco_rural: οικολογική οδήγηση σε υπεραστικό περιβάλλον
- smooth_eco_urban: οικολογική οδήγηση σε αστικό περιβάλλον
- peak hour: 0: πρωινές ώρες αιχμής (06:00-10:00), 1: απογευματινές ώρες αιχμής (16:00-20:00), 99: υπόλοιπες ώρες εκτός αιχμής
- week_day: ημέρα εβδομάδας (0: Δευτέρα, 1: Τρίτη κλπ.)
- work_weekend: 0: καθημερινή, 1: Σαββατοκύριακο

Επιπλέον η **δεύτερη βάση** δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε, περιέχει τις **απαντήσεις σε ένα ερωτηματολόγιο** που δήλωσαν 100 από τους οδηγούς που υπάρχουν και στην πρώτη βάση στοιχείων και αφορούν αποκλειστικά τη χρήση του Ι.Χ. ως μέσο μετακίνησης. Το ερωτηματολόγιο χωριζόταν σε τέσσερις μεγάλες ενότητες οι οποίες αφορούσαν στην οδηγική εμπειρία–μετακινήσεις, στο όχημα, την οδηγική συμπεριφορά και τα δημογραφικά χαρακτηριστικά, όπως για παράδειγμα την

ηλικία, το φύλο, την ηλικία του οχήματος, πόσο συχνά χρησιμοποιούν το κινητό τηλέφωνο κατά την διάρκεια της οδήγησης και άλλα. Όμως επειδή μερικές απαντήσεις είναι υπό μορφή κειμένου, (δηλαδή συχνά, σπάνια), αντικαταστάθηκαν με αριθμούς οι οποίοι έχουν συμβολική αξία ώστε να επεξεργαστούν με μεγαλύτερη ευκολία στη συνέχεια στο πρόγραμμα στατιστικής ανάλυσης R. Ειδικότερα παρακάτω παρατίθενται υπό τη μορφή εικόνων αναλυτικά όλες οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου.




Ερωτηματολόγιο Συμπεριφοράς Οδηγού Ι.Χ.

Όι απαντήσεις σας στο παρόν ερωτηματολόγιο θα γίνουν οι αποκλειστικές πηγή της έρευνας του Ι.Χ. ως μέσο μετακίνησης

A. ΓΕΝΙΚΗ ΕΜΠΕΙΡΙΑ – ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ

1. Email Συμμετέχοντα:

2. Πόσα χρόνια έχετε την ιδέα οδήγησης του Ι.Χ. σας;

3. Πόση χρόνο οδήγησε εμπειρία έχετε, ανάκατονος τόπου κράτησης;

4. Πόσες φορές την εβδομάδα χρησιμοποιείτε το Ι.Χ. σας;

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

5. Πόσο χιλιόμετρα περίπου οδηγείτε την εβδομάδα;

<50	50-100	100-150	150-200	200+
-----	--------	---------	---------	------

6. Πόσες διαδρομές πραγματοποιείτε κατά μέσο όρο την ημέρα ως οδηγός;

1	2	3	4	5+
---	---	---	---	----

7. Ήσαστε το μέσο κυριότερο μέλος των διαδρομών σας σε χιλιόμετρα;

1-2	3-5	6-8	10-15	16-20	20+
-----	-----	-----	-------	-------	-----

8. Πόσα χιλιόμετρα οδηγείτε περίπου τον χρόνο;

<1.000	1.000-15.000	15.000-30.000	30.000-45.000	>45.000
--------	--------------	---------------	---------------	---------



Β. ΟΙΚΗΜΑ

8. Το σπίτι σας έχει ποσοστό γκαράζ/αποθήκη:

Δεν έχει καθόλου	Αρκετά για 10% ή λιγότερο	Για 10-20%	Για 20-30% ή περισσότερο	Άλλο
------------------	---------------------------	------------	--------------------------	------

9. Πόσες είναι οι καμπίνες του σπιτιού σας;

<100m²	100-120m²	120-140m²	140-160m²	160-180m²	180-200m²	>200m²
--------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	--------

10. Πόσο είναι η ηλικία του σπιτιού σας;

<10 ετών	10-15 ετών	15-20 ετών	>20 ετών
----------	------------	------------	----------

11. Πόσο είναι η μέση κατανάλωση ενέργειας του νοικοκυριού κατά τη διάρκεια του έτους;

<1000kWh	1-1000kWh	1000-1500kWh	1500-2000kWh	2000-2500kWh	>2500kWh
----------	-----------	--------------	--------------	--------------	----------

Γ. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ

12. Οι παρακάτω δραστηριότητες αφορούν το σπιτάκι σας/στην περιοχή σας, ως ιδιώτης:

	Μόνο ετήσια	Για εκλεκτικό ή γρήγορο
1. Έχει αγοράσει ή πωλήσει ακίνητο (πιο ή λιγότερο από ένα).		
2. Έχει αγοράσει ή πωλήσει μετρητά ή άλλα χρήματα.		
3. Έχει αγοράσει ή πωλήσει μετρητά ή άλλα χρήματα (πιο ή λιγότερο από ένα).		

	Μόνο ετήσια	Για εκλεκτικό ή γρήγορο
4. Έχει αγοράσει ή πωλήσει ακίνητο (πιο ή λιγότερο από ένα).		
5. Έχει αγοράσει ή πωλήσει μετρητά ή άλλα χρήματα.		
6. Έχει αγοράσει ή πωλήσει μετρητά ή άλλα χρήματα (πιο ή λιγότερο από ένα).		

13. Τα τελευταία 12 μήνες, πόσες φορές έχετε για παράδειγμα, στο Κόλπο (Golf), Ρυπαρότητα;

0	1	2	3	>3
---	---	---	---	----

21. Kādā veidā krāsu izstrādājat to visbiežāk vajag:

22. Kādu struktūru izstrādājat visbiežāk vajag:

<10.000	10.000-20.000	20.000-30.000	>30.000	Ar šiem datiem nepasaka
---------	---------------	---------------	---------	----------------------------

23. Kādu struktūru izstrādājat visbiežāk vajag:

Handwritten	Computerized	AI	Blockchain	Internet	Other
-------------	--------------	----	------------	----------	-------

24. Būvniecības nozarē strādājat vai tā ir jūsu specialitāte Smartphonos:

1 reizi gadā	2	3	4	5 reizi gadā
--------------	---	---	---	--------------

4.3 Επεξεργασία Στοιχείων

Στην υποενότητα αυτή παρουσιάζονται ορισμένα διαγράμματα που δημιουργήθηκαν στη φάση της προκαταρκτικής ανάλυσης με σκοπό τη καλύτερη κατανόηση των δεδομένων. Ακόμα, παρουσιάζεται επιγραμματικά η διαδικασία εισαγωγής των μεταβλητών στο λογισμικό της στατιστικής ανάλυσης.

4.3.1 Εισαγωγή Βάσης Δεδομένων στο Ειδικό Λογισμικό Στατιστικής Ανάλυσης R

Για να ξεκινήσει το στάδιο της στατιστικής επεξεργασίας των δεδομένων, πραγματοποιήθηκε αρχικά η εισαγωγή των 2 αρχείων Excel στο πρόγραμμα της στατιστικής ανάλυσης R μέσω της εντολής **read_excel**. Στη συνέχεια αφαιρέθηκαν όσοι χρήστες είχαν κάνει είτε λιγότερα από δέκα ταξίδια είτε δεν είχαν απαντήσει το ερωτηματολόγιο με τελικό στόχο να γίνει η συγχώνευση των δύο βάσεων δεδομένων σε έναν μεγάλο πίνακα. Οι εντολές που χρησιμοποιήθηκαν για την επίτευξη των παραπάνω είναι η **subset(x, subset)** και η **merge(y,z)** όπου:

- **x** είναι αντικείμενο που θα υποδιαμορφωθεί
- **subset** είναι λογική έκφραση που δείχνει στοιχεία ή σειρές για διατήρηση
- **y, z** είναι οι βάσεις- τα αρχεία Excel που θα ενοποιηθούν

Τέλος με την εντολή **view(data)** προβάλλεται ο τελικός πίνακας που προέκυψε μετά την ένωση και αργότερα με βάση αυτόν θα πραγματοποιηθεί στατιστική επεξεργασία και ανάλυση. Παρακάτω απεικονίζονται τα σημεία που αναφέρθηκαν προηγουμένως.



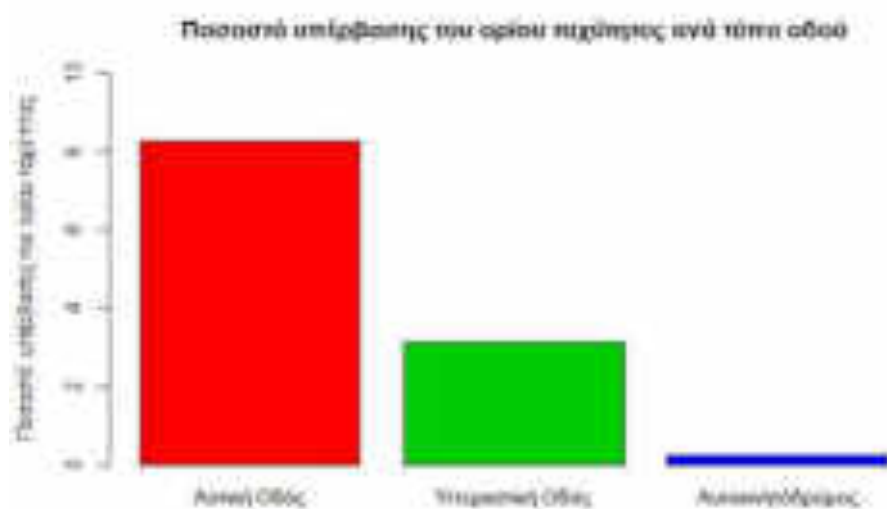
Εικόνα 4.4: Πεδίο εισαγωγής δεδομένων στην R

	id_road	id_lane	id_lane_id	year	speed_avg	speed_highest_avg	speed_min_avg	speed_min_highest_avg	speed_min_avg
1	Αστυνομαχίας	Αστυνομαχίας	11121	---	46.8800	56.47500	36.88000	---	36.8750
2	Αστυνομαχίας	Αστυνομαχίας	11122	---	42.1179	52.02125	32.11544	---	32.1079
3	Αστυνομαχίας	Αστυνομαχίας	11123	---	39.0000	47.90000	30.10144	---	30.0000
4	Αστυνομαχίας	Αστυνομαχίας	11124	---	39.0000	47.90110	30.17500	---	27.1125
5	Αστυνομαχίας	Αστυνομαχίας	11125	---	44.2000	53.10000	34.10000	---	34.1000
6	Αστυνομαχίας	Αστυνομαχίας	11126	---	51.0000	60.00000	42.10000	---	42.1000
7	Αστυνομαχίας	Αστυνομαχίας	11127	---	44.0000	53.10000	34.10000	---	34.1000
8	Αστυνομαχίας	Αστυνομαχίας	11128	---	52.1000	61.00000	43.10000	---	43.1000
9	Αστυνομαχίας	Αστυνομαχίας	11129	---	50.0000	60.00000	40.00000	---	40.0000
10	Αστυνομαχίας	Αστυνομαχίας	11130	---	50.0000	60.00000	40.00000	---	40.0000
11	Αστυνομαχίας	Αστυνομαχίας	11131	---	50.0000	60.00000	40.00000	---	40.0000
12	Αστυνομαχίας	Αστυνομαχίας	11132	---	50.0000	60.00000	40.00000	---	40.0000
13	Αστυνομαχίας	Αστυνομαχίας	11133	---	50.0000	60.00000	40.00000	---	40.0000
14	Αστυνομαχίας	Αστυνομαχίας	11134	---	50.0000	60.00000	40.00000	---	40.0000
15	Αστυνομαχίας	Αστυνομαχίας	11135	---	50.0000	60.00000	40.00000	---	40.0000
16	Αστυνομαχίας	Αστυνομαχίας	11136	---	50.0000	60.00000	40.00000	---	40.0000
17	Αστυνομαχίας	Αστυνομαχίας	11137	---	50.0000	60.00000	40.00000	---	40.0000
18	Αστυνομαχίας	Αστυνομαχίας	11138	---	50.0000	60.00000	40.00000	---	40.0000
19	Αστυνομαχίας	Αστυνομαχίας	11139	---	50.0000	60.00000	40.00000	---	40.0000

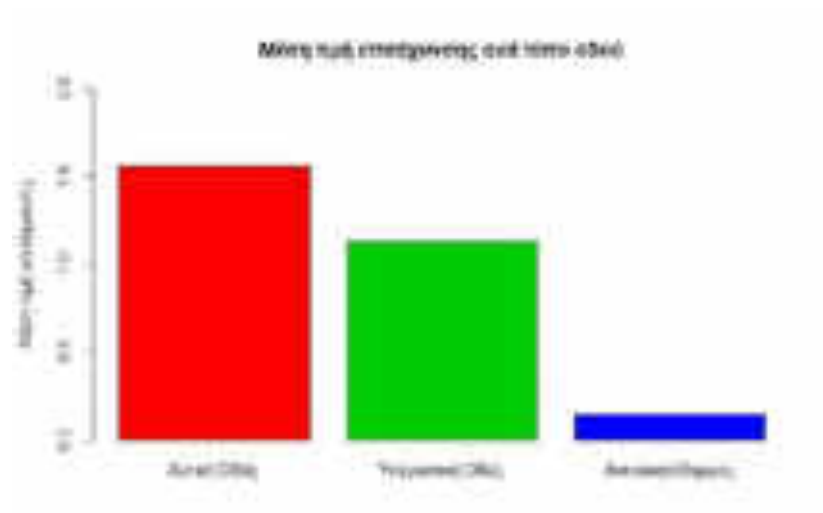
Εικόνα 4.5: Προβολή τμήματος τελικής βάσης δεδομένων στην R

4.3.2 Προκαταρκτική Ανάλυση

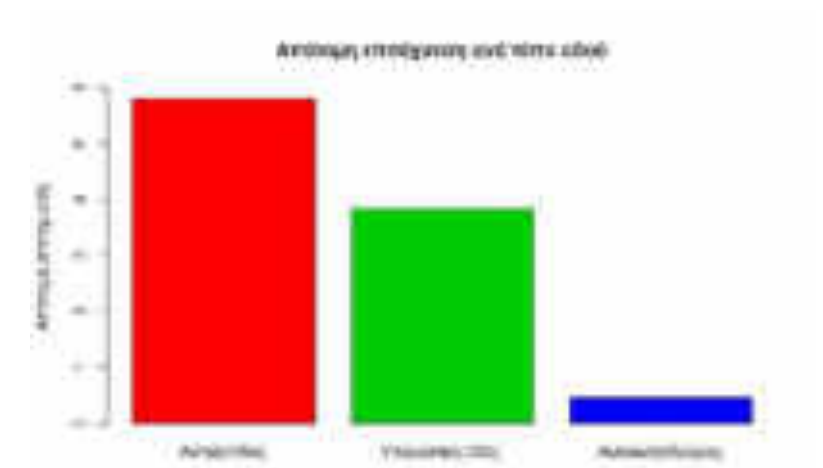
Μετά την ολοκλήρωση των παραπάνω βημάτων δημιουργήθηκαν διαγράμματα, τα οποία αποτελούν μια προκαταρκτική ανάλυση που συμβάλλει στην καλύτερη κατανόηση των αποτελεσμάτων και θα χρησιμοποιηθεί για την εξαγωγή ποιοτικότερων συμπερασμάτων. Παρακάτω παρουσιάζονται τα σημαντικότερα από αυτά τα διαγράμματα.



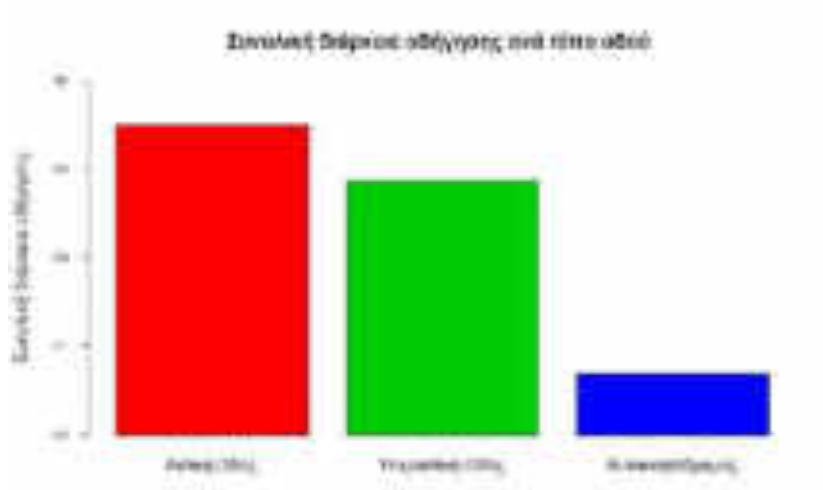
Διάγραμμα 4.1: Ποσοστό υπέρβασης του ορίου ταχύτητας ανά τύπο οδού



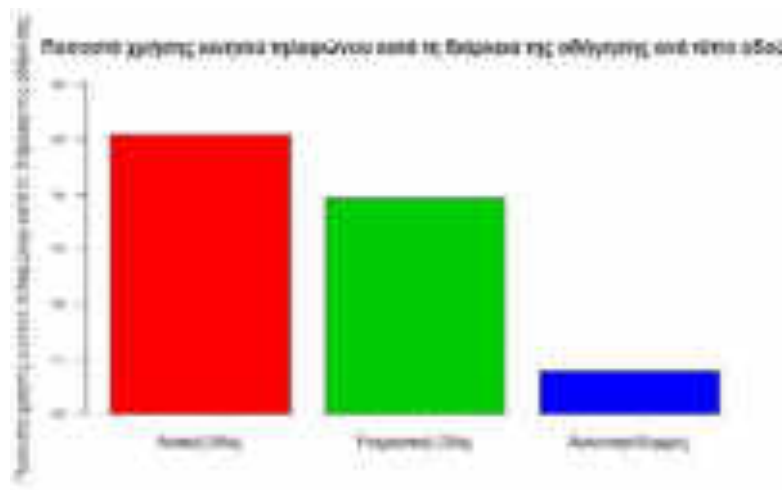
Διάγραμμα 4.2: Μέση τιμή επιτάχυνσης ανά τύπο οδού



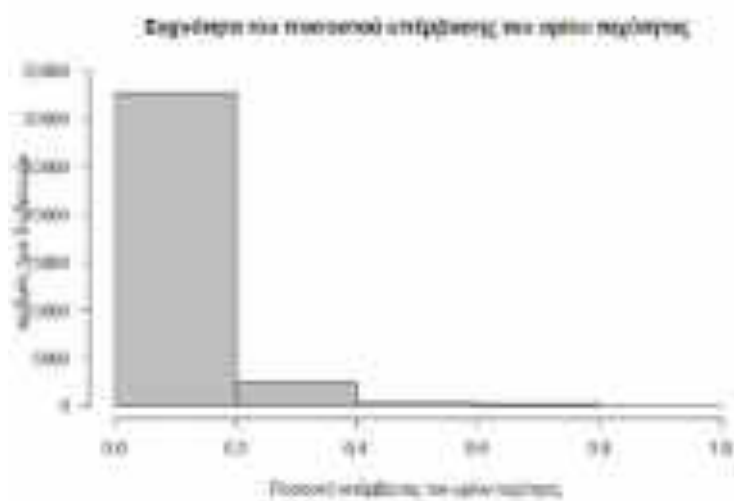
Διάγραμμα 4.3: Απότομη επιτάχυνση ανά τύπο οδού



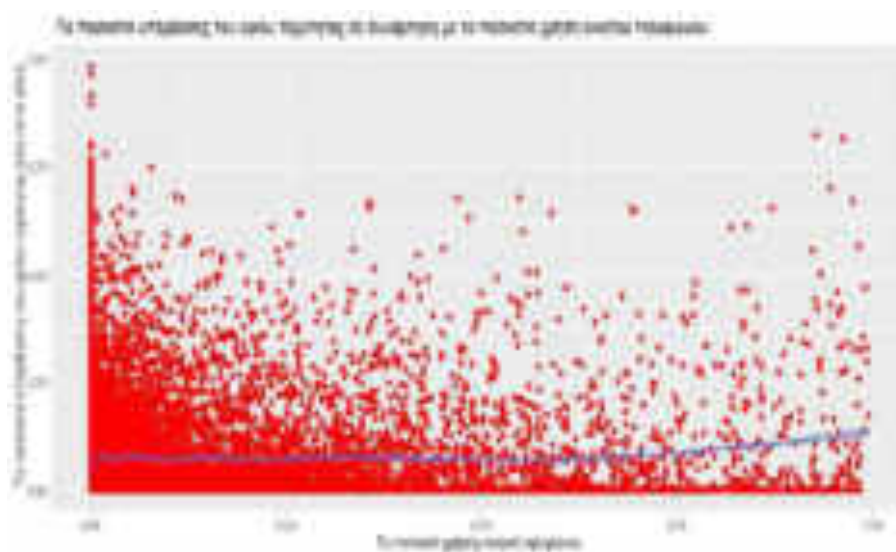
Διάγραμμα 4.4: Συνολική Διάρκεια Οδήγησης ανά τύπο οδού



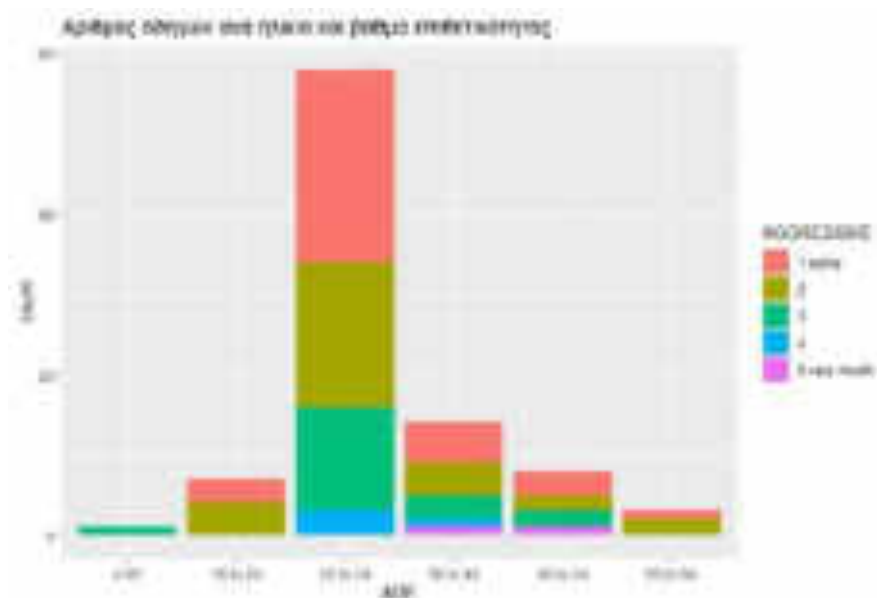
Διάγραμμα 4.5: Ποσοστό χρήσης κινητού τηλεφώνου ανά τύπο οδού



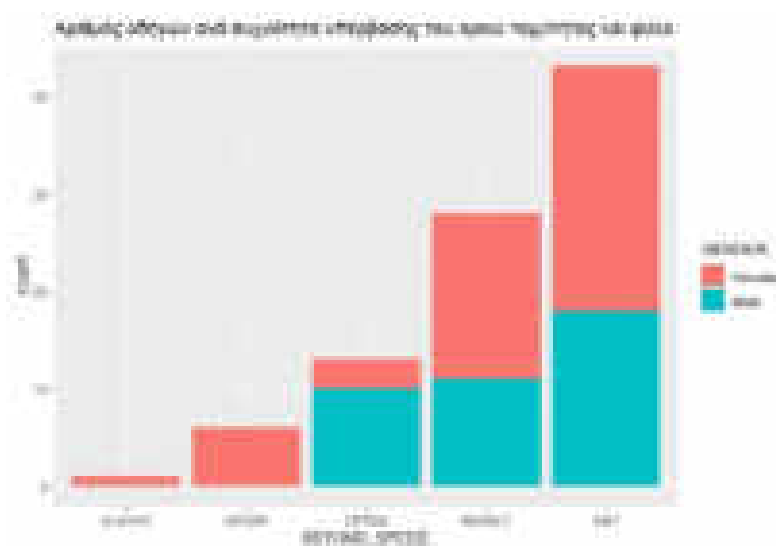
Διάγραμμα 4.6: Συχνότητα του ποσοστού υπέρβασης του ορίου ταχύτητας



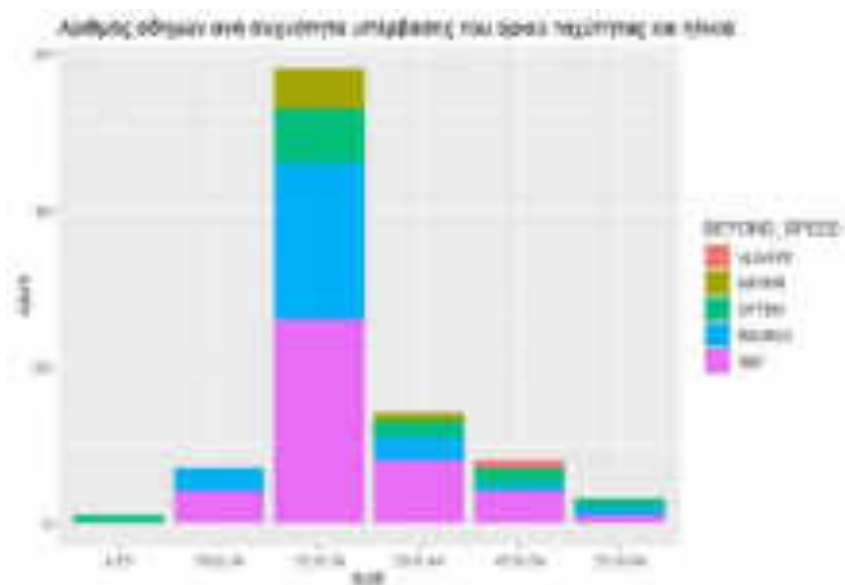
Διάγραμμα 4.7: Το ποσοστό υπέρβασης του ορίου ταχύτητας σε συνάρτηση με το ποσοστό χρήση κινητού τηλεφώνου



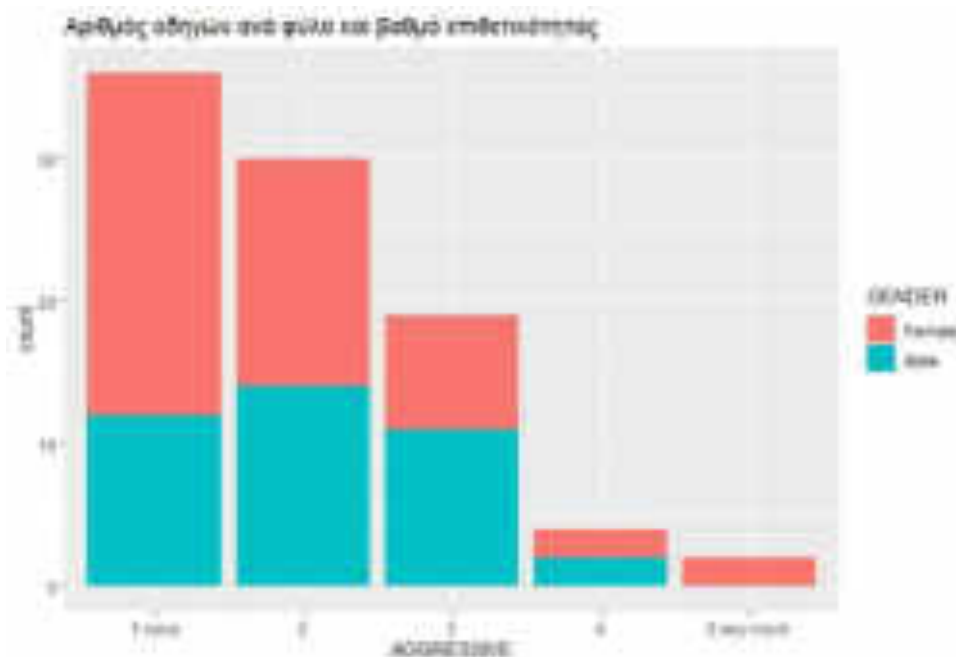
Διάγραμμα 4.8: Αριθμός οδηγών ανά ηλικία και βαθμό επιθετικότητας



Διάγραμμα 4.9: Αριθμός οδηγών ανά συχνότητα υπέρβασης του ορίου ταχύτητας και φύλο



Διάγραμμα 4.10: Αριθμός οδηγών ανά συχνότητα υπέρβασης του ορίου ταχύτητας και ηλικία



Διάγραμμα 4.11: Αριθμός οδηγών ανά φύλο και βαθμό επιθετικότητας

Εξετάζοντας τα ανωτέρω διαγράμματα προκύπτουν οι εξής παρατηρήσεις:

- Το ποσοστό υπέρβασης του ορίου ταχύτητας είναι υψηλότερο σε αστικές οδούς.
- Στις **περισσότερες διαδρομές** του δείγματος (περίπου 33.700 από τις 49.019) παρατηρείται ότι το ποσοστό υπέρβασης του ορίου ταχύτητας **κυμαίνεται από 0% - 20%**, ενώ για ποσοστό υπέρβασης του ορίου ταχύτητας από 20% - 40% έχουν πραγματοποιηθεί λιγότερες από 2.500 διαδρομές.
- Η μέση τιμή επιτάχυνσης καθώς και το φαινόμενο της απότομης επιτάχυνσης είναι **μικρότερα** στον αυτοκινητόδρομο και **μεγαλύτερα** σε αστικό περιβάλλον.
- Επίσης η συνολική διάρκεια οδήγησης είναι **μεγαλύτερη** σε αστικό περιβάλλον.
- Όσο αυξάνεται το ποσοστό χρήσης κινητού τηλεφώνου, σταθεροποιείται το ποσοστό υπέρβασης του ορίου ταχύτητας.
- Το ποσοστό χρήσης κινητού τηλεφώνου σε υπεραστικές οδούς είναι στην **δεύτερη θέση**, ενώ σε αστικές οδούς βρίσκεται με μικρή διαφορά στην **πρώτη θέση**.
- Ως προς το φύλο, οι **γυναίκες** οδηγοί είναι **περισσότερες** από τους άνδρες στο θέμα της **υπέρβασης του ορίου ταχύτητας**. Ειδικότερα από τους 43 χρήστες που δήλωσαν ότι κινούνται με ταχύτητες μεγαλύτερες του ορίου, οι 18 είναι άνδρες ενώ οι υπόλοιπες είναι γένους θηλυκού, γεγονός που ενδεχομένως οφείλεται στην υψηλότερη υπερεκτίμηση των οδηγικών ικανοτήτων από τους άνδρες σε σχέση με τις γυναίκες.
- Επιπρόσθετα **οι πιο επιθετικοί χρήστες είναι ηλικίας 45 μέχρι 54 χρονών**. Αντίθετα λιγότερο επιθετικοί σύμφωνα με τις απαντήσεις των οδηγών στο ερωτηματολόγιο είναι τα άτομα ηλικίας 18 έως 34 χρόνων (27 άτομα).
- Όσο αφορά στην ηλικία και στην υπέρβαση του ορίου ταχύτητας, **οι περισσότεροι οδηγοί** που κινούνται **μερικές φορές (SMT) πάνω** από τα επιτρεπτά όρια είναι ηλικίας από 18 έως 34 χρονών, δηλαδή εκείνοι που θεωρούνται νέοι οδηγοί.
- Ως προς την επιθετικότητα και το φύλο, παρατηρείται ότι οι περισσότερες γυναίκες **δεν εμφανίζουν σημάδια επιθετικής συμπεριφοράς**. Αντίθετα οι

περισσότεροι άνδρες δήλωσαν ότι είναι λίγο έως πολύ επιθετικοί (βαθμολογία δύο μέχρι τέσσερα), γεγονός που επιβεβαιώνεται και στην βιβλιογραφία.

5 Εφαρμογή Μεθοδολογίας - Αποτελέσματα

5.1 Εισαγωγή

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο περιλαμβάνεται η αναλυτική περιγραφή της εφαρμογής της μεθοδολογίας, καθώς και η παρουσίαση των αποτελεσμάτων της Διπλωματικής Εργασίας. Ειδικότερα μετά από το στάδιο της βιβλιογραφική ανασκόπηση συναφών ερευνών και μεθοδολογιών, την επεξήγηση του θεωρητικού υποβάθρου που χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση των στοιχείων και την περιγραφή συλλογής και επεξεργασίας των στοιχείων, το επόμενο βήμα που πραγματοποιήθηκε ήταν η επιλογή της κατάλληλης μεθοδολογίας.

Οι μέθοδοι που επιλέχτηκαν για την ανάλυση των στατιστικών στοιχείων, όπως παρουσιάστηκαν λεπτομερώς και στο κεφάλαιο 3 με τίτλο «Θεωρητικό Υπόβαθρο», είναι η παλινδρόμηση Poisson και η λογαριθμική γραμμική παλινδρόμηση.

Πιο συγκεκριμένα στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται **αναλυτικά τα βήματα** που ακολουθήθηκαν κατά την εφαρμογή της μεθοδολογίας και παρουσιάζεται η διαδικασία ανάπτυξης κατάλληλων μοντέλων. **Ιδιαίτερη προσοχή** δίνεται στη παρουσίαση ζητημάτων αξιοπιστίας των δεδομένων και στις διαδικασίες αντιμετώπισης τους. Επιπρόσθετα αναπόσπαστο μέρος των αποτελεσμάτων αποτελούν οι στατιστικοί έλεγχοι που απαιτούνται για την αποδοχή ή την απόρριψη των μαθηματικών μοντέλων, όπως επισημάνθηκαν και σε προηγούμενο κεφάλαιο.

Τέλος, παρατίθενται **τα αποτελέσματα** που προκύπτουν από την εφαρμογή των μεθοδολογιών, η περιγραφή τους και η ερμηνεία τους με βάση το γενικότερο πλαίσιο της έρευνας.

5.2 Έλεγχος Συσχέτισης

Προτού ξεκινήσει η δημιουργία των μοντέλων για τον προσδιορισμό των κρίσιμων παραγόντων επιρροής της υπέρβασης των ορίων ταχύτητας, πρέπει αρχικά να εξεταστεί η **συσχέτιση των μεταβλητών**. Εκείνο που επιδιώκεται είναι η **μέγιστη δυνατή συσχέτιση μεταξύ εξαρτημένης και ανεξάρτητων μεταβλητών και η μηδενική συσχέτιση μεταξύ ανεξάρτητων μεταβλητών**. Όταν κατά απόλυτη τιμή η γραμμική συσχέτιση δύο μεταβλητών είναι κοντά στην μονάδα, τότε θεωρείται ότι έχουν ισχυρή συσχέτιση, ενώ όταν είναι κοντά στο μηδέν τότε αντίστοιχα φανερώνουν μηδενική συσχέτιση. Στην πράξη, όταν η απόλυτη του δείκτη συσχέτισης κατά Pearson r είναι μικρότερη ή ίση του 0.5~0.6 τότε οι μεταβλητές θεωρείται ότι έχουν μικρή συσχέτιση.

Στο πρόγραμμα στατιστικής ανάλυσης R υπάρχουν αρκετές εντολές οι οποίες μπορούν να υπολογίσουν την γραμμική συσχέτιση μεταξύ δύο ανεξάρτητων μεταβλητών από τις οποίες όμως η πιο απλή είναι η **cor(x, y, method=...)** όπου:

➤ **x,y** είναι οι δύο μεταβλητές, για τις οποίες εξετάζεται η γραμμική συσχέτιση

- **method** είναι η μέθοδος ως προς την οποία εξετάζεται η γραμμική συσχέτιση, για παράδειγμα Pearson

Αφού υπολογίστηκαν με αυτόν τον τρόπο οι συντελεστές συσχέτισης των μεταβλητών, στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε το βήμα **της κατάλληλης επιλογής των μεταβλητών** με κριτήριο να **μην συσχετίζονται μεταξύ τους**, έτσι ώστε να χρησιμοποιηθούν ως ανεξάρτητες μεταβλητές στο μοντέλο το οποίο θα αναλυθεί στο παρών κεφάλαιο. Τέλος η επιλογή ορισμένων μεταβλητών (όπως το φύλο, η ηλικία) έγινε με την **παραδοχή** ότι είναι σημαντικές σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία και επομένως αυτό το γεγονός τις καθιστά αδύνατον να παραληφθούν καθώς συνήθως επηρεάζουν, σε μικρό ή μεγάλο βαθμό το ποσοστό υπέρβασης της ταχύτητας. Παρόμοια διαδικασία ανάλυσης συσχετίσεων ακολουθήθηκε και για τα υπόλοιπα μοντέλα.

Παρακάτω παρουσιάζεται ένα απόσπασμα του πίνακα συσχέτισης των μεταβλητών και επισημαίνονται με πορτοκαλί χρώμα ποιες από αυτές δεν μπορούν να μπουν μαζί στο ίδιο μοντέλο παλινδρόμησης.

Πίνακας 5.1: Παραδείγματα συσχέτισης των μεταβλητών

Correlation Pearson							
	mbu	harsh_acc	acc_avg	distance_total	speed_avg	duration	duration_rural
mbu	1	0,301	0,152	0,256	0,214	0,142	0,12
harsh_acc	0,301	1	0,521	0,283	0,356	0,354	0,262
acc_avg	0,152	0,521	1	-0,284	-0,315	-0,142	-0,157
distance_total	0,256	0,283	-0,284	1	0,753	0,821	0,703
speed_avg	0,214	0,356	-0,315	0,753	1	0,495	0,528
duration	0,142	0,354	-0,142	0,821	0,495	1	0,784
duration_rural	0,12	0,262	-0,157	0,703	0,528	0,784	1

5.3 Ανάπτυξη Μοντέλων Παλινδρόμησης στο Ειδικό Λογισμικό Στατιστικής Ανάλυσης R

Για τον προσδιορισμό των κατάλληλων μοντέλων πρόβλεψης τόσο των κρίσιμων παραγόντων επιρροής της υπέρβασης των ορίων ταχύτητας σε γενικό επίπεδο όσο και ανά κατηγορία οδού χρησιμοποιήθηκαν η παλινδρόμηση Poisson και η λογαριθμική γραμμική παλινδρόμηση. Η εφαρμογή αυτών των δύο διαδικασιών στο πρόγραμμα στατιστική ανάλυσης R γίνεται με ορισμένες εντολές.

Αρχικά για την παλινδρόμηση Poisson πρέπει να οριστεί η εξαρτημένη μεταβλητή ως ακέραιος αριθμός. Στην προκειμένη περίπτωση αυτό δεν ίσχυε, οπότε πολλαπλασιάστηκε η μεταβλητή επί 100 και στη συνέχεια έγινε στρογγυλοποίηση με την εντολή **round(x, digits)**, όπου:

- **x** είναι η μεταβλητή που θα στρογγυλοποιηθεί
- **digits** καθορίζει στα πόσα δεκαδικά θα γίνει η στρογγυλοποίηση

Στην συνέχεια θα εφαρμοσθούν οι εντολές **glm** (formula , data , family) και η **pR2** (**ονομασία μοντέλου**), οι οποίες ορίστηκαν λεπτομερώς στο τρίτο κεφάλαιο, ώστε να γίνει εξαγωγή και αξιολόγηση των στατιστικών αναλύσεων του μοντέλου.

Αντίστοιχα στην λογαριθμική γραμμική παλινδρόμηση δεν απαιτείται η εξαρτημένη μεταβλητή να είναι ακέραιος αριθμός και για να εφαρμοσθεί η ίδια διαδικασία εκτελείται η εντολή `lm (formula , data )`, που έχει τονιστεί και αυτή προηγουμένως.

5.4 Μοντέλο 1: Κρίσιμοι Παράγοντες Επιρροής της Υπέρβασης των Ορίων Ταχύτητας- Γενικό Μοντέλο

5.4.1 Ανάπτυξη Μοντέλου

Το συγκεκριμένο μοντέλο κατασκευάστηκε με την μέθοδο παλινδρόμησης Poisson και η μαθηματική σχέση που το περιγράφει είναι:

$$\text{LOG (Speeding_percentage)} = 3,694 + 3,655 \cdot \text{mbu} + 0,485 \cdot \text{harsh_acc} - 1,244 \cdot \text{acc_avg} + 0,017 \cdot \text{distance_total} + 0,264 \cdot \text{GENDERMale} - 1,648 \cdot \text{BEYOND_SPEED NEVER} - 1,148 \cdot \text{BEYOND_SPEED OFTEN} - 1,385 \cdot \text{BEYOND_SPEED REARLY} - 1,073 \cdot \text{BEYOND_SPEED SMT}$$

Τα αποτελέσματα για την ακρίβεια που προσφέρει το μοντέλο φαίνονται στη συνέχεια :

Πίνακας 5.2: Περίληψη μοντέλου 1

Model Summary			
Null deviance	Residual deviance	AIC	McFadden
205,10 on 88 deg.of freedom	102,96 on 79 deg. of freedom	406,96	0,209

Πίνακας 5.3: Μεταβλητές στην εξίσωση μοντέλου 1

Model 1					
Speeding_Percentage AVG					
Coefficients					
Variables	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)	
Intercept	3,694	0,656	5,635	1.76e-08	***
mbu	3,655	0,864	4,231	2,32E-05	***
distance_total	0,017	0,008	2,121	3,39E-02	*
harsh_acc	0,485	0,126	3,859	1,14E-04	***
acc_avg	-1,244	0,39	-3,192	1,41E-03	**
GENDER Male	0,264	0,108	2,436	1,48E-02	*
BEYOND_SPEED NEVER	-1,648	0,461	-3,574	3,51E-04	***
BEYOND_SPEED OFTEN	-1,148	0,35	-3,28	1,04E-03	**
BEYOND_SPEED REARLY	-1,386	0,338	-4,098	4,17E-05	***
BEYOND_SPEED SMT	-1,073	0,331	-3,236	1,21E-03	**

5.4.2 Ποιότητα Μοντέλου

Για το παραπάνω μοντέλο ισχύουν τα εξής:

- Το **επίπεδο σημαντικότητας** των ανεξάρτητων μεταβλητών και της σταθεράς είναι μικρότερο από 0,05.
- Ο **δείκτης AIC** έχει μικρή τιμή.
- Ο **συντελεστής McFadden** είναι οριακά αποδεκτός αφού βρίσκεται κοντά στο 0,25.
- Οι μεταβλητές που εισήχθησαν στο μοντέλο και τα πρόσημά τους εξηγούνται **λογικά**.

5.4.3 Σχολιασμός Αποτελεσμάτων Μοντέλου

Από τους συντελεστές των παραπάνω μαθηματικών μοντέλων προκύπτει μια σειρά από ενδιαφέρουσες παρατηρήσεις:

- Για **αύξηση του ποσοστού χρήσης του κινητού τηλεφώνου κατά την διάρκεια της οδήγησης κατά μία μονάδα, αυξάνεται το ποσοστό υπέρβασης του ορίου ταχύτητας κατά 3,7 μονάδες**. Το πιο πιθανό ενδεχόμενο είναι ότι οφείλεται στην απόσπαση προσοχής του οδηγού. Ο οδηγός είναι συγκεντρωμένος περισσότερο στο τηλέφωνο από ότι στην οδήγηση, και αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μπορεί να αναπτύσσει ταχύτητες που εν αγνοία του υπερβαίνουν τα όρια.
- Για κάθε χιλιόμετρο που αυξάνεται η **συνολική απόσταση διαδρομής**, το ποσοστό υπέρβασης του ορίου ταχύτητας αυξάνεται κατά 0,017 μονάδες. Αυτό ενδεχομένως εξηγείται από το γεγονός ότι μεγαλύτερες αποστάσεις σημαίνουν περισσότερη οδήγηση στο υπεραστικό οδικό δίκτυο καθώς και στον αυτοκινητόδρομο, όπου οι ταχύτητες κυκλοφορίας που αναπτύσσονται είναι υψηλότερες.
- Η αύξηση της **απότομης επιτάχυνσης** κατά μία μονάδα, οδηγεί σε αύξηση του ποσοστού υπέρβασης του ορίου ταχύτητας κατά 0,485 μονάδες, ενδεχομένως διότι οι οδηγοί με επιθετικότητα συνήθως υπερβαίνουν τα όρια ταχύτητα και πραγματοποιούν περισσότερες απότομες επιταχύνσεις.
- Για μία επιπλέον αύξηση της **μέσης τιμής επιτάχυνσης** μειώνεται το ποσοστό υπέρβασης του ορίου ταχύτητας κατά 1,2 μονάδες. Ενδεχομένως αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι περισσότερες διαδρομές πραγματοποιήθηκαν σε αστικό περιβάλλον όπου υπάρχουν φωτεινοί σηματοδότες.
- Επίσης η μεταβλητή **φύλο** (Gender) και πιο συγκεκριμένα οι άνδρες οδηγοί επηρεάζουν το ποσοστό υπέρβασης του ορίου ταχύτητας. Όσο αυξάνεται κατά μία μονάδα αυτή η παράμετρος, αυξάνεται και η εξαρτημένη μεταβλητή κατά 0,264 μονάδες. Το θετικό πρόσημο δηλώνει ότι οι άνδρες κινούνται πιο συχνά με μεγαλύτερες ταχύτητες από το επιτρεπτό όριο σε σύγκριση με τις γυναίκες. Αυτό το αποτέλεσμα επιβεβαιώνεται και από την βιβλιογραφία καθώς οι περισσότεροι άνδρες οδηγούν με μεγαλύτερες ταχύτητες, έχουν πιο επιθετική συμπεριφορά και οφείλονται για τους περισσότερους σοβαρούς τραυματισμούς.
- Τέλος όσον αφορά στη μεταβλητή της **κατά δήλωση υπέρβασης του ορίου ταχύτητας** κατά τη διάρκεια οδήγησης (BEYOND_SPEED), φαίνεται πως οι απαντήσεις των οδηγών στο ερωτηματολόγιο είναι ανακριβείς καθώς όλες οι απαντήσεις που έχουν δηλωθεί εκτός της απάντησης "ΠΑΝΤΑ", η οποία δεν βρίσκεται μέσα στο μοντέλο, έχουν αρνητικό πρόσημο που έρχεται σε αντίθεση με τις μετρήσεις που είναι ρεαλιστικές. Το φαινόμενο αυτό επιβεβαιώνεται από τη βιβλιογραφία.

5.4.4 Σχετική Επιρροή Μεταβλητών

Σε αυτό το σημείο είναι ιδιαίτερα σημαντικός ο υπολογισμός του βαθμού επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών του παραπάνω μοντέλου στην εξαρτημένη μεταβλητή. Ο βαθμός επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών εκφράζεται ποσοτικά μέσω του μεγέθους της σχετικής επιρροής. Η θεωρία της ελαστικότητας είναι η πιο κατάλληλη

μέθοδος υπολογισμού του παραπάνω μεγέθους και μέσω αυτής της διαδικασίας αντικατοπτρίζεται η ευαισθησία της εξαρτημένης μεταβλητής Y στη μεταβολή μίας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών (X_i). Η ελαστικότητα είναι ένα αδιάστατο μέγεθος, που σε αντίθεση με τους συντελεστές των μεταβλητών των μοντέλων, δεν εξαρτάται από τις μονάδες μέτρησης των μεταβλητών. Όπως είχε αναφερθεί και στο κεφάλαιο 3 είναι ορθότερο να εκφραστεί η επιρροή των μεταβλητών ως ποσοστιαία μεταβολή της εξαρτημένης μεταβλητής που προκαλεί η κατά 1% μεταβολή της ανεξάρτητης ενώ ο τύπος υπολογισμού της σχετικής επιρροής είναι:

$$ei = (\Delta Y / \Delta X_i) (X_i / Y_i) = \beta_i (X_i / Y_i), \text{ όπου:}$$

- β_i είναι ο συντελεστής της εξεταζόμενης ανεξάρτητης μεταβλητής,
- X_i η τιμή της ανεξάρτητης μεταβλητής
- Y_i η τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής.

Για την εξαγωγή της τιμής της σχετικής επιρροής, υπολογίστηκε ο μέσος όρος των ανωτέρων τιμών.

Επίσης ο προσδιορισμός της σχετικής επιρροής κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής, θεωρείται η πιο απλή και κατάλληλη διαδικασία, ικανή αφενός να αναδείξει την επιρροή της κάθε μεταβλητής ξεχωριστά, αφετέρου να καταστήσει εφικτή τη σύγκριση μεταξύ των επιρροών των διαφορετικών μεταβλητών του ίδιου μοντέλου.

Τέλος πρέπει να τονιστεί ότι η έννοια της επιρροής έχει νόημα **μόνο** για συνεχείς μεταβλητές και όχι για διακριτές μεταβλητές.

Για **το συγκεκριμένο μοντέλο** παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα το είδος και το μέγεθος της επιρροής της κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής στην εξαρτημένη καθώς και το μέγεθος ei^* όπου είναι ο βαθμός της σχετικής επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών ως προς την επιρροή εκείνης της μεταβλητής που επηρεάζει λιγότερο την εξαρτημένη μεταβλητή.

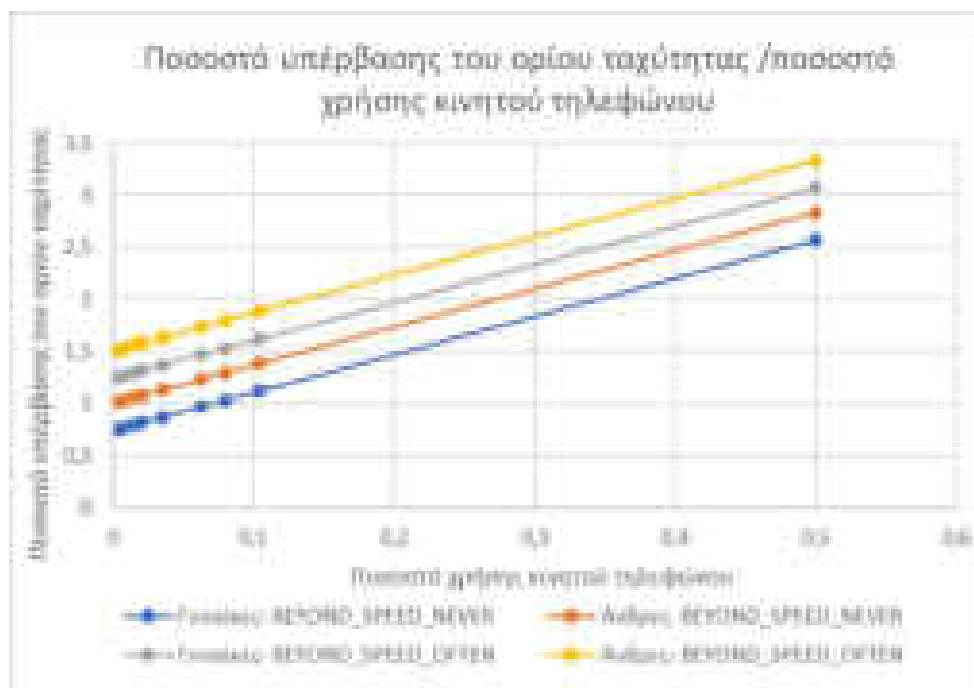
Πίνακας 5.4: Σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών στο πρώτο μοντέλο

Model 1				
Speeding_Percentage AVG				
Variables	Συντελεστής β_i	Μέση τιμή Μεταβλητής	Ελαστικότητα ei	Σχετική Επιρροή ei^*
mbu	3,655	0,043	0,157	1
distance_total	0,017	9,5	0,162	1,032
harsh_acc	0,485	0,683	0,331	2,108
acc_avg	-1,244	1,445	-1,798	-11,452

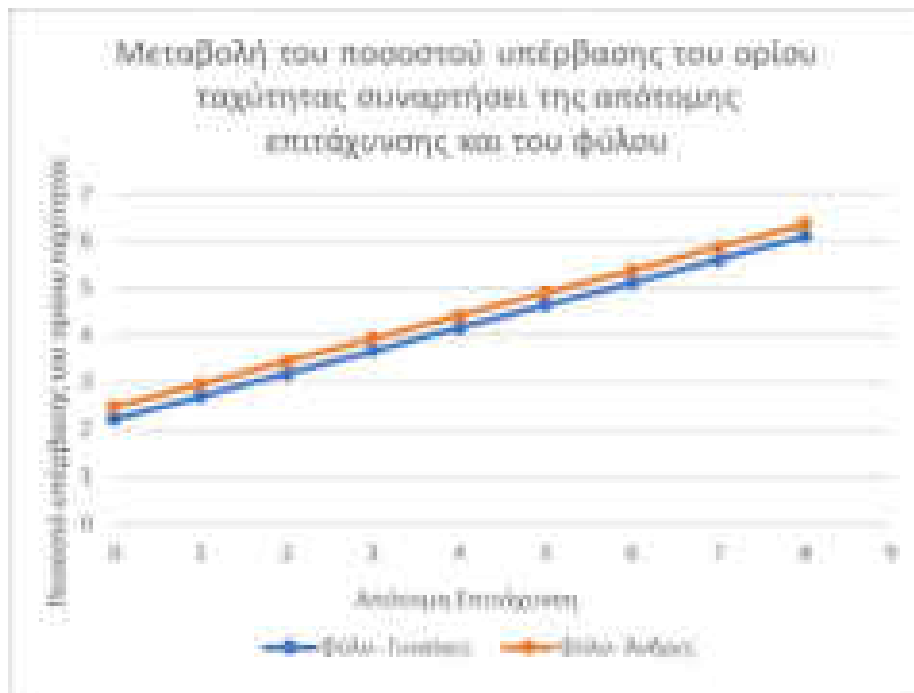
Από τις τέσσερις ανεξάρτητες συνεχείς μεταβλητές του μοντέλου, η μεταβλητή της **μέσης επιτάχυνσης** παρατηρείται ότι έχει την μεγαλύτερη επιρροή συγκριτικά με τις υπόλοιπες. Συγκεκριμένα, παρουσιάζει 11,5 φορές μεγαλύτερη επιρροή (κατά απόλυτη τιμή) σε σχέση με το ποσοστό χρήσης κινητού τηλεφώνου (mbu), η οποία έχει την μικρότερη επιρροή. Επίσης η μεταβλητή της συνολικής απόστασης (distance_total) έχει την αμέσως μικρότερη σχετική επιρροή με τιμή 1,03 ενώ η απότομη επιτάχυνση (harsh_acc) έχει σχετική επιρροή στο μοντέλο με τιμή 2,10.

5.4.5 Ανάλυση Ευαισθησίας

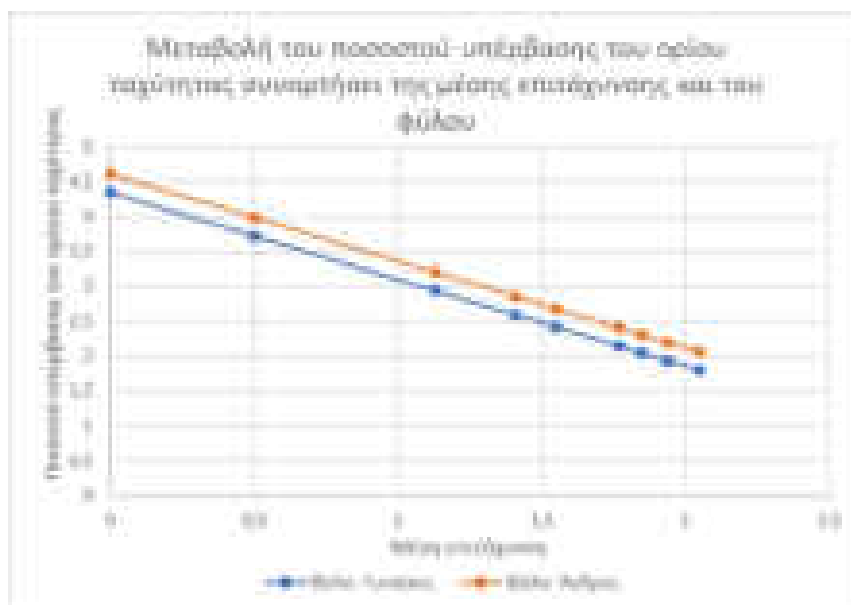
Με στόχο την καλύτερη κατανόηση της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη μεταβλητή, που προβλέπει το πρότυπο της παλινδρόμησης Poisson και της λογαριθμικής κανονικής κατανομής, αναπτύχθηκαν τα διαγράμματα ευαισθησίας που ακολουθούν. Τα συγκεκριμένα διαγράμματα περιγράφουν την ευαισθησία της εξεταζόμενης εξαρτημένης μεταβλητής δηλαδή, το ποσοστό υπέρβασης του ορίου ταχύτητας, όταν μεταβάλλεται μία εκ των ανεξάρτητων συνεχών μεταβλητών και οι υπόλοιπες παραμένουν σταθερές. Επειδή όμως οι συνδυασμοί είναι πολλοί είτε λόγω των τιμών που μπορούν να δοθούν στις ανεξάρτητες μεταβλητές είτε λόγω των διαφορετικών απαντήσεων στο ερωτηματολόγιο, αυτό έχει ως αποτέλεσμα να υπάρχουν αρκετοί διαφορετικοί συνδυασμοί και κατ' επέκταση διαφορετικά διαγράμματα. Επομένως για το γενικό αλλά και για τα υπόλοιπα μοντέλα, θα παρουσιαστούν ενδεικτικά διαγράμματα με κάποια ενδιαφέροντα αποτελέσματα.



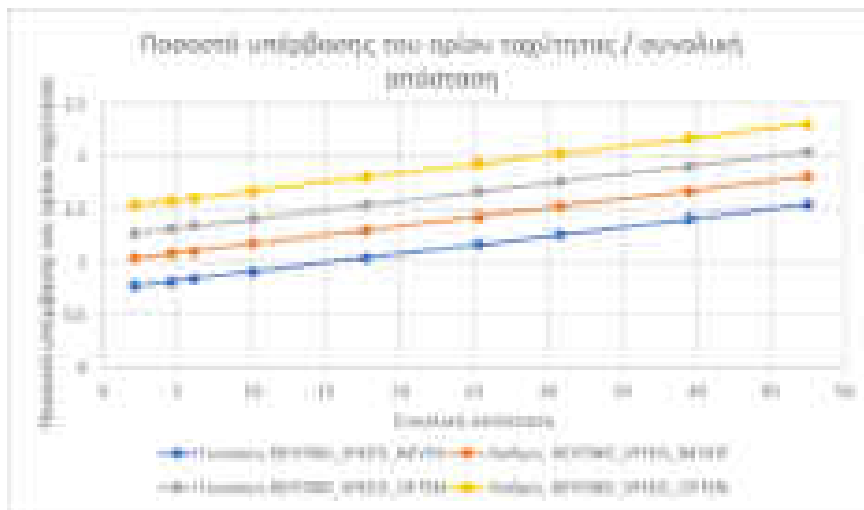
Διάγραμμα 5.1: Μεταβολή του ποσοστού υπέρβασης του ορίου ταχύτητας συναρτήσει του ποσοστού χρήσης κινητού τηλεφώνου, του φύλου και συγκεκριμένων απαντήσεων στο ερωτηματολόγιο.



Διάγραμμα 5.2: Μεταβολή του ποσοστού υπέρβασης του ορίου ταχύτητας συναρτήσει της απότομης επιτάχυνσης και του φύλου



Διάγραμμα 5.3: Μεταβολή του ποσοστού υπέρβασης του ορίου ταχύτητας συναρτήσει της μέσης επιτάχυνσης και του φύλου



Διάγραμμα 5.4: Μεταβολή του ποσοστού υπέρβασης του ορίου ταχύτητας συναρτήσει της συνολικής απόστασης, του φύλου και συγκεκριμένων απαντήσεων στο ερωτηματολόγιο

Σύμφωνα με αυτά τα διαγράμματα προκύπτει το συμπέρασμα ότι η εξαρτημένη μεταβλητή παρουσιάζει μεγαλύτερη ευαισθησία στην μεταβολή της απότομης επιτάχυνσης και της μέσης επιτάχυνσης, αφού η κλίση των διαγραμμάτων είναι μεγαλύτερη και έχουν αντίστοιχα αυξητική και πτωτική τάση. Επίσης από αυτά τα δύο διαγράμματα επιβεβαιώνεται ότι **οι άνδρες** υπερβαίνουν περισσότερο τα όρια των ταχυτήτων για τις ίδιες τιμές των ανεξάρτητων μεταβλητών.

Επίσης οι συνεχείς ανεξάρτητες μεταβλητές του ποσοστού χρήσης κινητού τηλεφώνου και της συνολικής απόστασης έχουν μια αυξητική τάση καθώς όσο αυξάνονται αυτές αυξάνεται και το ποσοστό οδήγησης πάνω από το όριο ταχύτητας. Όμως πρέπει να δοθεί **ιδιαίτερη έμφαση** στο γεγονός ότι για τις διάφορες απαντήσεις στο ερώτημα αν οι οδηγοί ξεπερνούν τα όρια, στην περίπτωση που απάντησαν "**ποτέ**", αντί να μειώνεται το ποσοστό υπέρβασης, αυτό αυξάνεται. Το παραπάνω συμπέρασμα προκύπτει για την μεταβολή όλων των ανεξάρτητων μεταβλητών και για τα **δύο φύλα**.

5.5 Μοντέλο 2 : Κρίσιμοι Παράγοντες Επιρροής της Υπέρβασης των Ορίων Ταχύτητας σε Αστική Οδό

5.5.1 Ανάπτυξη Μοντέλου

Το μοντέλο πρόβλεψης των κρίσιμων παραγόντων επιρροής της υπέρβασης του ορίου ταχύτητας σε αστικό περιβάλλον αναπτύχθηκε με την παλινδρόμηση Poisson και η μαθηματική σχέση που το περιγράφει είναι:

$$\text{LOG (Speeding_percentage_urban)} = 3,225 + 3,355 \cdot \text{mbu_urban} + 0,474 \cdot \text{harsh_acc_urban} - 0,789 \cdot \text{acc_urban} + 0,163 \cdot \text{distance_urban} - 1,589 \cdot \text{BEYOND_SPEEDNEVE} - 0,734 \cdot \text{BEYOND_SPEED_OFTEN} - 1,118 \cdot \text{BEYOND_SPEEDREARLY} - 0,804 \cdot \text{BEYOND_SPEEDSMT}$$

Τα αποτελέσματα για την ακρίβεια που προσφέρει το μοντέλο φαίνονται στη συνέχεια :

Πίνακας 5.5: Περίληψη μοντέλου 2

Model Summary			
Null deviance	Residual deviance	AIC	McFadden
289,14 on 88 deg. of freedom	163,82 on 80 deg. of freedom	511,16	0,203

Πίνακας 5.6: Μεταβλητές στην εξίσωση μοντέλου 2

Model 2					
Type of road: URBAN					
Coefficients					
Variables	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)	
Intercept	3,225	0,554	5,827	5,65E-09	***
mbu_urban	3,355	0,726	4,624	3,77E-06	***
harsh_acc_urban	0,474	0,199	2,379	1,74E-02	*
acc_urban	-0,789	0,308	-2,564	1,04E-02	*
distance_urban	0,163	0,035	4,64	3,49E-06	***
BEYOND_SPEED NEVER	-1,59	0,372	-4,273	1,93E-05	***
BEYOND_SPEED OFTEN	-0,734	0,286	-2,566	1,03E-02	*
BEYOND_SPEED REARLY	-1,118	0,281	-3,976	7,00E-05	***
BEYOND_SPEED SMT	-0,804	0,276	-2,911	3,61E-03	**

5.5.2 Ποιότητα Μοντέλου

Για το παραπάνω μοντέλο ισχύουν τα εξής:

- Το **επίπεδο σημαντικότητας** των ανεξάρτητων μεταβλητών και της σταθεράς είναι μικρότερο από 0,05.
- Ο **δείκτης AIC** έχει μικρή τιμή.
- Ο **συντελεστής McFadden** είναι οριακά αποδεκτός αφού βρίσκεται κοντά στο 0,25.
- Οι μεταβλητές που εισήχθησαν στο μοντέλο και τα πρόσημά τους εξηγούνται **λογικά**.

5.5.3 Σχολιασμός Αποτελεσμάτων Μοντέλου

Από τους συντελεστές των παραπάνω μαθηματικών μοντέλων προκύπτει μια σειρά από ενδιαφέρουσες παρατηρήσεις:

- Για **αύξηση του ποσοστού χρήσης του κινητού τηλεφώνου κατά την διάρκεια της οδήγησης σε αστικό** περιβάλλον κατά μία μονάδα, αυξάνεται το ποσοστό υπέρβασης του ορίου ταχύτητας στην αντίστοιχη περιοχή κατά 3,36 μονάδες. Το πιο πιθανό ενδεχόμενο είναι ότι οφείλεται στην απόσπαση προσοχής του οδηγού. Ο οδηγός είναι συγκεντρωμένος στο τηλέφωνο και όχι στην οδήγηση, και αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μπορεί να αναπτύσσει ταχύτητες που εν αγνοία του υπερβαίνουν τα όρια.
- Η αύξηση της **απότομης επιτάχυνσης** σε αστικές οδούς κατά μία μονάδα, οδηγεί σε αύξηση του ποσοστού υπέρβασης του ορίου ταχύτητας κατά 0,474 μονάδες. Ενδεχομένως αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι οδηγοί με επιθετικότητα συνήθως υπερβαίνουν τα όρια ταχύτητα και πραγματοποιούν περισσότερες απότομες επιταχύνσεις.

- Για μία επιπλέον αύξηση της μέσης τιμής της επιτάχυνσης σε αστικές οδούς μειώνεται το ποσοστό υπέρβασης του ορίου ταχύτητας αντίστοιχα κατά 0,7879 μονάδες. Ένα πιθανό σενάριο το οποίο μπορεί να αιτιολογήσει αυτό το φαινόμενο είναι ότι ο οδηγός βρίσκεται κοντά σε έναν φωτεινό σηματοδότη, του οποίου η ένδειξη είναι πορτοκαλί και επειδή δεν θέλει να ακινητοποιηθεί και να περιμένει μέχρι την επόμενη πράσινη ένδειξη, επιταχύνει ώστε να περάσει τον σηματοδότη. Όμως η ταχύτητα που αποκτά το όχημα δεν προσπερνά το μέγιστο όριο ταχύτητας και αυτό έχει αποτέλεσμα το ποσοστό υπέρβασης του ορίου ταχύτητας να μειώνεται.
- Για κάθε χιλιόμετρο που αυξάνεται η απόσταση διαδρομής μέσα στο αστικό περιβάλλον, το ποσοστό υπέρβασης του ορίου ταχύτητας αυξάνεται κατά 0,163 μονάδες. Αυτό ενδεχομένως εξηγείται από το γεγονός ότι οι οδηγοί κάνουν καθημερινά αρκετές διαδρομές εντός του αστικού οδικού δικτύου και λόγω της πιθανής εξάντλησης είτε από την εργασία τους είτε από τις πολλές διαδρομές, μετά από ένα σημείο δεν προσέχουν τα όρια των ταχυτήτων, τα οποία παρεμπιπτόντως είναι χαμηλά, και τα ξεπερνούν. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αυξάνεται όχι μόνο η ταχύτητα αλλά και το ποσοστό υπέρβασης του ορίου ταχύτητας.
- Επιπρόσθετα όσον αφορά στη μεταβλητή της κατά δήλωση υπέρβασης του ορίου ταχύτητας κατά τη διάρκεια οδήγησης (BEYOND_SPEED), φαίνεται πως οι απαντήσεις των οδηγών στο ερωτηματολόγιο είναι ανακριβείς καθώς όλες οι απαντήσεις που έχουν δηλωθεί εκτός της απάντησης " ΠΑΝΤΑ", η οποία δεν βρίσκεται μέσα στο μοντέλο, έχουν αρνητικό πρόσημο που έρχεται σε αντίθεση με τις μετρήσεις που είναι ρεαλιστικές. Το φαινόμενο αυτό επιβεβαιώνεται από τη βιβλιογραφία.
- Τέλος το σημείο το οποίο αξίζει να επισημανθεί είναι ότι στον συγκεκριμένο τύπο οδού, το φύλο δεν έχει κάποια ιδιαίτερη επιρροή στο ποσοστό υπέρβασης του ορίου ταχύτητας.

5.5.4 Σχετική Επιρροή Μεταβλητών

Με βάση την ίδια μεθοδολογία που τονίστηκε προηγουμένως, παρουσιάζονται για το συγκεκριμένο μοντέλο στον παρακάτω πίνακα το είδος και το μέγεθος της επιρροής της κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής στην εξαρτημένη καθώς και το μέγεθος ei^* όπου είναι ο βαθμός της σχετικής επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών ως προς την επιρροή εκείνης της μεταβλητής που επηρεάζει λιγότερο την εξαρτημένη μεταβλητή.

Πίνακας 5.7: Σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών στο δεύτερο μοντέλο

Model 2				
Type of road: URBAN				
Variables	Συντελεστής βι	Μέση τιμή Μεταβλητής	Ελαστικότητα ει	Σχετική Επιρροή ει*
mbu_urban	3,355	0,041	0,138	1
harsh_acc_urban	0,474	0,374	0,177	1,283
acc_urban	-0,789	1,494	-1,179	-8,543
distance_urban	0,163	3,276	0,534	3,87

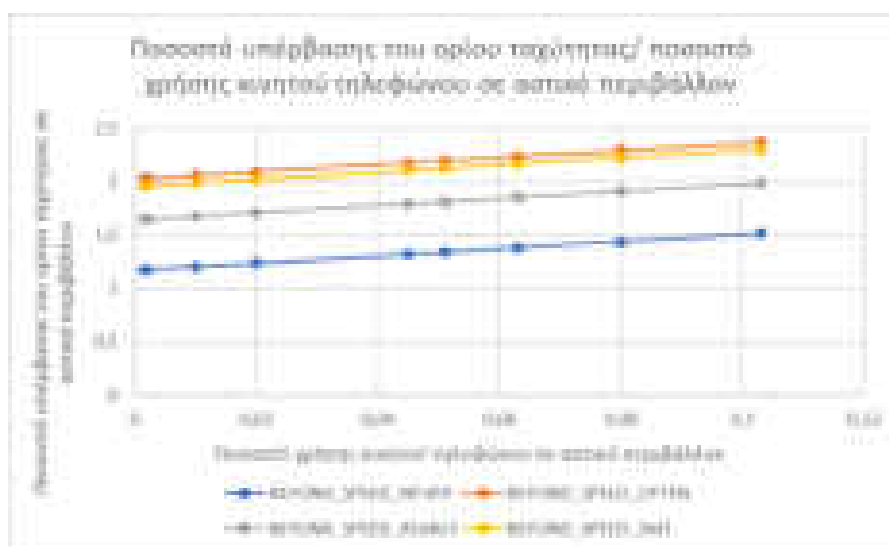
Από τις τέσσερις ανεξάρτητες συνεχείς μεταβλητές του μοντέλου, η μεταβλητή της μέσης επιτάχυνσης σε αστική οδό παρατηρείται ότι έχει την μεγαλύτερη επιρροή συγκριτικά με τις υπόλοιπες. Συγκεκριμένα, παρουσιάζει 8,543 φορές μεγαλύτερη

επιρροή (κατά απόλυτη τιμή) σε σχέση με το ποσοστό χρήσης κινητού τηλεφώνου κατά την διάρκεια της οδήγησης στο αστικό περιβάλλον (*mbu_urban*), η οποία έχει την μικρότερη επιρροή. Επίσης η μεταβλητή της απότομης επιτάχυνση σε αστικό περιβάλλον (*harsh_acc_urban*) έχει την αμέσως μικρότερη σχετική επιρροή με τιμή 1,283 ενώ η απόσταση σε αστικό περιβάλλον (*distance_urban*) έχει σχετική επιρροή στο μοντέλο με τιμή 3,87.

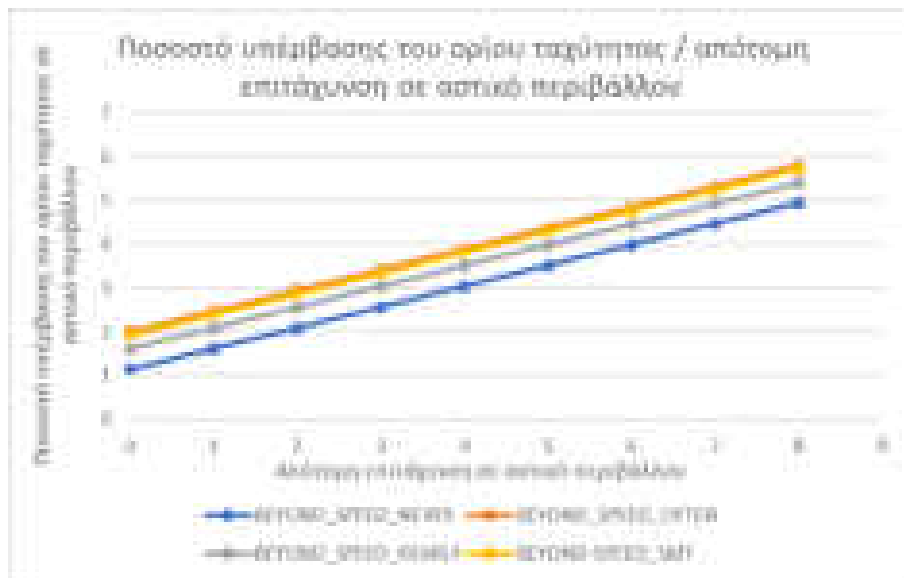
5.5.5 Ανάλυση Ευαισθησίας

Με βάση τα παρακάτω διαγράμματα προκύπτουν συμπεράσματα, σε συμφωνία με όσα έχουν αναφερθεί και στα προηγούμενα υποκεφάλαια. Ειδικότερα προκύπτει ότι το συγκεκριμένο μοντέλο έχει **μεγαλύτερη** ευαισθησία με την μεταβολή των ανεξάρτητων μεταβλητών της απότομης επιτάχυνσης, της απόστασης διαδρομής και της μέσης τιμής της επιτάχυνσης λόγω μεγαλύτερης κλίσης. Όσο αυξάνονται οι δύο πρώτες μεταβλητές, αυξάνεται το ποσοστό οδήγησης πάνω από το όριο, ενώ όσο αυξάνεται η τρίτη μεταβλητή, μειώνεται η εξαρτημένη μεταβλητή. Επίσης με την μεταβολή του ποσοστού χρήσης του κινητού τηλεφώνου παρατηρείται για όλες τις περιπτώσεις των απαντήσεων που δήλωσαν οι οδηγοί ότι το ποσοστό υπέρβασης του ορίου ταχύτητας αυξάνεται με πολύ μικρό ρυθμό, το οποίο δηλώνει ότι **δεν αποσπάται** αμέσως η προσοχή τους από το οδικό δίκτυο.

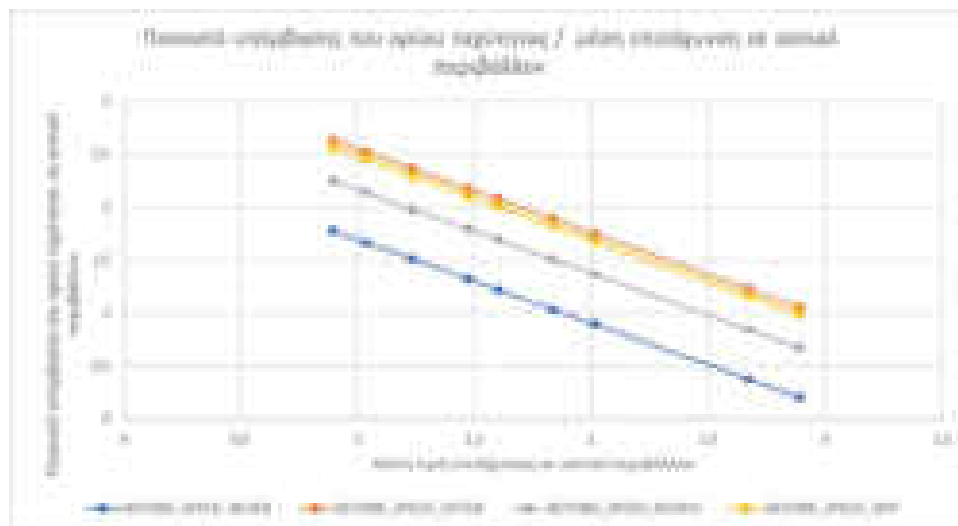
Επιπρόσθετα όσο αφορά τις απαντήσεις των οδηγών στο αν υπερβαίνουν τα όρια, προκύπτει το ίδιο αποτέλεσμα με πριν, δηλαδή ότι όσοι απάντησαν ότι δεν τα υπερβαίνουν "ποτέ" αντί να μειώνεται το ποσοστό υπέρβασης του ορίου ταχύτητας, αυξάνεται. Τέλος γίνεται αντιληπτό ότι για απαντήσεις συχνά και μερικές φορές οι γραμμές εφάπτονται και επομένως παρουσιάζεται ότι οι οδηγοί δεν μπορούν να αντιληφθούν το αν και κατά πόσο παραβιάζουν τα επιτρεπτά όρια και κατ' επέκταση τέτοιες ερωτήσεις δεν μπορούν να θεωρηθούν αξιόπιστες.



Διάγραμμα 5.5: Μεταβολή του ποσοστού υπέρβασης του ορίου ταχύτητας συναρτήσει του ποσοστού χρήσης κινητού τηλεφώνου σε αστικό περιβάλλον με βάση την απάντηση των οδηγών αν υπερβαίνουν τα όρια



Διάγραμμα 5.6: Μεταβολή του ποσοστού υπέρβασης του ορίου ταχύτητας συναρτήσει της απότομης επιτάχυνσης σε αστικό περιβάλλον με βάση την απάντηση των οδηγών αν υπερβαίνουν τα όρια



Διάγραμμα 5.7: Μεταβολή του ποσοστού υπέρβασης του ορίου ταχύτητας συναρτήσει της μέσης επιτάχυνσης σε αστικό περιβάλλον με βάση την απάντηση των οδηγών αν υπερβαίνουν τα όρια



Διάγραμμα 5.8: Μεταβολή του ποσοστού υπέρβασης του ορίου ταχύτητας συναρτήσει της απόστασης διαδρομής σε αστικό περιβάλλον με βάση την απάντηση των οδηγών αν υπερβαίνουν τα όρια

5.6 Μοντέλο 3: Κρίσιμοι Παράγοντες Επιρροής της Υπέρβασης των Ορίων Ταχύτητας σε Υπεραστική Οδό

5.6.1 Ανάπτυξη Μοντέλου

Το μοντέλο πρόβλεψης των κρίσιμων παραγόντων επιρροής της υπέρβασης του ορίου ταχύτητας σε υπεραστικό περιβάλλον αναπτύχθηκε με την παλινδρόμηση Poisson και η μαθηματική σχέση που το περιγράφει είναι:

$$\text{LOG (Speeding_percentage_rural)} = 2,031 + 5,842 \cdot \text{mbu_rural} - 1,143 \cdot \text{acc_rural} + 1,485 \cdot \text{harsh_acc_rural} + 0,002 \cdot \text{duration_rural} + 0,375 \cdot \text{GenderMale} - 2,758 \cdot \text{BEYOND_SPEED_NEVER} - 1,569 \cdot \text{BEYOND_SPEEDOFTEN} - 1,804 \cdot \text{BEYOND_SPEED_REARLY} - 1,949 \cdot \text{BEYOND_SPEEDSMT}$$

Τα αποτελέσματα για την ακρίβεια που προσφέρει το μοντέλο φαίνονται στη συνέχεια :

Πίνακας 5.8: Περίληψη μοντέλου 3

Model Summary			
Null deviance	Residual deviance	AIC	McFadden
269,52 on 88 deg. of freedom	150,96 on 79 deg. of freedom	352,72	0,263

Πίνακας 5.9: Μεταβλητές στην εξίσωση μοντέλου 3

Μοντέλο 3					
Type of road: RURAL					
Coefficients					
Variables	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)	
Intercept	2,031	0,634	3,204	1,36E-03	**
mbu_rural	5,842	1,236	4,726	2,29E-06	***
acc_rural	-1,143	0,449	-2,544	1,10E-02	*
harsh_acc_rural	1,485	0,402	3,693	2,22E-04	***
duration_rural	0,002	0,0004	5,733	9,87E-09	***
GENDER Male	0,375	0,157	2,388	1,69E-02	*
BEYOND_SPEED NEVER	-2,758	0,828	-3,33	8,69E-04	***
BEYOND_SPEED OFTEN	-1,569	0,458	-3,427	6,09E-04	***
BEYOND_SPEED REARLY	-1,804	0,446	-4,042	5,29E-05	***
BEYOND_SPEED SMT	-1,949	0,441	-4,42	9,85E-06	***

5.6.2 Ποιότητα Μοντέλου

Για το παραπάνω μοντέλο ισχύουν τα εξής:

- Το **επίπεδο σημαντικότητας** των ανεξάρτητων μεταβλητών και της σταθεράς είναι μικρότερο από 0,05.
- Ο **δείκτης AIC** έχει μικρή τιμή.
- Ο **συντελεστής McFadden** είναι οριακά αποδεκτός αφού είναι μεγαλύτερος από 0,25.
- Οι μεταβλητές που εισήχθησαν στο μοντέλο και τα πρόσημά τους εξηγούνται **λογικά**.

5.6.3 Σχολιασμός Αποτελεσμάτων Μοντέλου

Από τους συντελεστές των παραπάνω μαθηματικών μοντέλων προκύπτει μια σειρά από ενδιαφέρουσες παρατηρήσεις:

- Για αύξηση του ποσοστού χρήσης του κινητού τηλεφώνου κατά την διάρκεια της οδήγησης σε υπεραστικό περιβάλλον κατά μία μονάδα, αυξάνεται το ποσοστό υπέρβασης του ορίου ταχύτητας κατά 5,842 μονάδες. Το πιο πιθανό ενδεχόμενο είναι ότι οφείλεται στην απόσπαση προσοχής του οδηγού. Ο οδηγός είναι συγκεντρωμένος στο τηλέφωνο και όχι στην οδήγηση, και αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μπορεί να αναπτύσσει ταχύτητες που εν αγνοία του υπερβαίνουν τα όρια.
- Για μία επιπλέον αύξηση της μέσης τιμής της επιτάχυνσης σε υπεραστικές οδούς (όχι αυτοκινητόδρομο) μειώνεται το ποσοστό υπέρβασης του ορίου ταχύτητας αντίστοιχα κατά 1,143 μονάδες. Ένα πιθανό σενάριο το οποίο μπορεί να αιτιολογήσει αυτό το φαινόμενο είναι ότι ο οδηγός βρίσκεται κοντά σε έναν φωτεινό σηματοδότη, του οποίου η ένδειξη είναι πορτοκαλί και επειδή δεν θέλει να ακινητοποιηθεί και να περιμένει μέχρι την επόμενη πράσινη ένδειξη, επιταχύνει ώστε να περάσει τον σηματοδότη. Όμως η ταχύτητα που αποκτά του όχημα δεν προσπερνά το μέγιστο όριο ταχύτητας και αυτό έχει ως αποτέλεσμα το ποσοστό υπέρβασης του ορίου ταχύτητας να μειώνεται.
- Η αύξηση της απότομης επιτάχυνσης σε υπεραστικές οδούς κατά μία μονάδα, οδηγεί σε αύξηση του ποσοστού υπέρβασης του ορίου ταχύτητας κατά 1,485 μονάδες. Ενδεχομένως διότι οι οδηγοί με επιθετικότητα συνήθως υπερβαίνουν τα όρια ταχύτητα και πραγματοποιούν περισσότερες απότομες επιταχύνσεις.
- Για αύξηση της συνολικής διάρκειας διαδρομής σε υπεραστικό οδικό δίκτυο κατά μία μονάδα, αυξάνεται το ποσοστό υπέρβασης του ορίου ταχύτητας κατά 0,002 μονάδες. Ένας πιθανός λόγος για τον οποίο συμβαίνει αυτό είναι ότι με την αύξηση της διάρκειας της οδήγησης, οι οδηγοί εξαντλούνται από την οδήγηση και σε συνδυασμό με άλλες υποχρεώσεις που έχουν, όπως εργασία και αυτό έχει ως συνέπεια να αυξήσουν την ταχύτητα με την οποία κινούνται ώστε να φτάσουν στον προορισμό τους. Επομένως αφού αυξάνεται η ταχύτητα αυξάνεται και κατ' επέκταση το ποσοστό υπέρβασης του ορίου ταχύτητας.
- Επίσης η μεταβλητή φύλο (Gender) και πιο συγκεκριμένα οι άνδρες οδηγοί επηρεάζουν το ποσοστό υπέρβασης του ορίου ταχύτητας. Όσο αυξάνεται κατά μία μονάδα αυτή η παράμετρος, αυξάνεται και η εξαρτημένη μεταβλητή κατά 0,375 μονάδες. Το θετικό πρόσημο δηλώνει ότι οι άνδρες κινούνται πιο συχνά με μεγαλύτερες ταχύτητες από το επιτρεπτό όριο σε σύγκριση με τις γυναίκες. Αυτό το αποτέλεσμα επιβεβαιώνεται και από την βιβλιογραφία καθώς οι περισσότεροι άνδρες οδηγούν με μεγαλύτερες ταχύτητες, έχουν πιο επιθετική συμπεριφορά και οφείλονται για τους περισσότερους σοβαρούς τραυματισμούς.
- Τέλος όσον αφορά στη μεταβλητή της κατά δήλωση υπέρβασης του ορίου ταχύτητας κατά τη διάρκεια οδήγησης (BEYOND_SPEED), φαίνεται πως οι απαντήσεις των οδηγών στο ερωτηματολόγιο είναι ανακριβείς καθώς όλες οι απαντήσεις που έχουν δηλωθεί εκτός της απάντησης " ΠΑΝΤΑ", η οποία δεν βρίσκεται μέσα στο μοντέλο, έχουν αρνητικό πρόσημο που έρχεται σε αντίθεση με τις μετρήσεις που είναι ρεαλιστικές. Το φαινόμενο αυτό επιβεβαιώνεται από τη βιβλιογραφία.

5.6.4 Σχετική Επιρροή Μεταβλητών

Με βάση την ίδια μεθοδολογία που τονίστηκε προηγουμένως, παρουσιάζονται για το συγκεκριμένο μοντέλο στον παρακάτω πίνακα το είδος και το μέγεθος της

επιρροής της κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής στην εξαρτημένη καθώς και το μέγεθος ei^* όπου είναι ο βαθμός της σχετικής επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών ως προς την επιρροή εκείνης της μεταβλητής που επηρεάζει λιγότερο την εξαρτημένη μεταβλητή.

Πίνακας 5.10: Σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών στο τρίτο μοντέλο

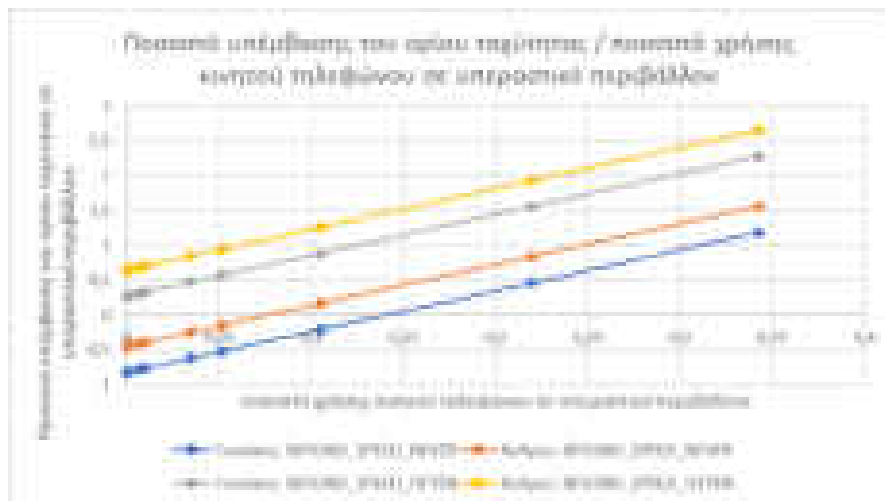
Μοντέλο 3				
Type of road: RURAL				
Variables	Συντελεστής β_i	Μέση τιμή Μεταβλητής	Ελαστικότητα ei	Σχετική Επιρροή ei^*
mbu_rural	5,842	0,035	0,204	1
acc_rural	-1,143	1,13	-1,292	-6,333
harsh_acc_rural	1,485	0,27	0,401	1,966
duration_rural	0,002	399,111	0,798	3,912

Από τις τέσσερις ανεξάρτητες συνεχείς μεταβλητές του μοντέλου, η μεταβλητή της **μέσης επιτάχυνσης σε υπεραστική οδό** παρατηρείται ότι έχει την μεγαλύτερη επιρροή συγκριτικά με τις υπόλοιπες. Συγκεκριμένα, παρουσιάζει 6,333 φορές μεγαλύτερη επιρροή (κατά απόλυτη τιμή) σε σχέση με το ποσοστό χρήσης κινητού τηλεφώνου κατά την διάρκεια οδήγησης σε υπεραστικό περιβάλλον, η οποία έχει την μικρότερη επιρροή. Επίσης η μεταβλητή της απότομης επιτάχυνσης σε υπεραστικό περιβάλλον (harsh_acc_rural) έχει την αμέσως μικρότερη σχετική επιρροή με τιμή 1,966 ενώ η συνολική διάρκεια διαδρομής σε υπεραστικό περιβάλλον (duration_rural) έχει σχετική επιρροή στο μοντέλο με τιμή 3,912.

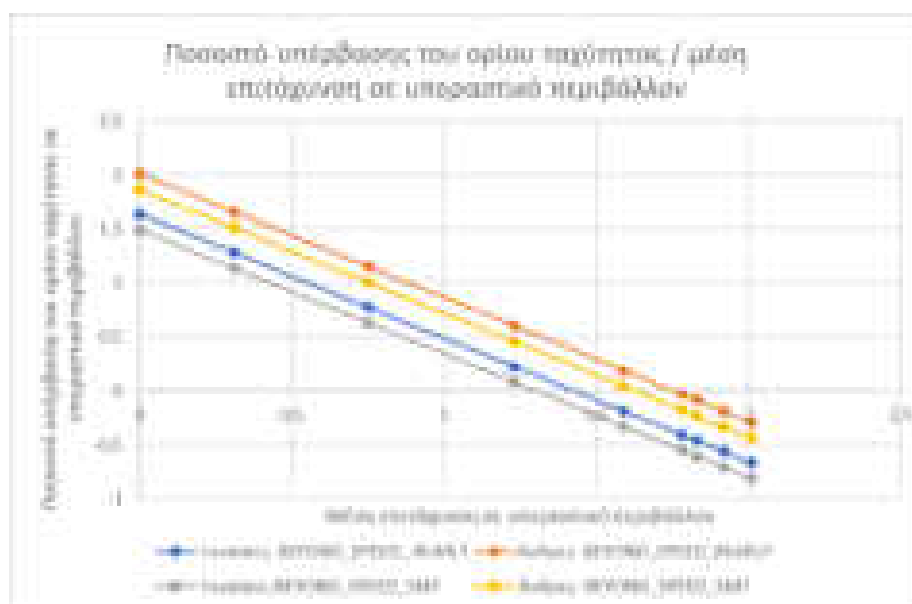
5.6.5 Ανάλυση Ευαισθησίας

Με βάση τα παρακάτω διαγράμματα προκύπτουν συμπεράσματα, σε συμφωνία με όσα έχουν αναφερθεί και στα προηγούμενα υποκεφάλαια. Ειδικότερα προκύπτει ότι το συγκεκριμένο μοντέλο έχει **μεγαλύτερη** ευαισθησία με την μεταβολή των ανεξάρτητων μεταβλητών της απότομης επιτάχυνσης, της συνολικής διάρκειας διαδρομής και της μέσης τιμής της επιτάχυνσης. Όσο αυξάνονται οι δύο πρώτες μεταβλητές, αυξάνεται το ποσοστό οδήγησης πάνω από το όριο, ενώ όσο αυξάνεται η τρίτη μεταβλητή, μειώνεται η εξαρτημένη μεταβλητή. Επίσης για την μεταβλητή της απότομης επιτάχυνσης σε αυτόν τον τύπο οδού, η διαφορά του ποσοστού υπέρβασης του ορίου ταχύτητας μεταξύ των ανδρών και των γυναικών είναι οριακά **μικρή**, με συνέπεια να παρουσιάζεται μια παρόμοια συμπεριφορά και **από τα δύο φύλα**.

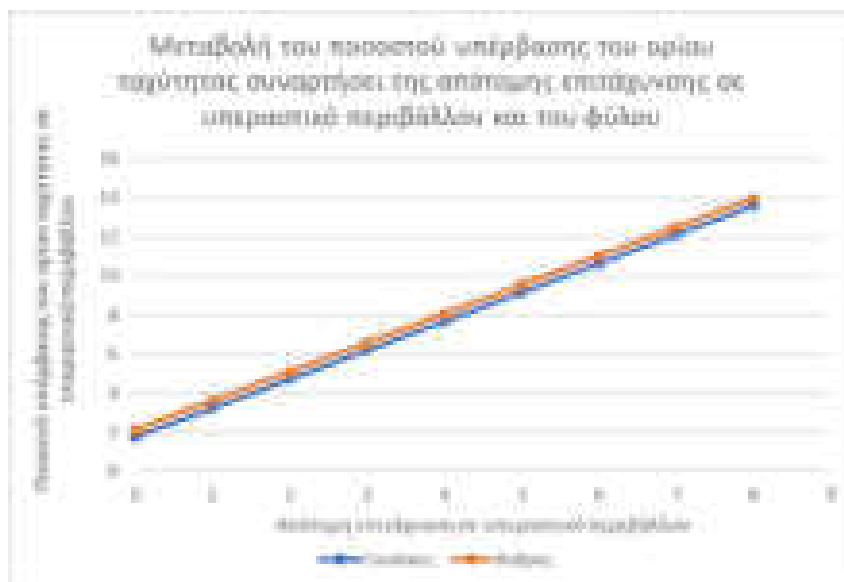
Όσο αφορά τις απαντήσεις των οδηγών στο ερώτημα αν υπερβαίνουν τα όρια, προκύπτει το ίδιο αποτέλεσμα με πριν, δηλαδή ότι όσοι απάντησαν ότι δεν τα υπερβαίνουν "ποτέ", αντί να μειώνεται το ποσοστό υπέρβασης του ορίου ταχύτητας, αυξάνεται. Επιπρόσθετα πρέπει να **τονιστεί** ότι οι άνδρες οδηγοί που απάντησαν "μερικές φορές" ή "σπάνια" εμφανίζουν **μεγαλύτερα** ποσοστά οδήγησης πάνω από το όριο ταχύτητας εν συγκρίσει με τις γυναίκες. Αυτό ισχύει όχι μόνο για την μεταβολή της μέσης επιτάχυνσης όπως αποτυπώνεται στο Διάγραμμα 5.10 αλλά και για την μεταβολή όλων των ανεξάρτητων συνεχών μεταβλητών και αυτή η ιδιαιτερότητα παρουσιάζεται **μόνο** σε υπεραστικό περιβάλλον.



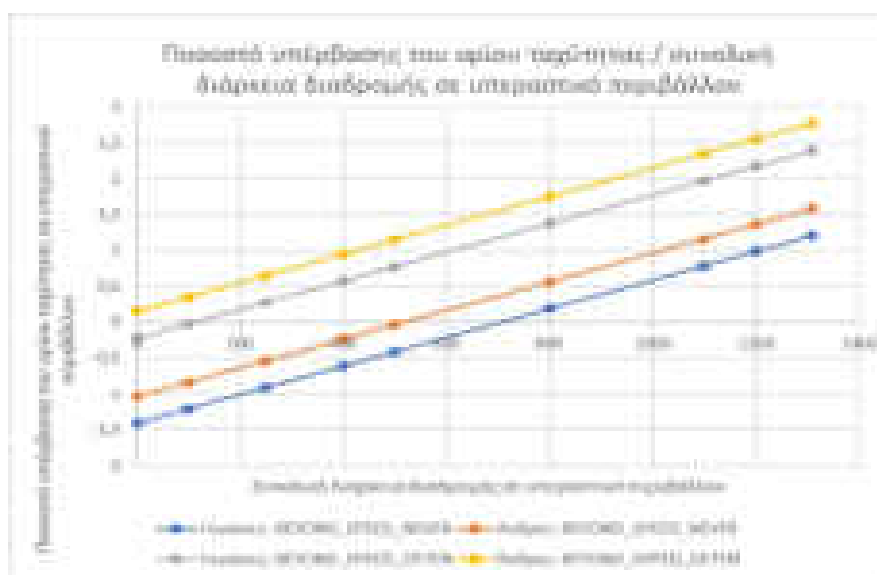
Διάγραμμα 5.9: Μεταβολή του ποσοστού υπέρβασης του ορίου ταχύτητας συναρτήσει του ποσοστού χρήσης κινητού τηλεφώνου σε υπεραστικό περιβάλλον, του φύλου και συγκεκριμένων απαντήσεων στο ερωτηματολόγιο



Διάγραμμα 5.10: Μεταβολή του ποσοστού υπέρβασης του ορίου ταχύτητας συναρτήσει της μέσης επιτάχυνσης σε υπεραστικό περιβάλλον, του φύλου και συγκεκριμένων απαντήσεων στο ερωτηματολόγιο



Διάγραμμα 5.11: Μεταβολή του ποσοστού υπέρβασης του ορίου ταχύτητας συναρτήσει της απότομης επιτάχυνσης σε υπεραστικό περιβάλλον και του φύλου



Διάγραμμα 5.12: Μεταβολή του ποσοστού υπέρβασης του ορίου ταχύτητας συναρτήσει της συνολικής διάρκειας διαδρομής σε υπεραστικό περιβάλλον, του φύλου και συγκεκριμένων απαντήσεων στο ερωτηματολόγιο

5.7 Μοντέλο 4: Κρίσιμοι Παράγοντες Επιρροής του Λόγου της Υπέρβασης των Ορίων Ταχύτητας προς την Απόσταση σε Αυτοκινητόδρομο

Για τον συγκεκριμένο τύπο οδού δεν ήταν εύκολη η ανάπτυξη ενός μοντέλου που θα προβλέπει τους κρίσιμους παράγοντες επιρροής υπέρβασης του ορίου ταχύτητας λόγω των δεδομένων που υπήρχαν. Για αυτό τον λόγο ακολουθήθηκε μια διαφορετική διαδικασία προσέγγισης όπου θα προσδιοριστούν οι παράμετροι επιρροής του λόγου του ποσοστού υπέρβασης του ορίου ταχύτητας ως προς την απόσταση.

5.7.1 Ανάπτυξη Μοντέλου

Για την ανάπτυξη του μοντέλου ακολουθήθηκε η λογαριθμική γραμμική παλινδρόμηση και η μαθηματική σχέση που το περιγράφει είναι:

$$\text{LOG (rate)} = -8,575 + 1,096 * \text{speeding_highway_sq_avg} + 8,925 * \text{harsh_acc_highway} + 1.408 * \text{GENDERMale} + 1,527 * \text{AGGRESSIVE8}$$

Τα αποτελέσματα για την ακρίβεια που προσφέρει το μοντέλο φαίνονται στη συνέχεια :

Πίνακας 5.11: Περίληψη μοντέλου 4

Model Summary				
Multiple R-squared	Adjusted R-squared	F-statistic	Residual standard error	p-value
0,498	0,4733	20.32 on 4 and 82 DF	2.475 on 82 DF	1,17E-08

Πίνακας 5.12: Μεταβλητές στην εξίσωση μοντέλου 4

Μοντέλο 4					
Type of road: HIGHWAY					
Coefficients					
Variables	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)	
Intercept	-8,575	0,403	-21,26	< 2e-16	***
speeding_highway_sq_avg	1,096	0,182	6,013	4,85E-08	***
harsh_acc_highway	8,925	3,723	2,397	1,88E-02	*
GENDERMale	1,408	0,544	2,586	1,15E-02	*
AGGRESSIVE8	1,527	0,612	2,495	1,46E-02	*

5.7.2 Ποιότητα Μοντέλου

- Το **επίπεδο σημαντικότητας** των ανεξάρτητων μεταβλητών και της σταθεράς είναι μικρότερο από 0,05.
- Ο **συντελεστής Adjusted R-squared** είναι οριακά αποδεκτός αφού είναι μεγαλύτερος από 0,45.
- Οι μεταβλητές που εισήχθησαν στο μοντέλο και τα πρόσημά τους εξηγούνται **λογικά**.

5.7.3 Σχολιασμό Αποτελεσμάτων Μοντέλου

Από τους συντελεστές των παραπάνω μαθηματικών μοντέλων προκύπτει μια σειρά από ενδιαφέρουσες παρατηρήσεις:

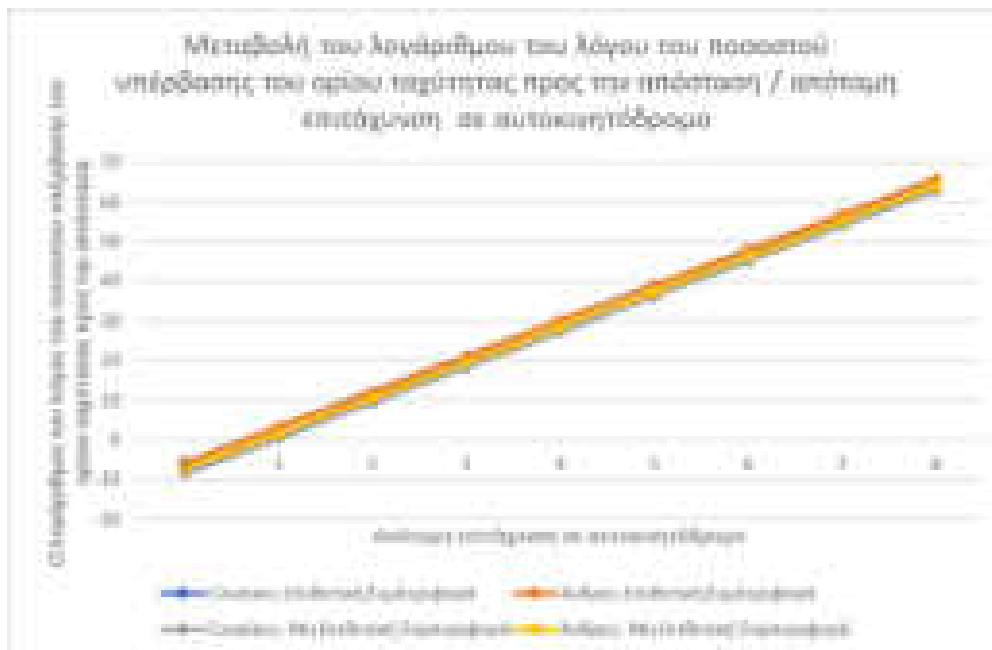
- Για αύξηση του **τετραγώνου της μέσης ποσοστιαίας υπέρβασης του ορίου ταχύτητας σε αυτοκινητόδρομο αυξάνεται ο λογάριθμος του λόγου του ποσοστού υπέρβασης του ορίου ταχύτητας ως προς την απόσταση κατά 1,1 μονάδες**. Μια πιθανή εξήγηση είναι ότι σε αυτόν τον τύπο οδού, οι οδηγοί έχουν την τάση να οδηγούν με υψηλότερη ταχύτητα όσο μικρότερη απόσταση έχουν να διανύσουν, αφού το επιτρέπουν τα χαρακτηριστικά του αυτοκινητόδρομου.
- Η αύξηση της **απότομης επιτάχυνσης** σε αυτοκινητόδρομους κατά μία μονάδα, οδηγεί σε **αύξηση του λόγου** κατά 8,9 μονάδες που ενδεχομένως οφείλεται στο

γεγονός ότι οι οδηγοί με επιθετικότητα συνήθως υπερβαίνουν τα όρια ταχύτητα και πραγματοποιούν περισσότερες απότομες επιταχύνσεις.

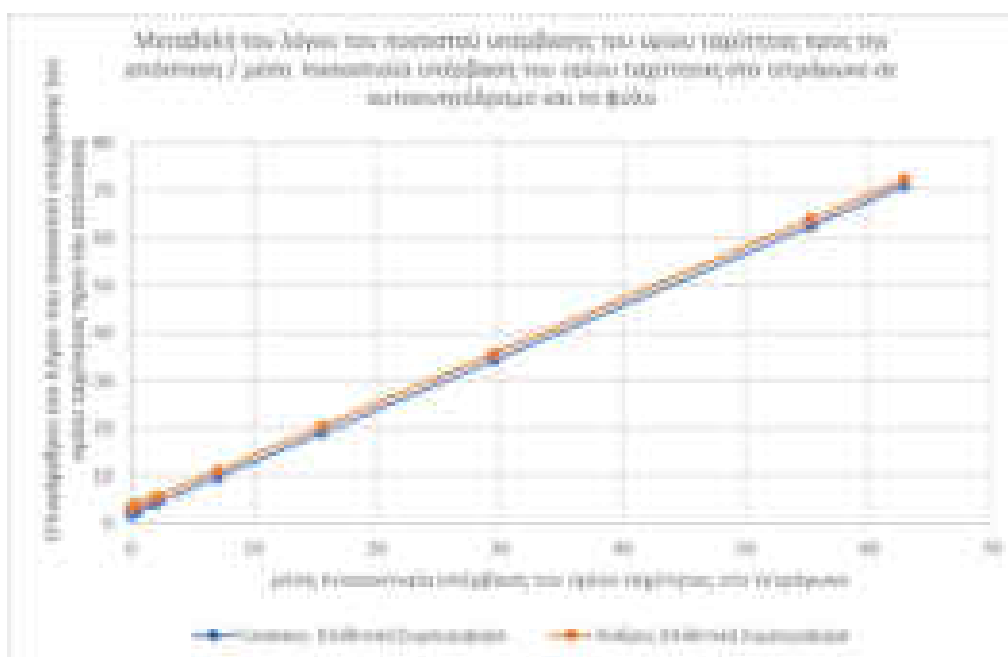
- Επίσης η μεταβλητή **φύλο** (Gender) και πιο συγκεκριμένα οι άνδρες οδηγοί επηρεάζουν τον λόγο του ποσοστού υπέρβασης του ορίου ταχύτητας προς την ταχύτητα. Όσο αυξάνεται κατά μία μονάδα αυτή η παράμετρος, αυξάνεται και η εξαρτημένη μεταβλητή κατά 1,408 μονάδες. Το θετικό πρόσημο δηλώνει ότι οι άνδρες κινούνται πιο συχνά με μεγαλύτερες ταχύτητες από το επιτρεπτό όριο σε σύγκριση με τις γυναίκες. Αυτό το αποτέλεσμα επιβεβαιώνεται και από την βιβλιογραφία καθώς οι περισσότεροι άνδρες οδηγούν με μεγαλύτερες ταχύτητες, έχουν πιο επιθετική συμπεριφορά και οφείλονται για τους περισσότερους σοβαρούς τραυματισμούς.
- Τέλος όσον αφορά στη μεταβλητή της **κατά δήλωση επιθετικότητας** (AGGRESSIVE8), η οποία αντιστοιχεί στο ότι οι οδηγοί είναι πολύ **"επιθετικοί"**, παρατηρείται ότι επηρεάζει τον λόγο του ποσοστού υπέρβασης του ορίου ταχύτητας προς την ταχύτητα. Πιο συγκεκριμένα όσο αυξάνεται κατά μία μονάδα αυτή η παράμετρος, αυξάνεται και η εξαρτημένη μεταβλητή κατά 1,53 μονάδες. Αυτό οφείλεται ενδεχομένως στο γεγονός ότι σε αυτόν τον τύπο οδού, τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά δεν παρουσιάζουν συνήθως ελαττώματα όπως λακκούβες ή απότομες στροφές και επειδή δεν υπάρχουν φωτεινοί σηματοδότες, οι οδηγοί έχουν την τάση να πατάνε περισσότερο το γκάζι και να προσέχουν λιγότερο το οδικό περιβάλλον. Όλα αυτά δικαιολογούν την επιθετική συμπεριφορά και επομένως όσο αυξάνεται αυτή η μεταβλητή, αυξάνεται και ο αντίστοιχος λόγος.

5.7.4 Ανάλυση Ευαισθησίας

Από τα παρακάτω διαγράμματα ευαισθησίας, προκύπτουν συμπεράσματα, σε συμφωνία με όσα έχουν αναφερθεί και στα προηγούμενα υποκεφάλαια. Πιο συγκεκριμένα, προκύπτει ότι με την αύξηση των ανεξάρτητων μεταβλητών της απότομης επιτάχυνσης και της μέσης ποσοστιαίας υπέρβασης του ορίου ταχύτητας σε αυτοκινητόδρομο, παρατηρείται αύξηση του λογαρίθμου του λόγου του ποσοστού υπέρβασης του ορίου ταχύτητας προς την απόσταση που πραγματοποιούνται σε αυτοκινητόδρομο και ότι παρουσιάζουν μεγάλη ευαισθησία. Ταυτόχρονα από τα διαγράμματα συμπεραίνεται η αισθητή διαφορά που εμφανίζεται στον λόγο ανάμεσα στα δύο φύλα όταν δείχνουν σημάδια έντονης επιθετικής συμπεριφοράς στην οδήγηση με τους άνδρες να είναι στην πρώτη θέση, ενώ αξίζει να τονιστεί ότι δεν εμφανίζεται **καμία διαφορά** ανάμεσα στις γυναίκες που είναι επιθετικές και στους άνδρες που είναι πιο ήρεμοι.



Διάγραμμα 5.13: Μεταβολή του λογαρίθμου του λόγου του ποσοστού υπέρβασης του ορίου ταχύτητας προς την απόσταση συναρτήσει της απότομης επιτάχυνσης σε αυτοκινητόδρομο, του φύλου και συγκεκριμένων απαντήσεων στο ερωτηματολόγιο



Διάγραμμα 5.14: Μεταβολή του λογαρίθμου του λόγου του ποσοστού υπέρβασης του ορίου ταχύτητας προς την απόσταση συναρτήσει της μέσης ποσοστιαίας υπέρβασης του ορίου ταχύτητας στο τετράγωνο σε αυτοκινητόδρομο και του φύλου

6 Συμπεράσματα

6.1 Σύνοψη Αποτελεσμάτων

Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί ο προσδιορισμός των **κρίσιμων παραγόντων επιρροής της υπέρβασης των ορίων ταχύτητας με χρήση δεδομένων από έξυπνα κινητά τηλέφωνα**. Πιο συγκεκριμένα, επιδιώκεται να βρεθούν ποια χαρακτηριστικά της οδήγησης που καταγράφηκαν από τους αισθητήρες έξυπνων κινητών τηλεφώνων μπορούν να προβλέψουν την υπέρβαση των ορίων ταχύτητας κατά τη διάρκεια της οδήγησης. Επιπλέον, εξετάζεται ποιες παράμετροι επηρεάζουν την οδήγηση πάνω από τα επιτρεπτά όρια για διαφορετικούς τύπους οδών (αστική οδός, υπεραστική οδός, αυτοκινητόδρομος).

Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν μέσω της εφαρμογής της εταιρείας OSeven και χρησιμοποιήθηκαν για την επίτευξη των παραπάνω στόχων, αντλήθηκαν από **δύο βάσεις δεδομένων**. Η πρώτη ομάδα δεδομένων περιείχε χιλιάδες διαδρομές (49.019 συμβάντα) που πραγματοποιήθηκαν από περισσότερους από 200 οδηγούς μέσα στο χρονικό διάστημα των έξι μηνών είτε σε αστικό και υπεραστικό περιβάλλον είτε σε αυτοκινητόδρομο. Για κάθε ταξίδι μετρήθηκαν **διάφορα κυκλοφοριακά μεγέθη**, όπως η ταχύτητα, η επιτάχυνση το ποσοστό χρήσης κινητού τηλεφώνου και άλλα. Η δεύτερη βάση δεδομένων αφορά σε ένα εκτενές ερωτηματολόγιο που συμπεριλάμβανε ερωτήσεις που αφορούσαν κυρίως τον τρόπο οδήγησης και την συμπεριφορά των οδηγών και απαντήθηκε από 100 από τους παραπάνω οδηγούς. Στο τέλος χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα από τους οδηγούς που έκαναν παραπάνω από δέκα διαδρομές και απάντησαν στις ερωτήσεις.

Μετά από κατάλληλη επεξεργασία και μια σειρά δοκιμών αναπτύχθηκαν, με τη μέθοδο της παλινδρόμησης Poisson και της λογαριθμικής κανονικής παλινδρόμησης, τέσσερα μαθηματικά μοντέλα, εκ των οποίων το πρώτο αφορά στους κρίσιμους παράγοντες επιρροής της υπέρβασης των ορίων ταχύτητας ανεξάρτητα από τον τύπο της οδού ενώ τα άλλα τρία αφορούν στους κρίσιμους παράγοντες επιρροής της υπέρβασης του ορίου ταχύτητας για αστικό, υπεραστικό περιβάλλον και για αυτοκινητόδρομο. Ειδικότερα για τους αυτοκινητοδρόμους επειδή δεν ήταν εύκολος ο προσδιορισμός αυτός, μελετήθηκαν οι παράμετροι που επηρεάζουν τον λόγο του ποσοστού υπέρβασης του ορίου ταχύτητας προς την απόσταση. Τα τέσσερα μαθηματικά μοντέλα παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 6.13: Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων

Μοντέλα Πρόβλεψης των Κρίσιμων Παραγόντων Επιρροής της Υπέρβασης των Ορίων Ταχύτητας															
Γενικό Μοντέλο (Poisson linear)					Μοντέλο σε Αστικό Περιβάλλον (Poisson linear)				Μοντέλο σε Υπεραστικό Περιβάλλον (Poisson linear)				Μοντέλο σε Αυτοκινητόδρομο (Log-linear)		
Ανεξάρτητες Μεταβλητές	βι	Μέση τιμή	Ελαστικότητα ει	Σχετική Επιρροή ει*	βι	Μέση τιμή	Ελαστικότητα ει	Σχετική Επιρροή ει*	βι	Μέση τιμή	Ελαστικότητα ει	Σχετική Επιρροή ει*	βι	Ελαστικότητα ει	Σχετική Επιρροή ει*
Intercept	3,694	-	-	-	3,225	-	-	-	2,031	-	-	-	-8,575	-	-
mbu	3,655	0,043	0,157	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
distance_total	0,017	9,5	0,162	1,032	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
harsh_acc	0,485	0,683	0,331	2,108	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
acc_avg	-1,244	1,445	-1,798	-11,452	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
mbu_urban	-	-	-	-	3,355	0,041	0,138	1	-	-	-	-	-	-	-
harsh_acc_urban	-	-	-	-	0,474	0,374	0,177	1,283	-	-	-	-	-	-	-
acc_urban	-	-	-	-	-0,789	1,494	-1,179	-8,543	-	-	-	-	-	-	-
distance_urban	-	-	-	-	0,163	3,276	0,534	3,87	-	-	-	-	-	-	-
mbu_rural	-	-	-	-	-	-	-	-	5,842	0,035	0,204	1	-	-	-
acc_rural	-	-	-	-	-	-	-	-	-1,143	1,13	-1,292	-6,333	-	-	-
harsh_acc_rural	-	-	-	-	-	-	-	-	1,485	0,27	0,401	1,966	-	-	-
duration_rural	-	-	-	-	-	-	-	-	0,002	399,111	0,798	3,912	-	-	-
speeding_highway_sq_avg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,096	2,992	1
harsh_acc_highway	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,925	7517,583	2512,561
GENDER Male	0,264	-	-	-	-	-	-	-	0,375	-	-	-	1,408	-	-
BEYOND_SPEED NEVER	-1,648	-	-	-	-1,59	-	-	-	-2,758	-	-	-	-	-	-
BEYOND_SPEED OFTEN	-1,148	-	-	-	-0,734	-	-	-	-1,569	-	-	-	-	-	-
BEYOND_SPEED REARLY	-1,386	-	-	-	-1,118	-	-	-	-1,804	-	-	-	-	-	-
BEYOND_SPEED SMT	-1,073	-	-	-	-0,804	-	-	-	-1,949	-	-	-	-	-	-
AGGRESSIVE8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,527	-	-
AIC	406,96				511,16				352,72				-		
McFadden	0,209				0,203				0,263				-		
R ²	-				-				-				0,4733		

6.2 Συνολικά Συμπεράσματα

Κατά τα διάφορα στάδια εκπόνησης της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας προέκυψε ένα **σύνολο συμπερασμάτων** που συνδέεται άμεσα με τους αρχικούς στόχους και τα ερωτήματά της. Στο παρόν υποκεφάλαιο επιχειρείται να δοθεί απάντηση στα ερωτήματα αυτά, με τη σύνθεση των αποτελεσμάτων των προηγούμενων κεφαλαίων. Τα γενικά συμπεράσματα συνοψίζονται ως εξής:

- **Οι οδηγοί που κάνουν περισσότερες απότομες επιταχύνσεις είναι εκείνοι που υπερβαίνουν τα όρια ταχύτητας πιο συχνά**, που ενδεχομένως οφείλεται στο γεγονός ότι σε υψηλές ταχύτητες οι οδηγοί απαιτείται να κάνουν περισσότερους απότομους ελιγμούς. Αυτό μάλιστα ισχύει και επιβεβαιώνεται τόσο στο σύνολο των οδών όσο και στους επιμέρους τύπους οδών.
- **Η χρήση του κινητού τηλεφώνου κατά τη διάρκεια της οδήγησης επηρεάζει την υπέρβαση των ορίων ταχύτητας** καθώς μειώνεται η αντίληψη του οδηγού για το τι συμβαίνει γύρω του. Αυτό έχει ως συνέπεια να μην προσέχουν τις πινακίδες, να μην διατηρούν την κατάλληλη θέση στην λωρίδα κυκλοφορίας τους και αντίστοιχα μια απόσταση ασφαλείας από το προπορευόμενο όχημα. Αυτό παρατηρήθηκε για όλους τους τύπους των οδών (αστικό και υπεραστικό περιβάλλον) **εκτός από τον αυτοκινητόδρομο** όπου εκεί εξαιτίας των ήδη αυξημένων ταχυτήτων οι οδηγοί είναι ιδιαίτερα προσεκτικοί.
- **Οι οδηγοί που διανύουν μεγαλύτερες αποστάσεις είναι εκείνοι που παρουσιάζουν περισσότερα σημάδια επιθετικής συμπεριφοράς και κατ' επέκταση υπερβαίνουν πιο συχνά τα όρια ταχύτητας**. Το πιο πιθανό ενδεχόμενο είναι ότι θέλουν να φτάσουν πιο γρήγορα στον προορισμό τους και επειδή όσο αυξάνεται η διαδρομή που διανύουν, αυξάνεται και η ανυπομονησία και η εξάντλησή τους από την οδήγηση με αποτέλεσμα να πραγματοποιούν περισσότερα σφάλματα. Ειδικότερα αυτό το φαινόμενο παρατηρείται σε **αστικό περιβάλλον**, όπου επηρεάζονται και από αρκετούς άλλους παράγοντες κατά την οδήγηση.
- Για **μεγαλύτερους χρόνους συνολικής διαδρομής**, οι οδηγοί έχουν την τάση να κινούνται με μεγαλύτερες ταχύτητες σε **υπεραστικές οδούς** (όχι αυτοκινητόδρομους), ενδεχομένως γιατί θέλουν από μία χρονική στιγμή και μετά να φτάσουν πιο γρήγορα στον τελικό τους προορισμό. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αναπτύσσουν υψηλότερες ταχύτητες και να εκδηλώνουν περισσότερα σημάδια επιθετικής συμπεριφοράς.
- Οι υψηλότερες τιμές **μέσης επιτάχυνσης** (όχι απαραίτητα απότομης) εντός αστικού και υπεραστικού οδικού δικτύου (εξαιρούνται οι αυτοκινητόδρομοι) δεν συνεπάγονται πάντα υπέρβαση των ορίων ταχύτητας, καθώς σε αυτές τις περιοχές υπάρχουν φωτεινοί σηματοδότες, σήμανση και ισόπεδοι κόμβοι. Αυτό έχει ως συνέπεια να μην επιτρέπεται στους οδηγούς να αναπτύσσουν μεγαλύτερες από τα επιτρεπτά όρια ταχύτητες.
- Οι **άνδρες** έχουν την τάση να οδηγούν με ταχύτητες υψηλότερες από τα επιτρεπτά όρια και αυτό πιθανόν να οφείλεται στο γεγονός ότι έχουν μεγαλύτερη

εμπιστοσύνη στις ικανότητές τους και στις εμπειρίες που έχουν αποκτήσει με την πάροδο του χρόνου σε σχέση με τις γυναίκες, οι οποίες αντιλαμβάνονται καλύτερα τις ικανότητές τους και οδηγούν πιο συντηρητικά. Αυτό αποτυπώνεται κυρίως και στα στατιστικά μοντέλα καθώς επικρατούν μόνο οι άνδρες που είναι και αριθμητικά λιγότεροι στο δείγμα μας.

- **Οι οδηγοί αντιλαμβάνονται ότι εμφανίζουν σημάδια επιθετικής συμπεριφοράς μόνο στον αυτοκινητόδρομο**, και όχι σε άλλους τύπους οδών καθώς ενδεχομένως θεωρούν ότι μόνο η αυξημένη ταχύτητα είναι άμεσα συνδεδεμένη με την επιθετικότητα. Όμως υπάρχουν και άλλοι παράγοντες όπως οι απότομες επιταχύνσεις και οι επικίνδυνοι ελιγμοί που πραγματοποιούνται σε όλα τα οδικά δίκτυα, τα οποία είναι εξίσου σημαντικά φαινόμενα που οδηγούν σε ταχύτητες υψηλότερες των επιτρεπτών ορίων. Αυτό επιβεβαιώνεται από το γεγονός ότι η κατά δήλωση επιθετικότητα εμφανίζεται μόνο στους αυτοκινητόδρομους.
- **Οι απαντήσεις που δόθηκαν στο ερωτηματολόγιο που αφορούν στα ποσοστά υπέρβασης των ταχυτήτων δείχνουν ότι οι οδηγοί δεν αντιλαμβάνονται επαρκώς το πότε και πόσο συχνά τα ξεπερνούν.** Αυτό επιβεβαιώνεται τόσο στο σύνολο των οδών όσο και σε κάθε επιμέρους τύπο οδών, εκτός των αυτοκινητόδρομο που τα αντιλαμβάνονται καλύτερα.
- Επίσης μέσα από τα στατιστικά μοντέλα που αναπτύχθηκαν παρουσιάζεται ότι τα κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά **παίζουν μεγαλύτερο ρόλο** και είναι στατιστικά σημαντικότερα σε σχέση με τις απαντήσεις των οδηγών στο ερωτηματολόγιο.
- Τέλος από την εκπόνηση της συγκεκριμένης Διπλωματικής Εργασίας, προκύπτει ότι τα δεδομένα που συλλέγονται από τα έξυπνα κινητά τηλέφωνα περιέχουν ιδιαίτερα σημαντικές πληροφορίες οι οποίες, μετά από κατάλληλη επεξεργασία και ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων, μπορούν να χρησιμεύσουν στην εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων για τις **κρίσιμες παραμέτρους** που επηρεάζουν την υπέρβαση των ορίων ταχύτητας αλλά και για τη γενικότερη κυκλοφοριακή συμπεριφορά των οδηγών.

6.3 Προτάσεις για τη βελτίωση της ασφάλειας κυκλοφορίας

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα και τα συνολικά συμπεράσματα που εξήχθησαν κατά την εκπόνηση της Διπλωματικής Εργασίας, επιχειρείται η παράθεση μιας σειράς προτάσεων, οι οποίες ενδεχομένως να συμβάλουν στη βελτίωση τόσο της διαχείρισης της κυκλοφορίας όσο και του επιπέδου οδικής ασφάλειας:

- Για την άμεση επίτευξη του περιορισμού της υπέρβασης των ορίων ταχύτητας απαιτείται μια **συχνότερη και αυστηρότερη αστυνόμευση**. Ο επιθυμητός στόχος μέσα από αυτήν την διαδικασία είναι να επικρατήσουν ασφαλέστερες συνθήκες κυκλοφορίας όχι μόνο για τους υπόλοιπους οδηγούς αλλά και για τους πεζούς που αναγνωρίζονται ως οι πιο ευάλωτοι χρήστες της οδού. Αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί με τη **χρήση ειδικών ηλεκτρονικών συσκευών** όπου θα ελέγχεται η ταχύτητα με την οποία κινούνται τα οχήματα. Με αυτή την διαδικασία

επιτυγχάνεται η άμεση ενημέρωση από τους φορείς της αστυνομίας και στην συνέχεια να προβαίνουν στις απαραίτητες ενέργειες.

- Επίσης ο ρόλος των **εκπαιδευτικών φορέων** και γενικότερα της Πολιτείας είναι ιδιαίτερα σημαντικός καθώς, οι γνώσεις που τους μεταδίδουν από μικρή ηλικία στο ζήτημα της οδηγικής ασφάλειας αποτελούν θεμέλιο για τη μετέπειτα δημιουργία τους σε υπεύθυνους και υποδειγματικούς οδηγούς. Πρέπει κατά την διάρκεια των σχολικών ετών να ενταχθούν στο πρόγραμμα εκπαιδευτικές δραστηριότητες και μαθήματα με θέμα την οδική ασφάλεια ώστε να διδάσκονται τα παιδιά, τους κινδύνους όταν ένας οδηγός παραβιάζει τα όρια των ταχυτήτων.
- Επίσης, η εξέλιξη της τεχνολογίας δίνει την δυνατότητα στους οδηγούς μέσω **κατάλληλων εφαρμογών** να ενημερώνονται είτε κατά την διάρκεια της οδήγησης είτε αργότερα σχετικά με τα όρια ταχύτητας και να τους αποστέλλονται ηχητικά μηνύματα σε περίπτωση που ξεπεραστεί το συγκεκριμένο όριο. Επίσης καταγράφονται όλες οι ενδείξεις που συσχετίζονται με το φαινόμενο της επιθετικής συμπεριφοράς κατά τη διάρκεια της οδήγησης και παρέχονται συμβουλές και προτάσεις για βελτίωση των οδηγών.
- Οι **ασφαλιστικές εταιρείες** θα μπορούσαν να επιβραβεύουν τους οδηγούς που δεν οδηγούν επιθετικά και δε πραγματοποιούν απότομα συμβάντα, με μειωμένα ασφάλιστρα. Αυτή η τακτική θα δώσει οικονομικό κίνητρο στους οδηγούς καθώς θα επιδιώκουν να αποκτήσουν αυτά τα προνόμια και αυτοί με την σειρά τους θα προσέχουν να μην υπερβαίνουν τα όρια ταχυτήτων. Το αποτέλεσμα από αυτή την ενέργεια θα είναι η μείωση των υψηλών ταχυτήτων και των απότομων συμβάντων και κατ' επέκταση του αριθμού των ατυχημάτων.

6.4 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Για την περαιτέρω μελέτη του αντικειμένου της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, ενδιαφέρον θα παρουσίαζε η διερεύνηση των παρακάτω:

- Αρχικά θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί παρόμοια έρευνα με **μεγαλύτερο δείγμα** οδηγών και διαδρομών. Πιο συγκεκριμένα να υπάρχουν αρκετά κυκλοφοριακά μεγέθη και παρατηρήσεις για όλους τους τύπους οδών. Όσο αυξάνεται ο αριθμός των διαδρομών που συμμετέχουν στο πείραμα τόσο πιο αξιόπιστα αποτελέσματα προκύπτουν και αυτό πιθανόν να έδινε τη δυνατότητα ανάπτυξης μοντέλων με ισχυρότερη συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών.
- Επίσης ενδιαφέρον θα παρουσίαζε η μελέτη του ίδιου αντικείμενου, συμπεριλαμβάνοντας και τις **διαφορετικές συνθήκες οδήγησης** που μπορεί να επικρατούν, όπως για παράδειγμα ο καιρός, η ύπαρξη χαμηλού και υψηλού κυκλοφοριακού φόρτου, η χρονική στιγμή που γίνεται η διαδρομή. Αυτά αποτελούν εξίσου σοβαρά κριτήρια προς μελέτη, αφού επηρεάζουν την συμπεριφορά και τον τρόπο αντίδρασης του κάθε οδηγού διαφορετικά.
- Χρήσιμη θα ήταν η διερεύνηση της επιρροής που έχει στη συμπεριφορά του οδηγού, η παρουσία ή μη **συνοδηγού** και άλλων ατόμων (ειδικότερα παιδιών) εντός οχήματος, η χρήση ή μη **ζώνης ασφαλείας** καθώς και η κατανάλωση

αλκοόλ πριν χρησιμοποιήσει το όχημα του. Ο συνοδηγός ανάλογα την εμπειρία και την σχέση που έχει με τον οδηγό, μπορεί να έχει διαφορετική επιρροή στον οδηγό και εκείνος με την σειρά του κατά την διάρκεια της οδήγησης, να αντιδράσει είτε πολύ προσεκτικά είτε και απερίσκεπτα.

- Επιπρόσθετα θα μπορούσαν να εφαρμοστούν μελέτες όπου εξετάζουν τις αλλαγές των κυκλοφοριακών χαρακτηριστικών και τη μεταβολή της ταχύτητας και της υπέρβασης των ορίων, μετά από την **κατασκευή νέων έργων** ή βελτίωσης υφιστάμενων.
- Η εφαρμογή εναλλακτικών **μεθοδολογιών στατιστικής ανάλυσης**, όπως για παράδειγμα η ανάλυση με χρονοσειρές ή η ανάλυση ομαδοποίησης με στόχο την ομαδοποίηση των οδηγών ανάλογα την συμπεριφορά τους, θα παρουσίαζε ένα επιπλέον ιδιαίτερο ενδιαφέρον προς μελέτη.
- Τέλος θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί μια αντίστοιχη διερεύνηση για τους **οδηγούς μοτοσυκλετών** αφού χαρακτηρίζονται πιο ευάλωτοι χρήστες σε σχέση με του χρήστες των Ι.Χ. και είναι εκτεθειμένοι σε περισσότερους κινδύνους καθώς πραγματοποιούν συχνότερα επικίνδυνους ελιγμούς και προσπεράσεις και υπερβαίνουν πιο τακτικά τα όρια ταχυτήτων.

7 Βιβλιογραφία

1. Guadalupe González-Sánchez, Elvira Maeso-González, María Isabel Olmo-Sánchez, Mario Gutiérrez-Bedmar, Alberto Mariscal, [Antonio García-Rodríguez](#), 2018. Road traffic injuries, mobility and gender. Patterns of risk in Southern Europe, Journal of Transport & Health, Volume 8, Pages 35-43 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S221414051730021X>
2. Wei Hao, Camille Kamga, Janice Daniel, 2015. The effect of age and gender on motor vehicle driver injury severity at highway-rail grade crossings in the United States, Journal of Safety Research, Volume 55, Pages 105-113 <https://trid.trb.org/view/1377189>
3. Huihui Zhang, Weina Qu, YanGe, Xianghong Sun, Kan Zhang, 2017. Effect of personality traits, age and sex on aggressive driving: Psychometric adaptation of the Driver Aggression Indicators Scale in China, Accident Analysis & Prevention Volume 103, Pages 29-36 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S000145751730115X?via%3Dihub>
4. Eladio Jiménez-Mejías, Carmen Amezcua Prieto, Virginia Martínez-Ruiz, Juan de Dios Luna del Castillo, Pablo Lardelli-Claret, José Juan Jiménez-Moleón, 2014. Gender-related differences in distances travelled, driving behaviour and traffic accidents among university students, Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, Volume 27, Part A, Pages 81-89, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1369847814001454>
5. Chien-Ming Tseng, 2013. Speeding violations related to a driver's social-economic demographics and the most frequent driving purpose in Taiwan's male population, Safety Science, Volume 57, Pages 236-242, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925753513000453>
6. Yanning Wang, Alexander M. Crizzle, Sandra M. Winter, Desiree N. Lanford, 2013. Gender differences among older drivers in a comprehensive driving evaluation, Accident Analysis & Prevention, Volume 61, Pages 146-152, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0001457512003661>
7. Murat Karacasu, Arzu Er, 2011. An Analysis on Distribution of Traffic Faults in Accidents, Based on Driver's Age and Gender: Eskisehir Case, Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 20, 2011, Pages 776-785, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042811014662>
8. XinPei, S.C.Wong, N.N.Sze, 2012. The roles of exposure and speed in road safety analysis, Accident Analysis & Prevention, Volume 48, Pages 464-471, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0001457512000942>
9. Anind K. Dey, Ben Margines, Jin-Hyuk Hong, 2014. A smartphone-based sensing platform to model aggressive driving behaviors, CHI '14: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, Pages 4047–4056, <https://dl.acm.org/doi/10.1145/2556288.2557321>
10. Carlo Giacomo Prato, Tomer Toledo, Tsippy Lotan, Orit Taubman - Ben-Ari, 2010. Modeling the behavior of novice young drivers during the first year after licensure Accident Analysis & Prevention, Volume 42, Issue 2, Pages 480-486, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0001457509002395>

11. Rosolino Vaiana, Teresa Iuele, Vittorio Astarita, Maria Vittoria Caruso, 2014. Driving behavior and traffic safety: an acceleration-based safety evaluation procedure for smartphone, Modern Applied Science 8:88-96, DOI: 10.5539/mas.v8n1p88, Project: RESEARCH on MOBILE SYSTEMS APPLIED TO TRAFFIC MANAGEMENT AND SAFETY, SMART VEHICLES AND SMART ROADS.
https://www.researchgate.net/publication/260390345_Driving_Behavior_and_Traffic_Safety_An_Acceleration-Based_Safety_Evaluation_Procedure_for_Smartphones
12. Adrian B Ellison , Stephen P. Greaves ,2010. Driver Characteristics and Speeding Behavior, Proceedings of the 33rd Australasian Transport Research Forum (ATRF'10),
https://www.australasiantransportresearchforum.org.au/sites/default/files/2010_Ellison_Greaves.pdf
13. Douglas Lind, William Marchal, Samuel Wathen, 2018. "Statistical Techniques in Business and Economics", Seventeenth Edition,
14. OSeven Telematics, (2019), <https://www.oseven.io>
15. World Health Organization, 2019. <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>
16. European Commission, Annual Accident Report. European Commission, Directorate General for Transport, 2019.
https://ec.europa.eu/transport/road_safety/sites/roadsafety/files/pdf/statistics/dacota/asr2018.pdf
17. NTUA Road Safety Observatory, NRSO, 2019, <https://www.nrso.ntua.gr>
<https://www.nrso.ntua.gr/geyannis/wp-content/uploads/geyannis-cp329.pdf>
<https://www.nrso.ntua.gr/road-fatalities-per-million-population-european-union2009-2018/>
<https://www.nrso.ntua.gr/geyannis/wp-content/uploads/geyannis-cp391.pdf>
18. Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία, 2019 <http://www.statistics.gr/statistics/-/publication/SDT03/>
19. Λογαριθμική Κανονική Παλινδρόμηση, 2015, (log- linear regression)
<https://methods.sagepub.com/book/learning-statistics-using-r/i2891.xml>
20. Κατανομή και Παλινδρόμηση Poisson, 2019 (Poisson regression)
<https://towardsdatascience.com/the-poisson-distribution-and-poisson-process-explained-4e2cb17d459>
21. Φραντζεσκάκης, Ι. Μ., Ι. Κ. Γκόλιας, 1994. "Οδική Ασφάλεια." Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα
22. Κοκολάκης Γ., Σπηλιώτης Ι., 1990. Εισαγωγή στη θεωρία Πιθανοτήτων και Στατιστική. Εκδόσεις Συμεών, Αθήνα,
23. Συσχέτιση, Γραμμική Παλινδρόμηση, Λογιστική Παλινδρόμηση, Εφαρμογές,
http://mycourses.ntua.gr/courses/CIVIL1013/document/%C4%E9%E1%EB%DD%EE%E5%E9%F2/Regression19_Part_I.pdf