



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΟΔΗΓΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΙΘΕΤΙΚΗ  
ΟΔΗΓΗΣΗ ΣΕ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ**



**Καλλιόπη Συτερμέγια**

Επιβλέπων: Παναγιώτης Παπαντωνίου

Αθήνα, Ιούλιος 2021



**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΟΔΗΓΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΙΘΕΤΙΚΗ  
ΟΔΗΓΗΣΗ ΣΕ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ**

**Καλλιόπη Συτερμέγια**

**ΑΜ:14101**

Επιβλέπων: Παναγιώτης Παπαντωνίου

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή στις 23 Ιουλίου 2021



.....

**Π. Παπαντωνίου**

**Επ. Καθηγητής ΠΑΔΑ**

.....

**Ι. Κιουσόπουλος**

**Καθηγητής ΠΑΔΑ**

.....

**Δ. Παύλου**

**Διδάσκων ΠΑΔΑ**

Αθήνα, Μάρτιος 2021

## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Συτερμέγια Καλλιόπη του Αναστάσιου, με αριθμό μητρώου 14101, φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Μηχανικών Τοπογραφίας και Γεωπληροφορικής, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της Διπλωματικής Εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο/Η δηλών/δηλούσα

Συτερμέγια Καλλιόπη

**Copyright** © Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τους συγγραφείς. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον/την συγγραφέα του και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις θέσεις του επιβλέποντος, της επιτροπής εξέτασης ή τις επίσημες θέσεις του Τμήματος και του Ιδρύματος.

## Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας τελειώνει ο κύκλος των προπτυχιακών μου σπουδών στο αντικείμενο του Μηχανικού Τοπογράφου και Γεωπληροφορικής.

Ευχαριστώ θερμά τον κ. Παναγιώτη Παπαντωνίου, Επίκουρο Καθηγητή της Σχολής Μηχανικών Τοπογραφίας και Γεωπληροφορικής Π.Α.Δ.Α για την ανάθεση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, την στήριξη καθώς και την πολύτιμη υποστήριξη του σε όλα τα στάδια εκπόνησής της. Κατάφερε να μεταδώσει πολύτιμες γνώσεις στο αντικείμενο Πολιτικού και Τοπογράφου Μηχανικού και ειδικά του Συγκοινωνιολόγου.

Επιπλέον οφείλω να ευχαριστήσω εξίσου θερμά την Εύα Μιχελάρáκη, Υποψήφια Διδάκτορα Ε.Μ.Π. για όλη την υποστήριξή της και βοήθεια στη παρούσα Διπλωματική Εργασία. Ένα μεγάλο ευχαριστώ και στην εταιρεία τηλεματικής OSeven, η οποία παραχώρησε τα στοιχεία μέτρησης της συμπεριφοράς οδηγού που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα Διπλωματική Εργασία.

Ευχαριστώ εξίσου θερμά τα υπόλοιπα μέλη της εξεταστικής επιτροπής: Δημοσθένη Παύλου και Ιωάννη Κιουσόπουλο.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου και τους φίλους μου για την υποστήριξη που μου προσέφεραν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Αθήνα, Ιούλιος 2021

Καλλιόπη Συτερμέγια



# Συσχέτιση οδηγικής συμπεριφοράς με την επιθετική οδήγηση σε υπεραστικές περιοχές

Καλλιόπη Συτερμέγια

Επιβλέπων: Παναγιώτης Παπαντωνίου, Επίκουρος Καθηγητής ΠΑΔΑ

## Σύνοψη

Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι η διερεύνηση αλλά και η συσχέτιση της οδηγικής συμπεριφοράς με την επιθετική οδήγηση στο υπεραστικό οδικό δίκτυο. Για την επίτευξη του στόχου χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα οδηγικής συμπεριφοράς από έξυπνα κινητά τηλέφωνα μέσω της εφαρμογής OSeven, η οποία βασίζεται στη συνεχή καταγραφή των βασικών παραμέτρων οδήγησης σε πραγματικό χρόνο, με τη χρήση αισθητήρων συσκευών Smartphones. Σε αυτό το πλαίσιο, συλλέχθηκαν και αναλύθηκαν στοιχεία από 100 οδηγούς οι οποίοι συμμετείχαν στο πείραμα οδήγησης σε πραγματικές συνθήκες για χρονικό διάστημα έξι μηνών. Στη συνέχεια οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση των στατιστικών μεθόδων της γραμμικής και λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης. Η επιθετική οδήγηση προσδιορίζεται με τα απότομα συμβάντα τόσο όσον αφορά επιταχύνσεις όσο και επιβραδύνσεις και μέσω των τριών μοντέλων παλινδρόμησης που αναπτύχθηκαν διερευνάται ποιοι παράγοντες και πως επηρεάζουν την ύπαρξη απότομων συμβάντων και κατ' επέκταση επιθετικής οδήγησης. Η μέση ταχύτητα, η χρήση κινητού τηλεφώνου, το φύλο και η ηλικία είναι παράμετροι που εμφανίζονται ως ανεξάρτητες μεταβλητές σε όλα τα μοντέλα και η επιρροή τους στην οδηγική συμπεριφορά και στην οδική ασφάλεια αποδεικνύεται εξαιρετικά σημαντική.

**Λέξεις κλειδιά:** οδηγική συμπεριφορά, επιθετική οδήγηση, υπεραστικές περιοχές, οδική ασφάλεια

# **Correlation of driving behavior with aggressive driving in rural areas**

Kalliopi Sytermegia

Supervisor: Panagiotis Papantoniou, Assistant Professor, UNIWA

## **Abstract**

The objective of this Diploma Thesis is the investigation and the correlation of driving behavior with aggressive driving in rural areas. In order to achieve this objective driving behavior data through the OSeven application were extracted and analysed based on real-time driving parameters. Within this framework, 100 drivers participated in the real-time driving experiment for a period of six months. Then statistical analysis performed included linear and logarithmic regression models while aggressive driving is estimated through harsh acceleration and harsh deceleration events. Average speed, mobile phone use, gender and age are parameters that appear as independent variables in all models and their influence on driving behavior and road safety proves to be extremely important.

**Keywords:** driving behavior, aggressive driving, rural areas, road safety, application of smart mobile phones.



## Πίνακας Περιεχομένων

<b>1. Εισαγωγή</b> .....	1
<b>1.1 Γενική Ανασκόπηση</b> .....	1
1.1.1 Οδική ασφάλεια στην Ευρώπη .....	1
1.1.2 Οδική ασφάλεια στην Ελλάδα .....	2
1.1.3 Αίτια οδικών ατυχημάτων.....	4
1.1.4 Υπεραστικές περιοχές – αυτοκινητόδρομοι.....	6
<b>1.2 Στόχος Διπλωματικής Εργασίας</b> .....	8
<b>1.3 Μεθοδολογία</b> .....	8
<b>1.4 Δομή της Διπλωματικής Εργασίας</b> .....	9
<b>2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση</b> .....	11
<b>2.1 Γενικά</b> .....	11
<b>2.2 Συναφείς έρευνες</b> .....	11
2.2.1 Οδηγική συμπεριφορά με χρήση δεδομένων από έξυπνα κινητά τηλέφωνα.....	11
2.2.2 Οδηγική συμπεριφορά με χρήση δεδομένων από προσομοιωτές οδήγησης.....	15
2.2.3 Έρευνες εστιασμένες στα απότομα συμβάντα και τη χρήση κινητού τηλεφώνου.....	17
<b>2.3 Σύνοψη</b> .....	19
<b>3. Θεωρητικό υπόβαθρο</b> .....	21
<b>3.1 Εισαγωγή</b> .....	21
<b>3.2 Βασικές Έννοιες Στατιστικής</b> .....	21
3.2.1 Πληθυσμός .....	21
3.2.2 Δείγμα.....	21
3.2.3 Μεταβλητές .....	21
3.2.4 Μέτρα Κεντρικής Τάσης .....	22
3.2.5 Μέτρα Διασποράς και Μεταβλητότητας.....	22
3.2.6 Μέτρα αξιοπιστίας.....	23
<b>3.3 Συσχέτιση μεταβλητών – Συντελεστής συσχέτισης</b> .....	23
<b>3.4 Βασικές Κατανομές</b> .....	25
3.4.1 Κανονική Κατανομή.....	25
3.4.2 Κατανομή Poisson .....	25
3.4.3 Αρνητική Διωνυμική Κατανομή .....	26
<b>3.5 Μαθηματικά Πρότυπα</b> .....	26
3.5.1 Γραμμική Παλινδρόμηση .....	26

3.5.2 Πολλαπλή Γραμμική Παλινδρόμηση .....	28
<b>3.6 Στατιστική αξιολόγηση και Κριτήρια αποδοχής προτύπου</b> .....	29
<b>3.7 Λειτουργία του ειδικού στατιστικού λογισμικού</b> .....	32
<b>4. Συλλογή και επεξεργασία Δεδομένων</b> .....	34
<b>4.1 Εισαγωγή</b> .....	34
<b>4.2 Συλλογή δεδομένων</b> .....	34
4.2.1 Δεδομένα OSeven .....	34
4.2.2 Δεδομένα Ερωτηματολογίου .....	39
<b>4.3 Επεξεργασία δεδομένων</b> .....	40
4.3.1 Εισαγωγή της βάσης δεδομένων σε Ειδικό Λογισμικό Ανάλυσης.....	40
<b>4.4 Περιγραφική ανάλυση</b> .....	41
<b>5. Αναλύσεις</b> .....	48
<b>5.1 Εισαγωγή</b> .....	48
<b>5.2 Ανάπτυξη μοντέλων πρόβλεψης επιθετικής οδήγησης</b> .....	48
5.2.1 Δεδομένα εισόδου - Καθορισμός μεταβλητών.....	48
5.2.2 Έλεγχος συσχέτισης μεταβλητών.....	49
<b>5.3 Μοντέλο 1: Πρόβλεψη απότομης επιτάχυνσης σε υπεραστική οδό – Γενικό Μοντέλο</b> .....	53
5.3.1 Ανάπτυξη μοντέλου.....	53
5.3.2 Ποιότητα μοντέλου.....	56
5.3.3 Σχολιασμός αποτελεσμάτων μοντέλου .....	56
5.3.4 Σχετική επιρροή των μεταβλητών στο Μοντέλο 1 – Γενικό.....	58
5.3.5 Ανάλυση ευαισθησίας .....	60
<b>5.4 Μοντέλο 2: Πρόβλεψη απότομης επιτάχυνσης σε αυτοκινητόδρομο</b> .....	62
5.4.1 Ανάπτυξη μοντέλου.....	62
5.4.2 Ποιότητα μοντέλου.....	65
5.4.3 Σχολιασμός αποτελεσμάτων μοντέλου .....	65
5.4.4 Σχετική επιρροή των μεταβλητών στο Μοντέλο 2.....	66
<b>5.5 Μοντέλο 3: Πρόβλεψη απότομης επιβράδυνσης σε υπεραστική οδό</b> .....	68
5.5.1 Ανάπτυξη μοντέλου.....	68
5.5.2 Ποιότητα μοντέλου.....	70
5.5.3 Σχολιασμός αποτελεσμάτων μοντέλου .....	71
5.5.4 Σχετική επιρροή των μεταβλητών στο Μοντέλο 1 – Γενικό.....	72
<b>5.6 Συγκριτική ανάλυση μοντέλων</b> .....	73

<b>6. Συμπεράσματα.....</b>	<b>75</b>
<b>6.1 Σύνοψη αποτελεσμάτων .....</b>	<b>75</b>
<b>6.2 Συνολικά συμπεράσματα .....</b>	<b>76</b>
<b>6.3 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.....</b>	<b>78</b>
<b>7. Βιβλιογραφία.....</b>	<b>79</b>



# 1. Εισαγωγή

## 1.1 Γενική Ανασκόπηση

Η **ασφάλεια**, τόσο των **πεζών**, όσο και των ίδιων των **οδηγών** αποτελεί σημαντικό μέρος για τη σωστή και ποιοτική λειτουργία ενός οδικού άξονα. Η αύξηση τόσο των οδικών εμπορευματικών μεταφορών, όσο και των καθημερινών μας αναγκών έχει επιβαρύνει αισθητά τα τελευταία χρόνια το οδικό δίκτυο, με τελευταίες έρευνες να δείχνουν πως στην Ελλάδα το 98% των μεταφορών, εξυπηρετείται κυρίως από το οδικό τμήμα (Τράπεζα Ελλάδος). Δεδομένου πως οι οδικές μεταφορές καταλαμβάνουν σημαντική θέση για την ελληνική οικονομία, αντιπροσωπεύουν το 7% του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος και το 7% των θέσεων απασχόλησης σε εθνικό επίπεδο (OEM, 2019).

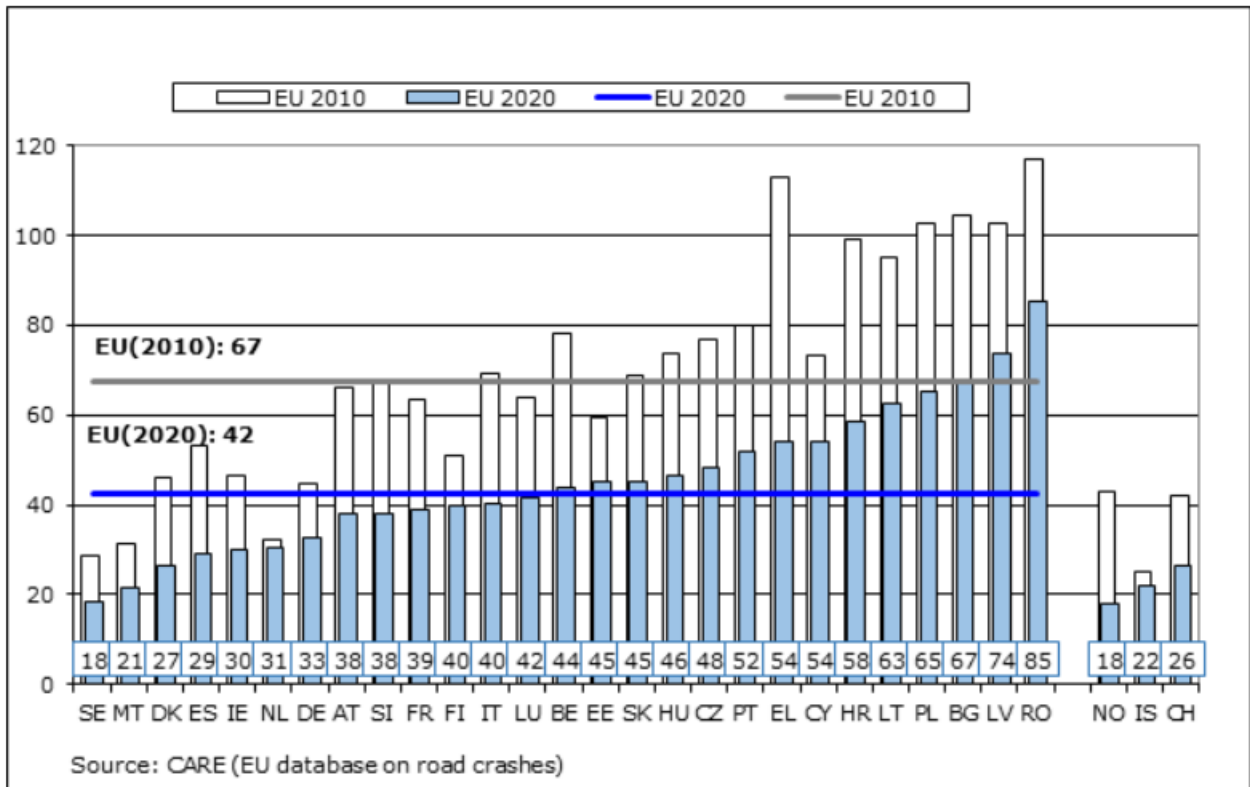
Το **οδικό δίκτυο** μπορεί να αποτελεί σημαντικό μέρος της καθημερινής μετακίνησης, ωστόσο χαρακτηρίζεται ως μια δαπανηρή υποδομή η οποία παρουσιάζει αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον, λόγω των βαρέων φορτίων, των περιβαλλοντικών συνθηκών ή των πιθανών δομικών βλαβών. Για τους λόγους αυτούς, η επιλογή της σωστής μεθόδου κατασκευής και συντήρησης είναι αναπόφευκτη.

Με τα συστήματα της Τεχνολογίας που επιτρέπουν την **παρακολούθηση** του **οχήματος** και **συμπεριφοράς** του **οδηγού**, μπορεί ο ίδιος να εντοπίσει συμβάντα σε μικρότερο χρονικό διάστημα από την χρονική ανθρώπινη αντίδραση. Οι τεχνολογίες αυτές αφορούν το αυτόνομο σύστημα ελέγχου πορείας, τους μηχανισμούς αποφυγής ατυχημάτων, τη προειδοποίηση απόκλισης από τη λωρίδα, τη παρακολούθηση συμπεριφοράς οδηγού μέσω αισθητήρων καθώς και τα συστήματα ανίχνευσης εκφράσεων προσώπου για σημάδια υπνηλίας του εκάστοτε οδηγού (Hellastron, 2020).

Όταν επικεντρωνόμαστε στον ασφαλή σχεδιασμό των **υπεραστικών δρόμων** και **αυτοκινητοδρόμων** είναι σημαντικό να λαμβάνουμε υπόψη μας όχι μόνο συστήματα βασικών υπεραστικών οδών και αρτηριών αλλά και τους υπεραστικούς δρόμους μικρής κυκλοφοριακής σημασίας. Η Διπλωματική αυτή θα ασχοληθεί με την επιθετική οδήγηση σε υπεραστικές περιοχές διαλευκαίνοντας πόσο σημαντική είναι για τις ζωές των ανθρώπων η κατασκευή τους η οποία ενισχύει την οδική ασφάλεια.

### 1.1.1 Οδική ασφάλεια στην Ευρώπη

Εκατομμύρια άνθρωποι χάνουν τη ζωή τους κάθε χρόνο σε **τροχαία ατυχήματα**. Ο σωστός χρόνος και η σωστή στιγμή είναι δύσκολο να συνυπάρξουν, ιδίως εάν αναφερόμαστε για ένα τροχαίο ατύχημα. Και αυτό γιατί, τα ανθρώπινα λάθη συχνά σχετίζονται με φρενάρισμα σε λάθος σημείο και λάθος χρόνο. Συνοπτικά για κάθε θάνατο στους δρόμους της Ευρώπης υπολογίζεται ότι υπάρχουν κατά μέσο όρο, 42 θάνατοι από τροχαία ατυχήματα ανά εκατομμύριο κατοίκους το 2020, οι οποίοι αντιπροσωπεύουν μείωση 17% από το 2019 και μείωση 36% την τελευταία δεκαετία (από το 2010). (Road Safety Statistics, 2020).



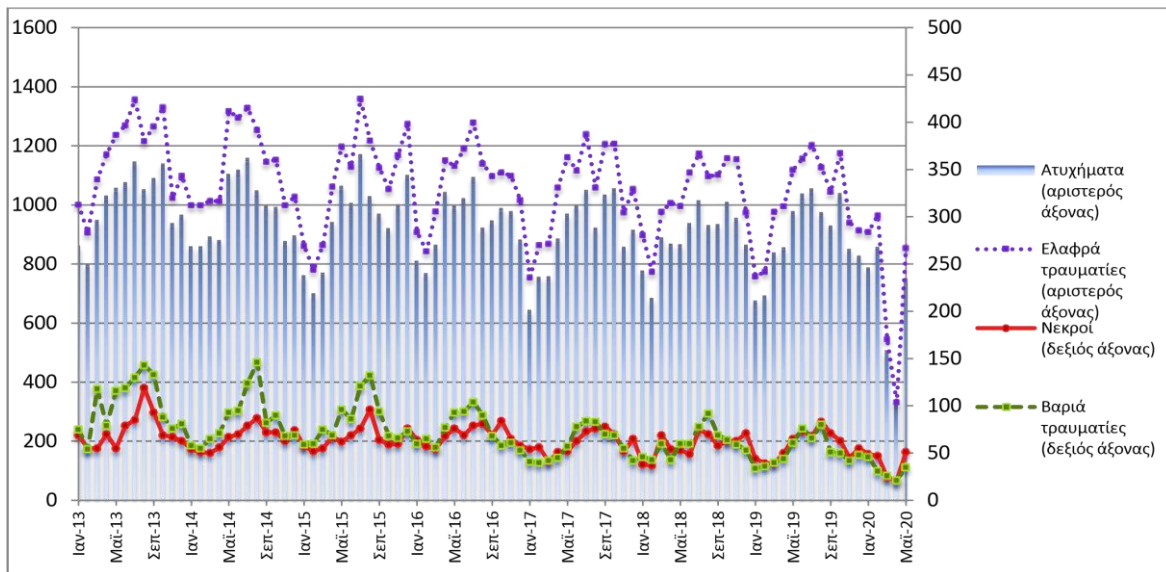
Διάγραμμα 1.1: Αριθμός νεκρών από τροχαία ανά εκατομμύριο κατοίκους στην Ευρώπη, 2010 – 2020  
 Πηγή: [Road Safety Statistics, 2021](#)

Αναφορικά παρατηρούμε πως η Σουηδία σημείωσε 18 θανάτους από **τροχαία ατυχήματα** ανά εκατομμύριο κατοίκους το 2020, δίνοντας στη Σουηδία το καλύτερο ρεκόρ οδικής ασφάλειας στην ΕΕ. Μια απότομη άνοδος το 2018 αντιστράφηκε περισσότερο από το 2019 και ο αριθμός μειώθηκε εκ νέου κατά 14% το 2020, όταν καταγράφηκε ο χαμηλότερος αριθμός θανάτων από τροχαία ατυχήματα. Κατά την τελευταία δεκαετία, ο αριθμός των θανάτων μειώθηκε κατά 29%. Αντιθέτως η Ρουμανία σημείωσε 85 θανάτους από τροχαία ατυχήματα ανά εκατομμύριο κατοίκους το 2020, που είναι το υψηλότερο ποσοστό στην ΕΕ παίρνοντας τη χειρότερη θέση. Ο αριθμός των θανάτων μειώθηκε κατά 12% το 2020, φτάνοντας στο χαμηλότερο ρεκόρ. Από το 2010, ο αριθμός των θανάτων μειώθηκε κατά 31%, αν και δεν σημειώθηκε πρόοδος μεταξύ 2014 και 2019 (Road Safety Statistics, 2021).

Σαφέστατα, (14) δεκατέσσερις χώρες παρουσίασαν καλύτερες επιδόσεις από τον μέσο όρο της Ευρωπαϊκής Ένωσης όσον αφορά τη **μείωση των θανάτων** από τροχαία ατυχήματα τη τελευταία δεκαετία, με το Λουξεμβούργο και την Ελλάδα να βρίσκονται στην κορυφή της λίστας με μείωση πάνω από 42% την τελευταία δεκαετία.

### 1.1.2 Οδική ασφάλεια στην Ελλάδα

Με τα σημερινά δεδομένα του 2020, τα οδικά τροχαία ατυχήματα, που συνέβησαν στην Ελλάδα και προκάλεσαν το θάνατο ή τον τραυματισμό ατόμων, μειώθηκαν κατά 23,2% σε σύγκριση με τον αντίστοιχο μήνα του 2019. **Η Ελλάδα είναι από τις χώρες που σημείωσαν υψηλότερες από τον μέσο όρο μειώσεις των θανάτων από τροχαία ατυχήματα** (European Commission, 2020).



Διάγραμμα 1.2: Οδικά τροχαία ατυχήματα και απώλειες, Ιανουάριος 2013 - Μάιος 2020

Πηγή: [ΕΛΣΤΑΤ, 2020](#)

Αυτό φυσικά μπορεί να οφείλεται και λόγω των περιορισμών κυκλοφορίας που υπήρξαν στη χώρα κατά τη διάρκεια Μαρτίου και Απριλίου του 2020, οι οποίοι ήταν οι μήνες όπου η διασπορά [COVID-19](#) ήταν στο αποκορύφωμά της. Σύμφωνα με σημαντικές έρευνες, **τα ατυχήματα στην Ελλάδα μειώθηκαν κατά 41% τον πρώτο μήνα των περιοριστικών μέτρων (Μάρτιος 2020)**. Πιο συγκεκριμένα, κατά τις πρωινές και απογευματινές ώρες όπου είναι οι ώρες αιχμής κυκλοφορίας, δεδομένου πως οι περισσότεροι οδηγοί πηγαίνουν στο χώρο εργασίας τους αλλά και επιστρέφουν από αυτόν, κατάφεραν να μειώσουν το ποσοστό ατυχημάτων στους δρόμους κατά 81% (Katrakazas, C., Michelaraki, E., Sekadakis, M., & Yannis, G. 2020).

Αξίζει να αναφερθεί πως στη μείωση των τροχαίων ατυχημάτων, έχει λάβει καθοριστικό ρόλο και η οικονομική κρίση στη χώρα, η οποία οδηγεί τους συμπολίτες στη μειωμένη χρήση του οχήματός τους, καθώς και άλλοι παράγοντες, όπως η σταδιακή βελτίωση της ποιότητας του **οδικού δικτύου**. Επιπλέον, η τεχνολογική ανάπτυξη στα θέματα ενεργητικής/παθητικής ασφαλείας που παρέχουν τα σύγχρονα αυτοκίνητα έχει αποκτήσει περίοπτη θέση τα τελευταία χρόνια στο χώρο της οδικής ασφάλειας.

Εάν μπορούσαμε να κάνουμε μια αναδρομή στο παρελθόν, και μάλιστα σχεδόν μια δεκαετία πίσω, διαβεβαιώνουμε τη σημαντική μείωση που παρουσιάζει η χώρα μας στα οδικά τροχαία ατυχήματα από το έτος 2011 – 2020. Για την ακρίβεια προκύπτει ένα διάγραμμα, με έντονη πτωτική πορεία, στο οποίο διακρίνεται η σημαντική μείωση των **οδικών ατυχημάτων**.



	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2020/2011
<b>Injury Road accidents</b>	13.849	12.398	12.109	11.690	11.440	11.318	10.848	10.737	10.712	9.105	-34%
<b>Fatalities</b>	1.141	988	879	795	793	824	731	700	688	579	-49%
<b>Serious Injuries</b>	1.626	1.399	1.212	1.016	999	879	706	727	652	487	-70%
<b>Slight Injuries</b>	15.633	14.241	13.963	13.548	13.097	12.946	12.565	12.422	12.350	10.130	-35%
<b>Vehicle Fleet (x1000)</b>	8.087	8.070	8.035	8.048	8.076	8.173	8.263	8.237	8.402	8.519	5%
<b>Fatalities per million vehicles</b>	141	122	109	99	98	101	88	85	82	68	-52%
											2019/2011
<b>Speed infringements</b>	238.033	186.675	178.816	156.892	173.476	176.592	208.190	213.333	234.169		-2%
<b>Drink &amp; drive infringements</b>	34.992	30.707	30.853	29.597	29.191	33.192	32.964	33.394	31.557		-10%
<b>Seat belt infringements</b>	37.120	33.722	35.478	34.526	29.611	34.831	31.510	33.380	34.594		-7%
<b>Helmet infringements</b>	47.250	47.736	58.122	54.354	52.783	63.971	59.405	52.706	52.089		10%



Διάγραμμα 1.3: Βασικά στοιχεία οδικής ασφάλειας στην Ελλάδα, 2011 – 2020

Πηγή: [NTUA Road Safety Observatory, 2020](http://www.nrso.ntua.gr)

Ο αριθμός των θανάτων σε τροχαία ατυχήματα μειώθηκε σημαντικά τα τελευταία 10 χρόνια. Παρατηρώντας το Διάγραμμα 1.3 μπορούμε να διακρίνουμε αυτή τη σημαντική αλλαγή στα νούμερα, εάν αντιληφθούμε πως το 2011 ο ετήσιος αριθμός θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων κυμαινόταν στους 1.141 σε σχέση με το 2020, όπου σύμφωνα με επίσημα δεδομένα, κατέληξε να είναι στους 579 μόλις νεκρούς. Την τελευταία δεκαετία, η Ελλάδα παρουσίασε την πιο εντυπωσιακή **βελτίωση** της **οδικής ασφάλειας** στην Ευρωπαϊκή Ένωση, με μείωση 49% των θανάτων από τροχαία ατυχήματα από το 2011, επιτυγχάνοντας το στόχο της για μείωση κατά το ήμισυ των θανάτων από τροχαία ατυχήματα το 2020 σε σύγκριση με το 2011. Οι σοβαροί τραυματισμοί μειώθηκαν κατά 70% και το ποσοστό θανάτων ανά όχημα μειώθηκε κατά 52% από το 2011 (NTUA, 2020).

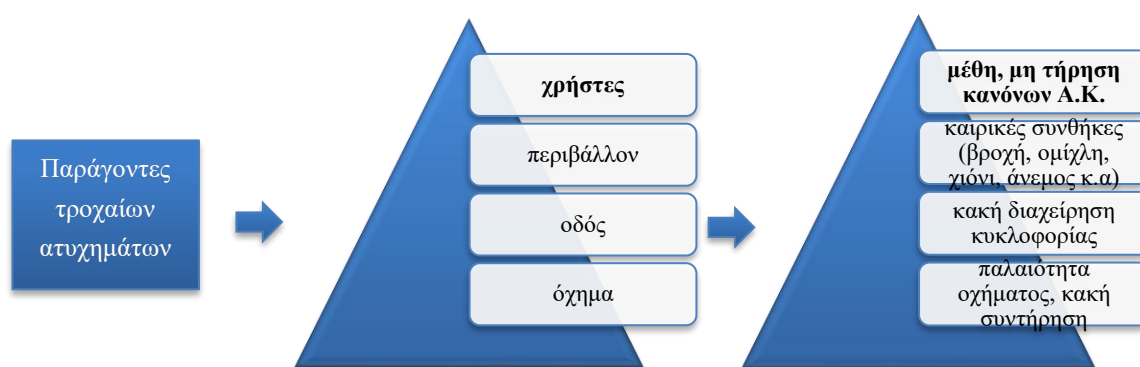
### 1.1.3 Αίτια οδικών ατυχημάτων

Σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν τη ζωή των ανθρώπων αλλά και την φυσική ακεραιότητά τους στην ασφάλτο, είναι η **αντίληψη**, η **συμπεριφορά** και εν συνεχεία οι **δευτερεύοντες παράγοντες** όπως κακή συντήρηση δρόμων, το όχημα κ.α. Άλλωστε η συμπεριφορά ενός οδηγού κουβαλάει από μόνη της ένα μεγάλο φορτίο κι ως αντιδρά ένα μόνο σώμα πάνω της (όχημα).



Η ανάλυση της συμπεριφοράς του οδηγού έχει καθιερωθεί ως κρίσιμο στοιχείο για την πρόληψη των τροχαίων ατυχημάτων και τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας. Η συμπεριφορά του οδηγού ευθύνεται για το 95% περίπου των συνολικών τροχαίων ατυχημάτων (Singh, 2015). Αυτό φυσικά έχει ως αντίκτυπο, η οδηγική συμπεριφορά να είναι υπεύθυνη για ένα μεγάλο αριθμό παραγόντων στα τροχαία ατυχήματα. Το οδικό περιβάλλον είναι αρκετά περίπλοκο, καθώς αποτελείται από πολλά διαφορετικά στοιχεία που επηρεάζουν τον άνθρωπο (Petraki, V., Ziakopoulos, A., & Yannis, G. 2020).

Άλλωστε, οι τέσσερις βασικοί παράγοντες με σειρά αυξανόμενης σπουδαιότητας ενός τροχαίου ατυχήματος σημειώνονται σε μορφή πυραμίδας πως είναι οι εξής:



Διάγραμμα 1.4: Παράγοντες τροχαίων ατυχημάτων κατά επίπεδο σημαντικότητας

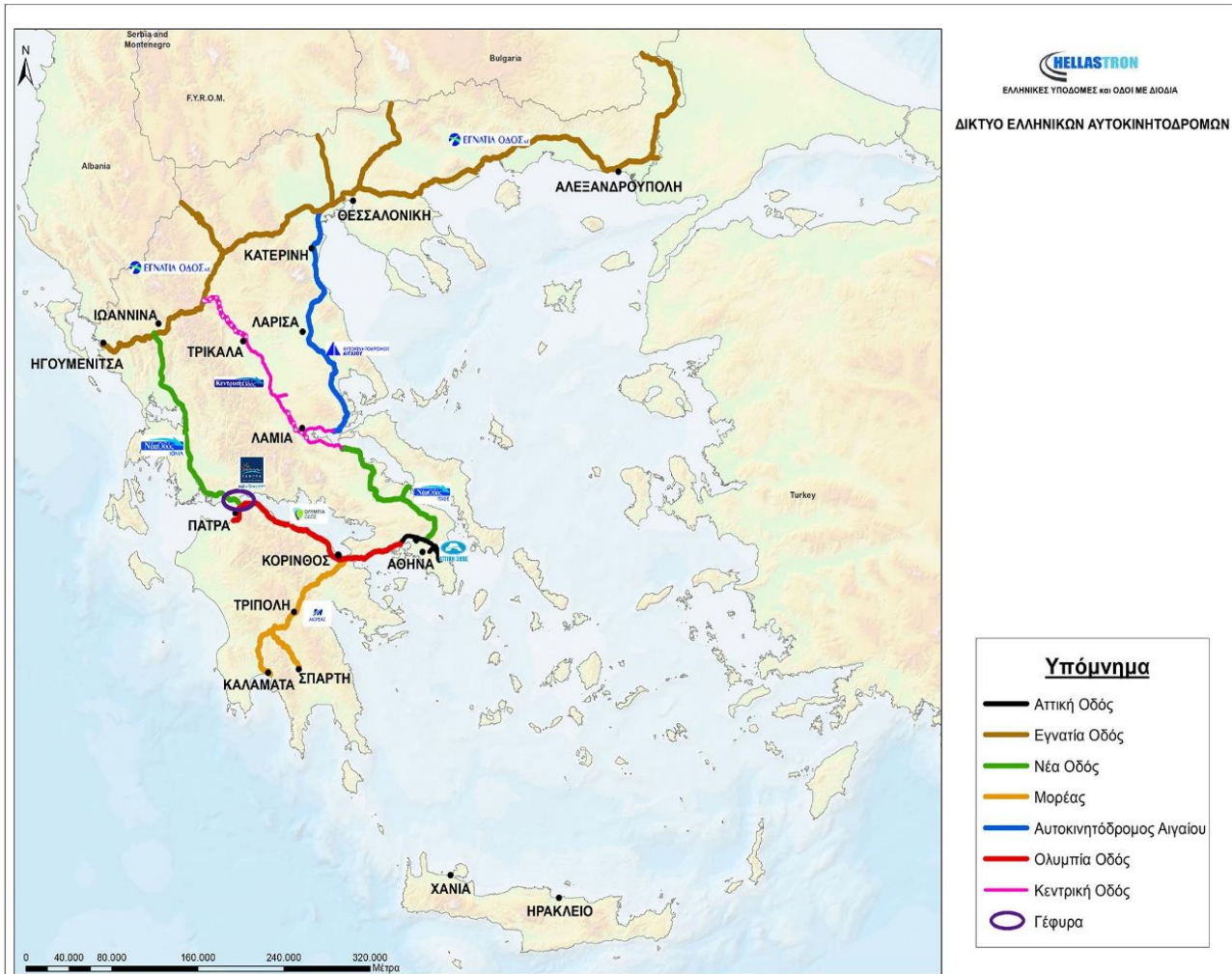
Ένας από τους συνηθέστερους ανθρώπινους παράγοντες που επηρεάζουν το χρήστη οδού είναι ο **θυμός**, ο οποίος συνδέεται με τη **βίαιη συμπεριφορά**, με αποτέλεσμα να προκαλεί, πέρα από τις συνήθεις διαταραχές που ήδη γνωρίζουμε, και την απρόσεκτη οδήγηση. Οι αντιληπτές αξιολογήσεις επιθετικότητας που συγκεντρώθηκαν μέσω αυτής της μελέτης παρέχουν συγκεκριμένες τιμές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να δώσουν μια μέτρηση της επιθετικής οδηγικής συμπεριφοράς (Oehl, M., Brandenburg, S., & Huemer, A. K. 2019).

Η εφαρμογή της νομοθεσίας περί περιορισμού κυκλοφορίας κατά τη διάρκεια της πανδημίας κορονοϊού, μπορεί να προώθησε την ασφάλεια και να μείωσε τους πιθανούς κινδύνους τροχαίων ατυχημάτων, ωστόσο δεν κατάφεραν όλοι οι οδηγοί να συμμορφωθούν σε αυτά τα νέα μέτρα, ιδίως όσοι είχαν έντονα αρνητικά συναισθήματα κατά τη διάρκεια της καραντίνας, όπως είναι ο θυμός.

Αυτό φυσικά είχε ως αντίκτυπο, οι χρήστες του οδικού δικτύου, και ιδιαίτερα οι οδηγοί, να μην συμμορφώνονται με τους νόμους κυκλοφορίας. Για να μπορέσουμε να αποδείξουμε και να κατανοήσουμε αυτό το φαινόμενο, πραγματοποιήσαμε μια έρευνα της **οδηγικής συμπεριφοράς** με δεδομένα που μας δόθηκαν από την εταιρία τηλεματικής OSEVEN. Τα αποτελέσματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως κατευθυντήριες γραμμές για τις αρμόδιες αρχές για τη δημιουργία ενός προγράμματος οδικής ασφάλειας που επικεντρώνεται στη διαχείριση και τον έλεγχο του θυμού ενώ βρισκόμαστε στο δρόμο. Αυτές οι κατευθυντήριες γραμμές μπορούν να μειώσουν την αρνητική επίπτωση του θυμού, όπως η παραβίαση των νόμων κυκλοφορίας, σχετικά με την οδηγική συμπεριφορά σε υπεραστικές οδούς.

#### 1.1.4 Υπεραστικές περιοχές – αυτοκινητόδρομοι

Σημαντικό επίτευγμα τα τελευταία 20 χρόνια αποτελεί η κατασκευή και λειτουργία αυτοκινητοδρόμων το οποίο δημιουργεί ένα πιο **ασφαλές περιβάλλον** στις **οδικές μετακινήσεις**. Ο παρακάτω χάρτης απεικονίζει το Ελληνικό δίκτυο αυτοκινητοδρόμων.



Χάρτης 1.1: Δίκτυο Ελληνικών Αυτοκινητοδρόμων

Πηγή: [Hellastron \(Hellenic Association of Toll Road Network\), 2020](#)

Σημαντικό παράγοντα στην οδική ασφάλεια, αποτελεί επίσης η εξέλιξη της τεχνολογίας **κατασκευής ‘έξυπνων’ οχημάτων**, καθώς επιβατικά και επαγγελματικά οχήματα διαθέτουν ενεργές τεχνολογίες ασφάλειας για την αποφυγή ατυχημάτων και συστήματα παθητικής ασφάλειας για την προστασία των επιβατών και άλλων χρηστών του δρόμου σε περίπτωση ατυχήματος.

Όμως η τεχνολογική εξέλιξη των οχημάτων αποτελεί ένα μικρό μέρος αυτού του σημαντικού ζητήματος, καθώς κρίσιμοι παράγοντες θεωρούνται και οι **συμπεριφορές των οδηγών** και άλλων χρηστών του δρόμου. Επιπλέον, ο σχεδιασμός και η συντήρηση των υποδομών, η τήρηση κανόνων κυκλοφορίας και η ηλικία των οχημάτων, επηρεάζουν σημαντικά την ασφάλεια των δρόμων.

Είναι γνωστό πως **τα ασφαλή οχήματα** οδηγούνται από **ασφαλείς οδηγούς** σε **ασφαλείς δρόμους**. Ωστόσο, μπορεί στους αυτοκινητοδρόμους να σημειώνονται τα λιγότερα τροχαία ατυχήματα, το ποσοστό των νεκρών αυξάνεται ολοένα και περισσότερο. Παρά την αξιοσημείωτη πρόοδο των τελευταίων ετών, το επίπεδο οδικής ασφάλειας στη χώρα μας εξακολουθεί να παραμένει χαμηλό.

Τα οδικά τροχαία ατυχήματα κατά περιφέρεια και νομό σύμφωνα με τον Πίνακα 1.1, ως ένα σύνολο στατιστικών για τη χώρα, προκύπτουν πως για τον μήνα Ιανουάριο - Μάιο του 2019, σημειώθηκαν συνολικά 10.759 τροχαία ατυχήματα, εκ των οποίων οι **νεκροί** ανέρχονταν στους 695. Οι υπόλοιποι 628 ανήκαν στους βαριά τραυματίες, ενώ σημειώθηκαν και 12.185 **ελαφρά τραυματίες**.

Σε σύγκριση με το έτος του 2020 ο συνολικός αριθμός ατυχημάτων για τους αντίστοιχους μήνες κυμαινόταν στους 3.230 σημειώνοντας ετήσια μεταβολή -20,1%. Αντίστοιχα οι νεκροί **μειώθηκαν** στους 192, σημειώνοντας ετήσια μεταβολή -19,0%, σημειώθηκαν 159 βαριά τραυματίες, με ετήσια μεταβολή -26,0% ενώ οι ελαφρά τραυματίες παρουσίασαν ακόμη πιο αισθητή μεταβολή της τάξεως -22,0% με 3.605 σε σχέση με την αντίστοιχη περίοδο του 2019.

*Πίνακας 1.1: Οδικά τροχαία ατυχήματα και παθόντες για το διάστημα Ιανουαρίου-Μαΐου των ετών 2018, 2019 και 2020*

	2019		2020*
	Ιανουάριος - Μάιος	Σύνολο έτους *	Ιανουάριος - Μάιος
<b>Ατυχήματα</b>	4.042	<b>10.759</b>	3.230
	-1,1	0,2	-20,1
<b>Νεκροί</b>	237	<b>695</b>	192
	-5,6	-0,7	-19,0
<b>Βαριά τραυματίες</b>	215	<b>628</b>	159
	-14,7	-13,6	-26,0
<b>Ελαφρά τραυματίες</b>	4.623	<b>12.185</b>	3.605
		-1,9	-22,0
<b>Ετήσια Μεταβολή (%)</b>			

Η ποιότητα των δρόμων χαρακτηρίζεται ως ένα κρίσιμο στοιχείο για την οδική ασφάλεια. Οι δρόμοι που έχουν σχεδιαστεί για την ελαχιστοποίηση των σημείων συμφόρησης και για τη διασφάλιση της καλύτερης ροής της κυκλοφορίας, δεν είναι παρά οι ίδιοι αυτοκινητόδρομοι, οι οποίοι μας εξασφαλίζουν μια καλύτερη υποδομή στο τομέα της **οδικής ασφάλειας**.

## 1.2 Στόχος Διπλωματικής Εργασίας

Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι η διερεύνηση αλλά και η συσχέτιση της οδηγικής συμπεριφοράς με την επιθετική οδήγηση στο υπεραστικό οδικό δίκτυο. Για την επίτευξη του στόχου χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα οδηγικής συμπεριφοράς από έξυπνα κινητά τηλέφωνα μέσω της εφαρμογής OSeven, η οποία βασίζεται στη συνεχή καταγραφή των βασικών παραμέτρων οδήγησης σε πραγματικό χρόνο, με τη χρήση αισθητήρων συσκευών Smartphones

Σε αυτό το πλαίσιο, συλλέχθηκαν και αναλύθηκαν στοιχεία από 100 οδηγούς οι οποίοι συμμετείχαν στο πείραμα οδήγησης σε πραγματικές συνθήκες για χρονικό διάστημα έξι μηνών

Στη συνέχεια τα αποτελέσματα που θα εξαχθούν θα βασίζονται σε σύνθετες στατιστικές αναλύσεις παλινδρόμησης. Εκτός από το βασικό μοντέλο για το σύνολο των διαδρομών, θα αναπτυχθούν επιμέρους μοντέλα που θα συσχετίζουν την οδηγική συμπεριφορά με τους παράγοντες επιρροής, σε **υπεραστικό δίκτυο** και αυτοκινητόδρομο ώστε να είναι μεταξύ τους συγκρίσιμα. Μάλιστα θα επιδιωχθεί όλα τα μοντέλα να έχουν τις **ίδιες ακριβώς μεταβλητές** ώστε να επιτευχθεί πιο εύκολα η σύγκριση των μοντέλων μεταξύ τους.

Εκτιμάται ότι τα **αποτελέσματα** της ανάλυσης που θα προκύψουν με το τέλος της Διπλωματικής Εργασίας, θα επιτρέψουν την κατανόηση του βαθμού και του τρόπου με τον οποίο η **οδηγική συμπεριφορά** σε συνδυασμό με τα χαρακτηριστικά του οδηγού, επηρεάζουν την **επιθετική οδήγηση**.

## 1.3 Μεθοδολογία

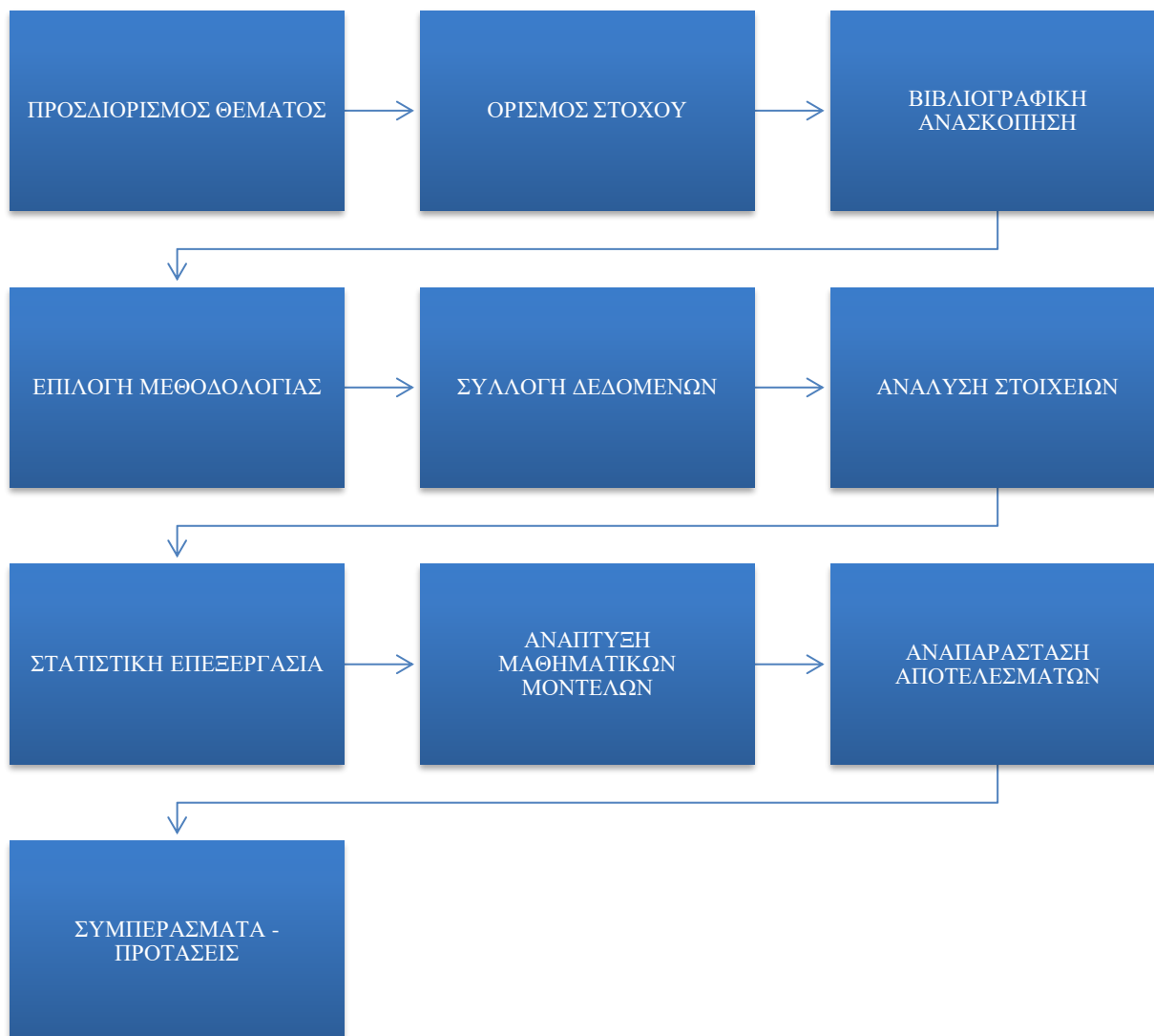
Πριν από κάθε έρευνα και μελέτη, τηρείται πιστά μια **μεθοδολογία**. Έτσι και στη Διπλωματική αυτή Εργασία, αναζητήθηκε, μελετήθηκε και παρουσιάστηκε μια συγκεκριμένη σειρά με τα στάδια της οποίας παρουσιάζονται στη συνέχεια.

Σε πρώτο στάδιο προσδιορίστηκε το **αντικείμενο της διπλωματικής έρευνας** για το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα. Πραγματοποιήθηκε ευρεία **βιβλιογραφική ανασκόπηση** τόσο σε διεθνές όσο και τοπικό επίπεδο. Αναζητήθηκαν συναφείς έρευνες με παρόμοια ζητήματα που απασχολούσαν την οδική ασφάλεια, ώστε να καταφέρει να οριστεί και η αντίστοιχη μέθοδος ανάλυσης των δεδομένων.

Σε επόμενο στάδιο ακολούθησε η **συλλογή των στοιχείων** που χρειάστηκαν για τη Διπλωματική μελέτη. Η οδηγική συμπεριφορά προσδιορίστηκε μέσω ενός καινοτόμου συστήματος συλλογής δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Εκατό (100) οδηγοί έλαβαν μέρος στην έρευνα αυτή στη περιοχή της Αθήνας σε περίοδο 7 μηνών, από τις 25/6/2019 έως τις 23/1/2020. Χάρη στην αξιοποίηση της τηλεματικής εταιρίας (OSEVEN), δημιουργήθηκε μια βάση δεδομένων με χιλιάδες απότομα συμβάντα. Σε επόμενο βήμα πραγματοποιήθηκε μια στατιστική ανάλυση των δεδομένων αυτών μέσω της ειδικής εφαρμογής Excel απ' όπου πραγματοποιήθηκε **σύγκριση τόσο των κυκλοφοριακών όσο και των δημογραφικών χαρακτηριστικών** στο οδικό τμήμα καθώς διερευνήθηκε και η επιρροή των απότομων συμβάντων μέσω της χρήσης κινητού τηλεφώνου (Smart Phones).

Στη πορεία της έρευνας, μέσω της ηλεκτρονικής βάσης δεδομένων που δόθηκε από την OSEVEN ακολούθησε η διαδικασία της στατιστικής επεξεργασίας καθώς και η εισαγωγή τους στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης (IBM SPSS 26.0). Ύστερα από **αναζήτηση της κατάλληλης μεθόδου**,

προέκυψαν και τα τελικά **μαθηματικά μοντέλα**. Αυτό φυσικά έγινε χάρη στην **αξιολόγηση και ερμηνεία των αποτελεσμάτων**. Η επιρροή και η ανάλυση ήταν οι κατευθυντήριες γραμμές για την επίτευξη του στόχου της Διπλωματικής Εργασίας. Στο παρακάτω διάγραμμα ροής παρουσιάζονται συνοπτικά τα στάδια που ακολουθήθηκαν κατά τη διάρκεια εκπόνησης της Διπλωματικής Εργασίας.



*Διάγραμμα 1.5: Διάγραμμα ροής σταδίων εκπόνησης Διπλωματικής Εργασίας*

## 1.4 Δομή της Διπλωματικής Εργασίας

Στο παρόν υποκεφάλαιο παρουσιάζεται συνοπτικά η δομή της Διπλωματικής Εργασίας μέσω μιας συνοπτικής αναφοράς με σκοπό τη βαθύτερη κατανόηση και ανάγνωση.

Το **κεφάλαιο 1** αντικατοπτρίζει τη κύρια **εισαγωγή** του κειμένου παρέχοντας και τους βασικούς λόγους για τους οποίους είναι σημαντική η οδική ασφάλεια. Η ανάλυση τόσο της οδηγικής συμπεριφοράς, όσο και της επιρροής που ασκεί η χρήση κινητού τηλεφώνου στην οδήγηση, δημιουργεί μια πιο καθαρή εικόνα για τις αιτίες που προκαλούν τα τροχαία ατυχήματα. Στη συνέχεια

περιγράφεται το αντικείμενο, οι στόχοι καθώς και η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για τη Διπλωματική Εργασία.

Το **κεφάλαιο 2** εστιάζει στη **βιβλιογραφική ανασκόπηση** συναφών ερευνών με τη Διπλωματική Εργασία. Μελετώνται έρευνες με αντικείμενο την οδηγική συμπεριφορά με χρήση κινητού τηλεφώνου, και συνοψίζεται ο στόχος, η μεθοδολογία και το συμπέρασμα για τη κάθε περίπτωση.

Το **κεφάλαιο 3** αποτελεί το **θεωρητικό υπόβαθρο** ανάλυσης των στοιχείων. Μελετάται και επεξηγείται ο λόγος επιλογής της συγκεκριμένης μεθόδου στατιστικής ανάλυσης, καθώς δίνεται έμφαση και στη περιγραφή των μαθηματικών εννοιών που χρησιμοποιούνται στη παρούσα έρευνα.

Το **κεφάλαιο 4** παρέχει τη διαδικασία **συλλογής και επεξεργασίας** των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν στη Διπλωματική Εργασία. Δίνεται αναφορά στην εταιρία τηλεματικής (Oseven) για τη παραχώρηση των δεδομένων και στη συνέχεια σημειώνονται συγκεντρωτικοί πίνακες οι οποίοι περιγράφουν τα βασικά χαρακτηριστικά του δείγματος των εκατό (100) οδηγών που συμμετείχαν στην έρευνα αυτή.

Το **κεφάλαιο 5** αφορά όλη τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την κατάλληλη **εξαγωγή των αποτελεσμάτων**. Δεδομένα εισόδου και εξόδου, αναλύονται εκτενώς με ιδιαίτερη προσοχή να δίνεται στους στατιστικούς ελέγχους αξιοπιστίας. Στη συνέχεια πραγματοποιείται σύγκριση των μοντέλων που αφορούν την οδήγηση σε όλους τους τύπους οδού και τέλος πραγματοποιείται διαφοροποίηση με την υπεραστική οδό που είναι και το βασικό ζήτημα της εργασίας.

Το **κεφάλαιο 6** αναφέρεται στα **συμπεράσματα** που προέκυψαν κατά τη διάρκεια εξαγωγής των αποτελεσμάτων. Ύστερα, δημιουργούνται **προτάσεις** που θα μπορούσαν να βελτιώσουν την οδική ασφάλεια και κατ' επέκταση το δίκτυο των υπεραστικών οδών.

Το **κεφάλαιο 7** περιέχει την αριθμημένη λίστα των **βιβλιογραφικών αναφορών**. Η λίστα αυτή περιλαμβάνει αναφορές, εστιασμένες τόσο σε συναφείς έρευνες όπου βοήθησαν στη κατανόηση του αντικειμένου της εργασίας, όσο και σε αριθμητικές έννοιες, στατιστικές μεθόδους και αναλύσεις που αναλύθηκαν στο θεωρητικό μέρος της Διπλωματικής Εργασίας.

## 2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση

### 2.1 Γενικά

Στο κεφάλαιο αυτό δίνεται βάση στη βιβλιογραφική ανασκόπηση που πραγματοποιήθηκε κατά τη διάρκεια της μελέτης αλλά και έρευνας της Διπλωματικής Εργασίας. Παράλληλα αξιολογούνται και σχολιάζονται **συναφείς έρευνες** στον τομέα της οδικής ασφάλειας και της οδηγικής συμπεριφοράς μέσω δεδομένων που συγκεντρώθηκαν από σημαντικές τεχνολογικές συσκευές όπως είναι τα **έξυπνα κινητά τηλέφωνα** (smart phones).

Επιπρόσθετα, σχολιάζεται η σημαντικότητα της οδηγικής συμπεριφοράς και αναλύονται μοντέλα που χρησιμοποιούνται στη βελτίωση των επιμέρους στοιχείων της. Οι έρευνες που παρουσιάζονται, βασίζονται σε διεθνές επίπεδο.

Σαφέστατα, για κάθε επιστημονική εργασία που μελετήθηκε και ερευνήθηκε, παρουσιάζεται μια σύντομη σύνοψη βασίζοντας στα βήματα που ακολουθήθηκαν για την ολοκλήρωση της κάθε έρευνας ξεχωριστά.

### 2.2 Συναφείς έρευνες

Αποτελεί ένα υποκεφάλαιο, στο οποίο παρουσιάζονται παρόμοιες έρευνες σε επιστημονικό επίπεδο, ώστε να συγκριθούν με κατάλληλη διαφάνεια τα αποτελέσματά τους με εκείνα της Διπλωματικής μας Εργασίας. Χρησιμοποιώντας **συναφείς έρευνες, τόσο στο αντικείμενο της οδικής ασφάλειας, όσο και στην ίδια τη συμπεριφορά των οδηγών**, αναπτύσσουμε μια νέα κριτική ικανότητα για το πόσο μπορεί να αποδώσει στις ζωές μας η χρήση των έξυπνων κινητών. Έρευνες που βασίστηκαν στην Διπλωματική μελέτη με χρονολογική σειρά είναι οι εξής:

#### 2.2.1 Οδηγική συμπεριφορά με χρήση δεδομένων από έξυπνα κινητά τηλέφωνα

2.2.1.1 Investigating the effects of driving environment and driver characteristics on drivers' compliance with speed limits (Yadav & Velaga, 2021)

Σκοπός:

Η παρούσα μελέτη στοχεύει στη διερεύνηση της συμμόρφωσης με την **ταχύτητα των οδηγών** σε περιβάλλον οδήγησης, καθώς και στον εντοπισμό των σημαντικών παραγόντων που επηρεάζουν τη συμμόρφωση τους με την ταχύτητα.

Μεθοδολογία:

Το σενάριο οδήγησης σχεδιάστηκε από ογδόντα δύο (82) οδηγούς. Τα χαρακτηριστικά του οδηγού (δημογραφικά – κυκλοφοριακά στοιχεία) καταγράφηκαν με τη βοήθεια ενός **ερωτηματολογίου**. Αναπτύχθηκε ένα γενικευμένο γραμμικό μοντέλο χρησιμοποιώντας τη διαφορά ταχύτητας ως **εξαρτημένη μεταβλητή** μαζί με τα χαρακτηριστικά οδήγησης και του οδηγού ως μεταβλητές πρόβλεψης. Η ανάλυση θεωρεί κάθε οδηγό ως **μονάδα λήψης αποφάσεων** και αποσκοπεί στην

παροχή σχετικού μέτρου αποτελεσματικότητας της ασφάλειας για τη σύγκριση διαφορετικών οδηγών με βάση την οδηγική τους απόδοση.

#### Αποτελέσματα:

Διαπιστώθηκε ότι η συμμόρφωση με την ταχύτητα των οδηγών είναι καλύτερη στο αστικό περιβάλλον οδήγησης σε σύγκριση με το υπεραστικό δίκτυο, γεγονός που υποδηλώνει ότι οι οδηγοί ήταν λιγότερο ικανοί να προσαρμοστούν στα αντίστοιχα όρια ταχύτητας (υπεραστικό περιβάλλον). Η ηλικία των οδηγών συνδέθηκε θετικά με τη συμμόρφωση της ταχύτητας. Για τους άνδρες οδηγούς, διαπιστώθηκε ότι η συμμόρφωση με την ταχύτητα είναι χαμηλότερη από τις γυναίκες οδηγούς. Σε σύγκριση με τους οδηγούς που σπούδαζαν μέχρι τη δευτεροβάθμια εκπαίδευσή τους, οι ταχύτητες βρέθηκαν να είναι καλύτερες. Επιπλέον, η οδηγική εμπειρία παρατηρήθηκε ως αρνητικός παράγοντας πρόβλεψης της συμμόρφωσης με την ταχύτητα. Οδηγοί με περισσότερα χρόνια εμπειρίας στην οδήγηση, έδειχναν να παραβιάζουν ευκολότερα τα όρια ταχύτητας, ενώ αυτοί που είχαν προηγούμενο ιστορικό συντριβής, διαπιστώθηκε ότι έχουν καλύτερη συμμόρφωση με την ταχύτητα σε σύγκριση με τους άλλους οδηγούς.

#### 2.2.1.2 Factors affecting behavior of mobile phone use while driving and effect of mobile phone use on driving performance (Phuksuksakul et al., 2021)

##### Σκοπός:

Σκοπός της έρευνας ήταν η ανάλυση των παραγόντων που επηρεάζουν τη συμπεριφορά της χρήσης του κινητού τηλεφώνου κατά τη διάρκεια οδήγησης. Εστιάζονται επιπτώσεις στην **οδηγική απόδοση**, όσον αφορά την ταχύτητα, την απόκλιση κατευθύνσεως, την απόσταση, το χρόνο αντίληψης-αντίδρασης και την εμφάνιση ενός τουλάχιστον απότομου συμβάντος.

##### Μεθοδολογία:

Για να διερευνηθούν οι παράγοντες που επηρεάζουν τη συμπεριφορά της χρήσης του κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση, χίλιοι εκατό έξι (1106) ερωτηθέντες από τέσσερις διαφορετικές περιοχές της Ταϊλάνδης συμμετείχαν στη μελέτη έρευνας ερωτηματολογίου. Χρησιμοποιήθηκε η **θεωρία προγραμματισμένης συμπεριφοράς** για να εξηγήσει αυτούς τους παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων δύο πρόσθετων εκτεταμένων παραγόντων που είναι η αντίληψη κινδύνου και η γνώση επιβολής του νόμου.

Η μελέτη αυτή χωρίστηκε σε δύο μέρη. Το πρώτο μέρος αποσκοπούσε στον **προσδιορισμό των παραγόντων** που επηρεάζουν την πρόθεση του οδηγού να εμπλακεί στη χρήση κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση. Το δεύτερο μέρος της μελέτης πραγματοποιήθηκε με τη χρήση **προσομοιωτή οδήγησης** για την αξιολόγηση της οδηγικής απόδοσης ενώ οι οδηγοί χρησιμοποιούσαν κινητό τηλέφωνο. Η χρήση προσομοιωτή οδήγησης για την αξιολόγηση της οδηγικής απόδοσης, ενώ οι οδηγοί χρησιμοποιούσαν το κινητό τους τηλέφωνο, διερευνήθηκε για να διαπιστωθεί αν επηρέασαν την απόδοση της οδήγησης.



### Αποτελέσματα:

Ως αποτέλεσμα, οι γνώσεις επιβολής του νόμου είχαν θετικό αντίκτυπο στη συμπεριφορά των οδηγών ενώ χρησιμοποιούσαν το κινητό τηλέφωνο κατά τη διάρκεια οδήγησης. Παρόλο που οι οδηγοί έδειξαν να έχουν καταλάβει ότι η χρήση κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση είναι παράνομη, ωστόσο, συνέχιζαν να ασκούν αυτή την οδηγική συμπεριφορά. Αποδείχθηκε τελικά πως τα επίπεδα αντίληψης κινδύνου δεν έχουν σημαντικό αντίκτυπο στη συμπεριφορά.

### 2.2.1.3 Smartphone sensing for understanding driving behavior: Current practice and challenges (Mantouka et al., 2020)

#### Σκοπός:

Η παρούσα εργασία στοχεύει στην **ανάλυση της οδηγικής συμπεριφοράς με βάση τις ροές δεδομένων των αισθητήρων smartphone**. Σκοπός της έρευνας είναι η ανάπτυξη αυτόνομων οχημάτων για τη βελτίωση της οδηγικής συμπεριφοράς και την ασφαλή συνύπαρξή τους στο δρόμο.

#### Μεθοδολογία:

Αρχικά, αναλύεται η υπάρχουσα βιβλιογραφία και συζητούνται θέματα για τη συλλογή δεδομένων σχετικά με τη χρήση κινητών τηλεφώνων. Στη συνέχεια, εξετάζονται πρακτικές **μέθοδοι οδηγικής συμπεριφοράς** και ολοκληρωμένες λύσεις για συστήματα υποβοήθησης του οδηγού κατά τη διάρκεια οδήγησης. Η εργασία ολοκληρώνεται με μια συζήτηση για τις κρίσιμες προκλήσεις που προκύπτουν καθώς φέρονται στην επιφάνεια και τα μελλοντικά ερευνητικά βήματα.

#### Αποτελέσματα:

Η κατανόηση της οδηγικής συμπεριφοράς, περιλαμβάνει τέσσερα στάδια: συλλογή δεδομένων, προετοιμασία δεδομένων, μοντελοποίηση οδηγικής συμπεριφοράς και πολύτιμες πληροφορίες για τη βελτίωση της οδηγικής ασφάλειας. Αν και υπάρχουν ενδείξεις ότι η συλλογή δεδομένων από έξυπνα κινητά τηλέφωνα έχει τη δυνατότητα βελτίωσης των συνθηκών κυκλοφορίας, της οδικής ασφάλειας και της οδηγικής εμπειρίας, ωστόσο η αποδοχή από ένα ευρύτερο κοινό είναι ελλιπής. Επιπλέον στην έρευνα σχολιάζεται και **προτείνεται ο σχεδιασμός ενός τέτοιου συστήματος που θα εκτιμά τις επιπτώσεις στην ασφάλτο μέσω των δεδομένων από έξυπνες κινητές συσκευές**. Επιπλέον, εκτιμάται πως η οδηγική συμπεριφορά συνεπάγεται στην ασφαλή συνύπαρξη αυτόνομων και συμβατικών οχημάτων στο δρόμο.

### 2.2.1.4 Driving safety efficiency benchmarking using smartphone data (Tselentis et al., 2019)

#### Σκοπός:

Η παρούσα έρευνα αποσκοπεί στην παροχή ενός μεθοδολογικού πλαισίου για τη **συγκριτική αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της οδηγικής ασφάλειας με βάση την ανάλυση δεδομένων**. Η ανάλυση θεωρεί κάθε οδηγό ως μια μονάδα λήψης αποφάσεων και αποσκοπεί στην παροχή σχετικού μέτρου αποτελεσματικότητας της ασφάλειας για τη σύγκριση διαφορετικών οδηγών με βάση την οδηγική τους απόδοση.

## Μεθοδολογία:

Η παρούσα έρευνα χρησιμοποιεί ένα σύνολο αναλυτικών στοιχείων οδήγησης, όπως:



Τύπος δικτύου (αστικό, υπεραστικό, αυτοκινητόδρομος)

*Διάγραμμα 2.1: Στοιχεία οδήγησης που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα*

Συγκεκριμένα η απόσταση αναφέρεται σε αυτή που διανύθηκε μεταξύ του σημείου εκκίνησης και του σημείου λήξης της διαδρομής, η διάρκεια οδήγησης στη χρονική διαφορά μεταξύ του χρόνου έναρξης και του χρόνου λήξης της διαδρομής, η ώρα αφορά την ώρα της ημέρας οδήγησης, ενώ ο τύπος δικτύου σε αστικό, υπεραστικό και αυτοκινητόδρομο. Στη μελέτη αυτή, οι αυτοκινητόδρομοι που παρουσιάζονται με όριο ταχύτητας 90 km/h και άνω, λαμβάνονται υπόψη ως εθνικοί οδοί ενώ οι κύριοι δείκτες συμπεριφοράς οδήγησης είναι οι εξής:

- **υπερβολική ταχύτητα** (ποσοστό του χρόνου οδήγησης πάνω από τα όρια ταχύτητας)
- **χρήση κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση** (εντοπισμός οποιασδήποτε κίνησης της συσκευής smartphone)
- **αριθμός και σοβαρότητα των απότομων συμβάντων:** απότομη επιβράδυνση, απότομη επιτάχυνση και απότομες στροφές

Όλα αυτά τα παραπάνω συλλέχθηκαν από έξυπνα κινητά τηλέφωνα, τα λεγόμενα smartphones. Το καινοτόμο σύστημα αυτό, βασίζεται στη **συνεχή καταγραφή των αναλυτικών στοιχείων συμπεριφοράς οδήγησης σε πραγματικό χρόνο**, με τη χρήση αισθητήρων συσκευών. Η αποδοτικότητά του κρίνεται από τις παραβιάσεις του ορίου ταχύτητας, την απόσπαση της προσοχής, την επιθετικότητα και την ασφάλεια στις αστικές, υπεραστικές και εθνικές οδούς. Για το σκοπό αυτό, πάρθηκαν δεδομένα από πενήντα έξι (56) οδηγούς σε περίοδο επτά (7) μηνών από την εταιρία τηλεματικής OSeven. +

## Αποτελέσματα:

Ως συμπέρασμα, παρατηρήθηκε ότι **ο αριθμός των απότομων συμβάντων που συμβαίνουν στο αστικό δίκτυο είναι εξαιρετικά υψηλότερος από ό, τι στις υπεραστικές και εθνικές οδούς**. Το άκρως αντίθετο παρατηρείται μέσω της χρήσης κινητών τηλεφώνων, όπου οι οδηγοί τείνουν να υπερβαίνουν τα όρια ταχύτητας στις υπεραστικές και εθνικές οδούς από ό,τι στις αστικές.

### 2.2.1.5 Critical Areas Detection and Vehicle Speed Estimation System Towards Intersection-Related Driving Behavior Analysis (Wang et al., 2018)

#### Σκοπός:

Σκοπός της έρευνας αυτής, υπήρξε η **διερεύνηση οδηγικής συμπεριφοράς σε διασταυρώσεις με χρήση κινητού τηλεφώνου αξιοποιώντας διάφορα σενάρια κυκλοφορίας**. Προτείνεται ένα σύστημα που βασίζεται σε smartphone για να παρέχει τις πληροφορίες για την ανάλυση συμπεριφοράς οδήγησης στις διασταυρώσεις.

#### Μεθοδολογία:

Η **ανίχνευση σημαντικών αντικειμένων σε περιόδους κυκλοφορίας** και η εκτίμηση της ταχύτητας του οχήματος σε πραγματικό χρόνο είναι ζωτικής σημασίας για την ανάλυση της οδηγικής συμπεριφοράς. Ως τιμές εισόδου ορίζονται η κάμερα, το επιταχυνσιόμετρο και το γυροσκόπιο, ενώ το προτεινόμενο σύστημα που βασίζεται σε smartphone αποτελείται κυρίως από δύο μέρη, τα οποία είναι η ανίχνευση αντικειμένων σε περίοδο κυκλοφορίας και η ακριβής εκτίμηση της ταχύτητας του οχήματος σε αστικές περιοχές και αυτοκινητοδρόμους. Συνολικά, συλλέχθηκαν περίπου πενήντα (50) ώρες από τα δεδομένα οδήγησης, όπου οι σαράντα πέντε (45) ώρες αφορούσαν την αστική περιοχή, ενώ οι πέντε (5) ώρες την εθνική οδό.

#### Αποτελέσματα:

Ως συμπέρασμα, το προτεινόμενο σύστημα αποτελείται από δύο μέρη: (1) ένα δίκτυο ανίχνευσης αντικειμένων κυκλοφορίας. (2) ένα δίκτυο εκτίμησης της ταχύτητας του οχήματος. Το προτεινόμενο δίκτυο ανίχνευσης είναι σε θέση να ανιχνεύει φανάρια, διασταυρώσεις και γραμμές στάσης σε διασταυρώσεις με μεγάλη ακρίβεια. Συγκρίνοντας με τις παραδοσιακές προσεγγίσεις για την εκτίμηση της ταχύτητας οδήγησης, **η προτεινόμενη προσέγγιση της έρευνας αυτής, επιτυγχάνει πιο ισχυρή και ακριβή πρόβλεψη σε αστικές περιοχές**. Αυτό φυσικά οφείλεται στο γεγονός πως η ιεράρχηση των υπεραστικών οδών δεν συνεπάγεται στη συχνή εμφάνιση των διασταυρώσεων. Οι διασταυρώσεις εκεί είναι ελάχιστες και ως εκ τούτου μειώνεται η ακριβή πρόβλεψη της έρευνας.

## 2.2.2 Οδηγική συμπεριφορά με χρήση δεδομένων από προσομοιωτές οδήγησης

### 2.2.2.1 Intraindividual variability in driving simulator parameters of healthy drivers of different ages (Economou et al., 2021)

#### Σκοπός:

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η εξέταση της μεταβλητότητας των μέτρων προσομοίωσης οδήγησης σε υγιείς οδηγούς διαφορετικού εύρους ηλικιών. Ο τομέας αυτός μπορεί να προσφέρει σημαντικές πληροφορίες σχετικά με τις αλλαγές στην απόδοση της οδήγησης ανάλογα με την **ηλικία** και την **κατάσταση**. Εξετάζεται ή ασυνέπεια των μέτρων σε διαφορετικά σενάρια οδήγησης και συνθήκες.

### Μεθοδολογία:

Πιο αναλυτικά, η μελέτη ξεκίνησε τον Ιούλιο του 2012. Επιλέχθηκαν (90) ενενήντα συνολικά οδηγοί σε αστικό και υπεραστικό περιβάλλον. Οι (72) εβδομήντα δύο οδηγοί ηλικίας 22-78 ετών (35 γυναίκες) ολοκλήρωσαν τις διαδρομές σε υπεραστικό δίκτυο, ενώ οι υπόλοιποι (60) εξήντα οδηγοί ηλικίας 22-78 ετών (27 γυναίκες) ολοκλήρωσαν τις διαδρομές σε αστικό περιβάλλον. Οι οδηγοί χωρίστηκαν σε τρεις ηλικιακές ομάδες (νεαρή ηλικία, μέση ηλικία και ηλικιωμένη) για κάθε περιβάλλον οδήγησης. Ως **κύριες μεταβλητές** ορίστηκαν οι συνθήκες αντιπερισπασμού οδήγησης (**ροή κυκλοφορίας σε μέτρια και υψηλή, συνομιλία με συνεπιβάτη, χρήση κινητού τηλεφώνου**). Οι οδηγοί πραγματοποίησαν δυο ξεχωριστές διαδρομές, περίπου 20 λεπτών η κάθε μια σε αστικό και υπεραστικό περιβάλλον.

Κάθε σενάριο οδήγησης στο υπεραστικό περιβάλλον, διήρκεσε 3,5 λεπτά ενώ καταγράφηκε μήκος διαδρομής ίσο με 2,1 χλμ. Αντίθετα, στο αστικό περιβάλλον το συνολικό μήκος της κίνησης για κάθε σενάριο ήταν 12,6 χλμ με διάρκεια της ώρας των 20 λεπτών. Στο τέλος κάθε διαδρομής και για τις δυο τύπους οδού, εμφανιζόταν μια μαύρη οθόνη για μερικά δευτερόλεπτα κάνοντας επανεκκίνηση στην αρχή της επόμενης διαδρομής.

### Αποτελέσματα:

Η υψηλή κυκλοφορία είχε ως αποτέλεσμα την αυξημένη διακύμανση σε αστικό και υπεραστικό περιβάλλον. Σαφέστατα, **στο υπεραστικό δίκτυο σημειώθηκε μειωμένη διακύμανση της πλευρικής θέσης** καθώς δεν σημειώθηκε ιδιαίτερη κίνηση και **οι χιλιομετρικές αποστάσεις ήταν μικρότερες**. Η μελέτη δείχνει ότι οι συνθήκες οδήγησης επηρεάζουν την οδήγηση με επιλεκτικούς τρόπους, οι οποίοι μπορεί να συνδέονται με την έκταση της αυτοματοποίησης των μεταβλητών οδήγησης και με τις προσαρμοστικές αλλαγές στις προκλήσεις της κυκλοφοριακής κατάστασης.

2.2.2.2 Πολύ-επίπεδη ανάλυση οδηγικής συμπεριφοράς με έμφαση στη χρήση κινητού τηλεφώνου με δεδομένα πειράματος σε προσομοιωτή οδήγησης (Papantonίου, 2017)

### Σκοπός:

Η έρευνα αυτή στοχεύει στη **διερεύνηση της συμπεριφοράς του οδηγού πριν και μετά από ένα απότομο συμβάν μέσω προσομοιωτή οδήγησης**.

### Μεθοδολογία:

Χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικές οδηγικές συνθήκες, τέτοιες όπως η χρήση κινητού τηλεφώνου κατά τη διάρκεια οδήγησης, συνομιλία με τον συνεπιβάτη, κίνηση σε δρόμο εντός/εκτός κατοικημένης περιοχής. Οι συμμετέχοντες που έλαβαν μέρος σε αυτό το πείραμα ήταν (95) ενενήντα πέντε και ο κάθε οδηγός είχε να αντιμετωπίσει διαφορετικές συνθήκες απόσπασης της προσοχής εν ώρα οδήγησης. Μέσω τη χρήση **προσομοιωτή**, δημιουργείται μια βάση δεδομένων με 925 γραμμές (αφορούν τα μη αναμενόμενα συμβάντα) και 84 στήλες για χρονικό διάστημα 15 δευτερολέπτων πριν και 15 δευτερολέπτων μετά από ένα συμβάν. Αναπτύχθηκαν **μεικτά μοντέλα γραμμικής παλινδρόμησης** και μοντέλα εξισώσεων τα οποία θα αποδώσουν μια πιο καθαρή εικόνα στην ανάλυση οδηγικής συμπεριφοράς.

### Αποτελέσματα:

Ως αποτέλεσμα, η **χρήση κινητού τηλεφώνου** παρουσιάζει **αρνητική επίδραση** στην οδηγική συμπεριφορά σε μια ομαλή οδήγηση πριν από κάποιο απότομο συμβάν. Το προφίλ κάθε οδηγού έχει καθοριστικό ρόλο στα κριτήρια αξιολόγησης της συμπεριφοράς του, καθώς το **φύλο**, η **οδηγική εμπειρία** και η **ηλικία** παρουσίασαν στη σημαντικότερη **επιρροή** στην οδηγική επίδοση. Ωστόσο, παρατηρείται πως **ύστερα από ένα μη αναμενόμενο απότομο συμβάν**, η αλλαγή συμπεριφοράς παραμένει αμετάβλητη. **Η οδηγική εμπειρία και το φύλο του οδηγού δεν μεταβάλλουν το μοντέλο που αφορά την αλλαγή της συμπεριφοράς.**

Έτσι, προκύπτει πως οι παράμετροι που επηρεάζουν την οδηγική συμπεριφορά από εκείνες που συντελούν στην αλλαγή της συμπεριφοράς ύστερα από ένα μη προσδοκώμενο συμβάν, είναι αποκλίνουσες μεταξύ τους.

### **2.2.3 Έρευνες εστιασμένες στα απότομα συμβάντα και τη χρήση κινητού τηλεφώνου**

2.2.3.1 Impact of connected vehicle environment on driving performance: A case of an extra-long tunnel scenario (Chang et al., 2021)

#### Σκοπός:

Η παρούσα μελέτη αποσκοπεί στην αξιολόγηση των συνολικών επιπτώσεων του **Human-Machine Interface (HMI)**, που μπορεί τεχνικά να εφαρμοστεί σε οποιαδήποτε οθόνη που επιτρέπει στο χρήστη να αλληλοεπιδράσει με μια συσκευή – οθόνη. Πραγματοποιείται διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο ένας οδηγός ανταποκρίνεται στις προειδοποιήσεις κατά την προσέγγιση μιας σήραγγας μέσω προσομοιωτή.

#### Μεθοδολογία:

Προκειμένου να διερευνηθεί ο τρόπος με τον οποίο ένας οδηγός ανταποκρίνεται στις προειδοποιήσεις κατά την προσέγγιση μιας σήραγγας, η μελέτη αυτή διαίρεσε τον πειραματικό δρόμο σε πέντε ζώνες ανάλογα με τις προειδοποιητικές θέσεις. Πραγματοποιήθηκε **συγκριτική ανάλυση** για να εξεταστούν οι αλλαγές στην **οδηγική άνεση**, τη **συμπεριφορά** στην **υπερβολική ταχύτητα**, την **τυπική απόκλιση ταχύτητας**, την **κατανάλωση καυσίμου** και τις **εκπομπές**. Στο πείραμα, συμμετείχαν τριάντα πέντε (35) οδηγοί από τους οποίους 13 άνδρες και 9 γυναίκες ήταν επαγγελματίες οδηγοί ταξί, ενώ οι υπόλοιποι 7 άνδρες και 6 γυναίκες οδηγοί ήταν φοιτητές πανεπιστημίου με δίπλωμα οδήγησης β' κατηγορίας. Προκειμένου να μειωθούν άλλοι παράγοντες στην απόδοση οδήγησης, οι συμμετέχοντες φρόντισαν να αποφεύγουν την πρόσληψη διεγερτικών τροφών ή ποτών και δεν είχαν προβλήματα υγείας ή κίνησης πριν από το πείραμα.

Ο **προσομοιωτής οδήγησης** αποτελείτο από μια καμπίνα οχήματος πλήρους μεγέθους με πραγματική διεπαφή λειτουργίας συνδεδεμένη με λογισμικό συστήματος με πέντε υπολογιστές και τρεις μεγάλες οθόνες και κατέγραφε τη συμπεριφορά οδήγησης (π.χ. γωνία τιμονιού, θέση, ταχύτητα οδήγησης, επιτάχυνση, πλευρική θέση, απόσταση από το εμπρόσθιο όχημα εντός 250 m και ταχύτητα του εμπρόσθιου οχήματος) με συχνότητα 20 Hz.

### Αποτελέσματα:

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το **HMI** θα μπορούσε να είναι **επωφελές για τη ρύθμιση της ταχύτητας** πριν από την είσοδο σε σήραγγα, καθώς επιτρέπει στον οδηγό να αλληλοεπιδρά με μια συσκευή – οθόνη όπου κι αν βρίσκεται στο δρόμο. **Οι οδηγοί ήταν συνήθως πιο προσεκτικοί όταν το HMI ήταν ενεργοποιημένο.** Ωστόσο, δεν παρατηρούνται σημαντικές επιπτώσεις του HMI στην οδηγική άνεση και στην οικολογική οδηγική συμπεριφορά. Αναμένεται ότι θα μπορέσουν να αναπτυχθούν αποδοτικότερες στρατηγικές προειδοποίησης για την ενίσχυση της οικολογικής ασφάλειας.

#### 2.2.3.2 Temporal analysis of driving efficiency using smartphone data (Tselentis et al., 2021)

##### Σκοπός:

Η παρούσα έρευνα επιχειρεί τη χρονική εξέλιξη της οδηγικής ασφάλειας αντλώντας χρήσιμες πληροφορίες τόσο για την **οδηγική συμπεριφορά**, όσο και τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας. Γίνεται **διερεύνηση των απότομων συμβάντων** μέσω έξυπνων αισθητήρων **smartphone**.

##### Μεθοδολογία:

(200) Διακόσιοι οδηγοί συμμετείχαν σε αυτή την έρευνα σε πραγματικό χρόνο διάρκειας (7) επτά μηνών. Πιο συγκεκριμένα, η προτεινόμενη μεθοδολογία εφαρμόζεται σε ένα δείγμα οδήγησης 38.000 καταγεγραμμένων ταξιδιών που συλλέγονται από εκατό (100) οδηγούς σε αστικό δίκτυο και εκατό (100) οδηγούς στην υπεραστική οδό. Οι **κύριες αναλύσεις** οδηγικής συμπεριφοράς που λαμβάνονται υπόψη για την αξιολόγηση της οδήγησης περιλαμβάνουν την **διάνθησα απόσταση**, την **επιτάχυνση**, την **πέδηση**, την **ταχύτητα** και τη **χρήση smartphone**. Η ανάλυση γίνεται χρησιμοποιώντας **τεχνικές στατιστικής, βελτιστοποίησης και μηχανικής μάθησης**. Στη συνέχεια, γίνεται διαχωρισμός των οδηγών αυτών σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με την οδηγική τους εμπειρία σε: α) μέτριοι οδηγοί, β) ασταθείς οδηγοί και γ) προσεκτικοί οδηγοί.

##### Αποτελέσματα:

Συμπερασματικά, ο οδηγός πρέπει είτε να οδηγεί περισσότερα χιλιόμετρα διατηρώντας τον ίδιο αριθμό απότομης επιβράδυνσης/επιτάχυνσης είτε να μειώσει τον αριθμό των απότομων επιβραδυνόμενων/επιταχυνόμενων γεγονότων για τα ίδια χιλιόμετρα. Το ίδιο ισχύει, φυσικά, για τις υπόλοιπες μετρήσεις που καταγράφονται για κάθε οδηγό. Από την άποψη της οδικής ασφάλειας, **η αύξηση των χιλιομέτρων αυξάνει την έκθεση του οδηγού και, κατά συνέπεια, τον κίνδυνο σύγκρουσης.**

#### 2.2.3.3 Identifying driving safety profiles from smartphone data using unsupervised learning

(Mantouka et al., 2019)

##### Σκοπός:

Σκοπός της έρευνας ήταν ο **εντοπισμός των επιθετικών αλλά και επικίνδυνων προφίλ οδήγησης** χρησιμοποιώντας δεδομένα από έξυπνα κινητά τηλέφωνα.

### Μεθοδολογία:

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε από (126) εκατόν είκοσι έξι οδηγούς σε πραγματικό χρόνο με περισσότερες από 10.000 διαδρομές σε αστικό και υπεραστικό περιβάλλον. Αρχικά, έγινε διαχωρισμός των ταξιδιών σε **επιθετικά** και **μη επιθετικά ταξίδια**. Έπειτα, έγινε διάκριση των μετακινήσεων σε ασφαλείς μετακινήσεις και μη ασφαλείς ώστε να κατηγοριοποιηθούν τα ταξίδια σε (6) έξι ξεχωριστές ομάδες αυξανόμενης σημασίας στην οδική ασφάλεια.

### Αποτελέσματα:

Ως αποτέλεσμα, το 50% των ταξιδιών χαρακτηρίστηκαν ως «ασφαλή ταξίδια», το 23,5% εμφάνισε ταξίδια στα οποία οι οδηγοί οδήγησαν πάνω από το όριο ταχύτητας και το 7,5% των ταξιδιών χαρακτηρίστηκε από μια «απόσπαση προσοχής». Ο διαχωρισμός των ταξιδιών έδειξε πως παρά το γεγονός ότι οι οδηγοί αδυνατούν να κρατήσουν ένα **σταθερό προφίλ οδήγησης**, συνεχίζουν να παρουσιάζουν **απρόβλεπτες συμπεριφορές** ανά ταξίδι.

## 2.3 Σύνοψη

Στο κεφάλαιο αυτό μελετήθηκαν και αναλύθηκαν συναφείς έρευνες των παραγόντων που δείχνουν να επηρεάζουν την οδηγική συμπεριφορά μέσω καταγραφής δεδομένων από έξυπνες συσκευές. Επιπλέον, έρευνες εστιασμένες σε ειδικούς προσομοιωτές με στόχο τη βελτίωση της οικολογικής οδήγησης μελετήθηκαν και σχολιάστηκαν εκτενώς στη βιβλιογραφική ανασκόπηση της Διπλωματικής Εργασίας. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα κύρια συμπεράσματα τα οποία προκύπτουν από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση των ανωτέρω ερευνών:

- ❖ Η **χρήση κινητού τηλεφώνου** κατά τη διάρκεια οδήγησης ισοδυναμεί σε αυξημένες ταχύτητες, μεγαλύτερες αποστάσεις και κατά συνέπεια περισσότερο χρόνο αντίδρασης
- ❖ Ένα πιο **ολοκληρωμένο προφίλ ενός οδηγού**, σημειώνεται μέσω των δεδομένων που συλλέγονται από έξυπνα κινητά τηλέφωνα.
- ❖ Οι νέοι οδηγοί εμφανίζουν μεγαλύτερη **επιθετικότητα** απ' ό τι οι ηλικιωμένοι. Ωστόσο, δείχνουν να προσαρμόζονται ευκολότερα στα όρια ταχύτητας βάσει των ερευνών.
- ❖ Ο κυκλοφοριακός φόρτος αυξάνεται με τη χρήση κινητού τηλεφώνου. Όσο περισσότερο χρησιμοποιούν οι οδηγοί το κινητό τηλέφωνο κατά τη διάρκεια οδήγησης, τόσο **αυξάνεται και η διάνηθυσια απόσταση**. Συνεπώς, παρατηρείται **αυξημένη κυκλοφορία στους δρόμους**.
- ❖ Κατά τη διάρκεια εξάπλωσης του κορονοϊού, **σημειώνονται περισσότερα κενά μνήμης στην εμπειρία οδήγησης** των χρηστών και ως εκ τούτου αυξάνονται οι κίνδυνοι για τροχαία ατυχήματα.
- ❖ Η **κατανάλωση οινοπνευματώδη ουσιών και άλλων χρήσεων** (ναρκωτικά κ.α.), οδηγεί σε δυσμενείς επιπτώσεις στο οδικό δίκτυο. Ιδιαίτερα σημειώθηκε κατά τη περίοδο της καραντίνας,

όπου σημειώθηκαν και έντονες ψυχολογικές διακυμάνσεις μέσω της συσσώρευσης έντονου θυμού και στρες.

- ❖ Οι βάσεις δεδομένων που συλλέγονται από **συστήματα καταγραφής έξυπνων κινητών τηλεφώνων**, μπορούν να μεσολαθήσουν στη δημιουργία ενός βελτιωμένου οδικού περιβάλλοντος. Σημειώνονται αρκετές έρευνες στο τομέα αυτό, καθώς παρουσιάζονται και διάφορες προτάσεις που θα μπορούσαν να συμβάλλουν στη καλύτερη ανάπτυξη αυτού του μοντέλου.
- ❖ Η **οικολογική οδήγηση** επηρεάζεται από απτικές διεγέρσεις, όπως είναι οι δονήσεις που μπορεί να προκληθούν κατά τη διάρκεια της οδήγησης, με αποτέλεσμα οι οδηγοί να καταναλώνουν περισσότερα καύσιμα από το προβλεπόμενο μέσο όρο κατανάλωσης της εκάστοτε διαδρομής.
- ❖ Η μεθοδολογία των ερευνών ήταν τόσο βιβλιογραφική όσο και παραστατική. Υπήρξαν έρευνες εστιασμένες στη **βιβλιογραφική αναζήτηση**, στη **καταγραφή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο** από έξυπνα κινητά τηλέφωνα καθώς και έρευνες που χρησιμοποίησαν ειδικό **προσομοιωτή** μέσω της οδήγησης σε πραγματικές συνθήκες.
- ❖ Τέλος, αξίζει να αναφερθεί πως το μεγαλύτερο εύρος των ερευνών βασίστηκε στους **παράγοντες που μεσολαβούν στη χρήση κινητού τηλεφώνου** αλλά και την επιθετική οδήγηση στο οδικό δίκτυο. Ωστόσο έρευνες εστιασμένες στη βελτίωση της οδηγικής συμπεριφοράς στην οικολογική οδήγηση, έδειχναν να παρουσιάζουν κοινές μεταβλητές με αυτές των έξυπνων κινητών τηλεφώνων.



## 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 βασικές στατιστικές μέθοδοι ανάλυσης. Για τον σκοπό της παρούσας εργασίας εφαρμόστηκε η γραμμική παλινδρόμηση (linear regression) για την εξαγωγή των μοντέλων της ανάλυσης. Ο κύριος λόγος στον οποίο βασίστηκε η επιλογή αυτών των μεθόδων είναι η «**φύση**» της **εξαρτημένης μεταβλητής** (κατανάλωση καυσίμου), η οποία λαμβάνει συνεχείς τιμές. Στη συνέχεια του κεφαλαίου αναλύεται η γραμμική παλινδρόμηση, εντοπίζονται τα κριτήρια αποδοχής ενός μαθηματικού προτύπου και παρουσιάζεται ο τρόπος που επιτεύχθηκαν τα μαθηματικά μοντέλα πρόβλεψης μέσω λειτουργιών του ειδικού στατιστικού λογισμικού.

### 3.2 Βασικές Έννοιες Στατιστικής

#### 3.2.1 Πληθυσμός

Ο πληθυσμός (population) αναφέρεται στο **σύνολο των παρατηρήσεων** του χαρακτηριστικού που ενδιαφέρει τη στατιστική έρευνα. Πρόκειται για ένα σύνολο στοιχείων που είναι τελείως καθορισμένα. Ένας πληθυσμός μπορεί να είναι πραγματικός ή θεωρητικός.

#### 3.2.2 Δείγμα

Το δείγμα (sample) αναφέρεται σε ένα **υποσύνολο του πληθυσμού**. Οι περισσότερες στατιστικές έρευνες στηρίζονται σε δείγματα, αφού οι ιδιότητες του πληθυσμού είναι συνήθως αδύνατο να καταγραφούν. Όλα τα στοιχεία που ανήκουν στο δείγμα ανήκουν και στον πληθυσμό, χωρίς να ισχύει το αντίστροφο. Τα συμπεράσματα που θα προκύψουν από τη μελέτη του δείγματος θα ισχύουν με ικανοποιητική ακρίβεια για ολόκληρο τον πληθυσμό μόνο εάν το δείγμα είναι αντιπροσωπευτικό του πληθυσμού.

#### 3.2.3 Μεταβλητές

Με τον όρο μεταβλητές (variables) εννοούνται τα χαρακτηριστικά εκείνα που ενδιαφέρουν να μετρηθούν και να καταγραφούν σε ένα **σύνολο ατόμων**. Οι μεταβλητές διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: τις ποιοτικές και τις ποσοτικές μεταβλητές.

- **Ποιοτικές μεταβλητές** (qualitative variables) είναι οι μεταβλητές των οποίων οι δυνατές τιμές είναι κατηγορίες διαφορετικές μεταξύ τους. Η χρήση αριθμών για την παράσταση των τιμών μιας τέτοιας μεταβλητής είναι καθαρά συμβολική και δεν έχει την έννοια της μέτρησης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα μιας τέτοιας μεταβλητής αποτελεί το φύλο.

- **Ποσοτικές μεταβλητές** (quantitative variables) είναι οι μεταβλητές με τιμές αριθμούς, που όμως έχουν τη σημασία της μέτρησης. Παραδείγματα τέτοιων μεταβλητών είναι η ηλικία και η οδηγική εμπειρία. Οι ποσοτικές μεταβλητές διακρίνονται με τη σειρά τους σε δύο μεγάλες κατηγορίες: τις διακριτές (ή ασυνεχείς) και τις συνεχείς.

- **Διακριτές** (ordinal) είναι οι μεταβλητές που μπορούν να πάρουν μόνο διακεκριμένες τιμές. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι ο αριθμός των μελών μιας οικογένειας.
- **Συνεχείς** (scale) είναι οι μεταβλητές που μπορούν να λάβουν οποιαδήποτε τιμή μέσα σε ένα συνεχές διάστημα. Παραδείγματα τέτοιων μεταβλητών είναι η ταχύτητα και τα εβδομαδιαία διανυόμενα χιλιόμετρα.

### 3.2.4 Μέτρα Κεντρικής Τάσης

Τα μέτρα κεντρικής τάσης (measures of central tendency) προσδιορίζουν ένα **κεντρικό σημείο** γύρω από το οποίο τείνουν να συγκεντρώνονται τα δεδομένα.

#### Μέση τιμή

Σε περίπτωση ανάλυσης ενός δείγματος  $x_1, x_2, \dots, x_n$  η μέση τιμή υπολογίζεται από τη σχέση:

$$m = \bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

όπου:

- $x_i$ : ο αριθμός των παρατηρήσεων
- $n$ : ο συνολικός αριθμός του δείγματος

### 3.2.5 Μέτρα Διασποράς και Μεταβλητότητας

Τα μέτρα διασποράς και μεταβλητότητας (measures of variability) δίνουν περιληπτικά τη **διασκόρπιση και μεταβλητότητα** των δεδομένων. Αξίζει να σημειωθεί ότι η περιγραφή της διασποράς μιας ομάδας παρατηρήσεων είναι απαραίτητη καθώς η μέση τιμή δεν δίνει πλήρη εικόνα για τη φύση της κατανομής. Όταν τα δεδομένα είναι συγκεντρωμένα γύρω από μια κεντρική τιμή, δηλαδή η διασπορά των δεδομένων είναι μικρή, τότε η κεντρική τιμή αντιπροσωπεύει ικανοποιητικά τα δεδομένα. Από την άλλη, όταν τα δεδομένα είναι πολύ σκορπισμένα, τα μέτρα κεντρικής τιμής δεν δίνουν καλή περιληπτική περιγραφή των δεδομένων.

#### Διακύμανση

Στην περίπτωση που τα δεδομένα αποτελούν ένα δείγμα, η **διακύμανση** συμβολίζεται με  $s^2$  και ορίζεται ως:

$$s^2 = \frac{1}{n-1} * \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \quad (2)$$

όπου:

- $x_i$ : ο αριθμός των παρατηρήσεων
- $\bar{x}$ : είναι ο δειγματικός μέσος, δηλαδή η μέση τιμή των παρατηρήσεων του δείγματος
- $n$ : ο συνολικός αριθμός του δείγματος

#### Τυπική Απόκλιση

Η μαθηματική σχέση που δίνει την **τυπική απόκλιση** του δείγματος είναι:

$$s = \sqrt{s^2} \quad (3)$$

Για την περίπτωση **συμμετρικά κατανεμημένου δείγματος** σύμφωνα με έναν εμπειρικό κανόνα, προκύπτει ότι:

- το διάστημα  $(-s, +s)$  περιέχει περίπου το 68% των δεδομένων
- το διάστημα  $(-2s, +2s)$  περιέχει περίπου το 95% των δεδομένων
- το διάστημα  $(-3s, +3s)$  περιέχει το 99% των δεδομένων

#### Συνδιακύμανση

Η **συνδιακύμανση** (covariance of the two variables) αποτελεί ένα μέτρο της σχέσης μεταξύ δύο περιοχών δεδομένων και δίνεται από τη σχέση:

$$Cov(x, y) = \frac{1}{n-1} * \sum_{i=1}^n [(x_i - \bar{x}) * (y_i - \bar{y})] \quad (4)$$

#### 3.2.6 Μέτρα αξιοπιστίας

Για κάθε στατιστική υπόθεση μπορεί να προκύπτουν διαφορετικοί έλεγχοι. Επομένως, χρησιμοποιούνται κάποια μέτρα αξιοπιστίας, όπως αναφέρονται επιγραμματικά παρακάτω και αναλύονται στη συνέχεια:

- **το επίπεδο εμπιστοσύνης** είναι η αναλογία των περιπτώσεων που μια εκτίμηση θα είναι σωστή
- **το επίπεδο σημαντικότητας** είναι η αναλογία των περιπτώσεων που ένα συμπέρασμα είναι εσφαλμένο

### 3.3 Συσχέτιση μεταβλητών – Συντελεστής συσχέτισης

Για την περίπτωση των ποσοτικών μεταβλητών, ο όρος συσχέτιση αφορά τον βαθμό με τον οποίο **δύο μεταβλητές μεταβάλλονται ταυτοχρόνως** (συμμεταβάλλονται) και προς ποια κατεύθυνση, με την προϋπόθεση ότι η σχέση τους είναι γραμμική. Η γραμμική σχέση δύο μεταβλητών εκφράζεται γενικά από τη συνάρτηση:

$$y = a + b * x \quad (5)$$

όπου:

- x, y: οι τυχαίες και συνεχείς μεταβλητές
- a: ο σταθερός όρος της εξίσωσης
- b: ο συντελεστής παλινδρόμησης

Στη γραμμική σχέση για κάθε μεταβολή της μεταβλητής x κατά μια μονάδα, η μεταβλητή y μεταβάλλεται κατά b. Επειδή στην πραγματικότητα μπορεί να υπάρχουν αρκετοί διαφορετικοί τρόποι με τους οποίους σχετίζονται οι τιμές δύο μεταβλητών, δηλαδή η σχέση να μην είναι γραμμική, πριν από τον ποσοτικό προσδιορισμό της σχέσης είναι απαραίτητο **να διερευνηθεί η ύπαρξη της γραμμικής σχέσης**.

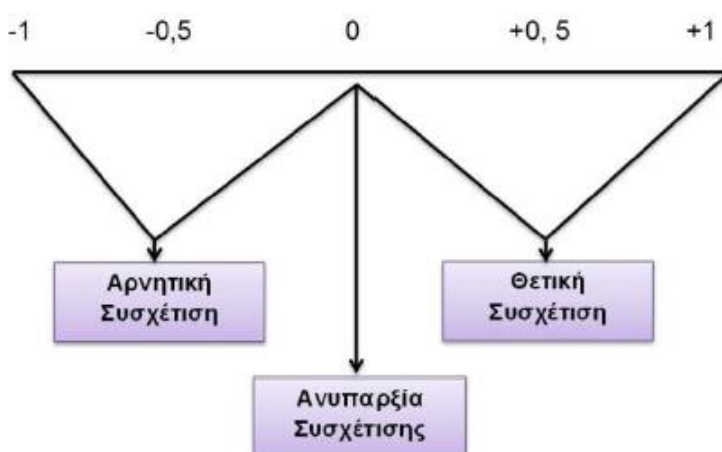
Ο **πίνακας συσχέτισης** (correlation table) αποτελεί το πρώτο βήμα της ανάλυσης με στόχο να διερευνηθεί η συσχέτιση των κύριων μεταβλητών που καταγράφονται από τον προσομοιωτή και θα αναλυθούν περαιτέρω στη συνέχεια. Το πιο γνωστό μέτρο της εξάρτησης μεταξύ δύο ποσοτήτων είναι ο συντελεστής συσχέτισης συνδιακύμανσης Pearson ή "Pearson συντελεστής συσχέτισης". Ο βαθμός της γραμμικής συσχέτισης των δυο μεταβλητών  $x$  και  $y$ , οι οποίες έχουν διασπορά  $\sigma_x^2$  και  $\sigma_y^2$  αντίστοιχα, και συνδιακύμανση  $\sigma_{xy} = \text{cov}[x,y]$  καθορίζεται με τον **συντελεστή συσχέτισης** (correlation coefficient), που συμβολίζεται με  $\rho$  και ισούται με το ηλίκο της διαίρεσης της συνδιακύμανσης των δύο μεταβλητών με το γινόμενο των τυπικών αποκλίσεων τους. Ο συντελεστής συσχέτισης  $\rho$  εκφράζει τον βαθμό και τον τρόπο που οι δύο μεταβλητές συσχετίζονται και ορίζεται ως:

$$\rho = \left(\frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x}\right)\left(\frac{1}{\sigma_y}\right) \quad (6)$$

όπου:

- $\sigma_x$ : η τυπική απόκλιση της μεταβλητής  $x$
- $\sigma_y$ : η τυπική απόκλιση της μεταβλητής  $y$
- $\sigma_{xy}$ : η συνδιακύμανση των μεταβλητών  $x$  και  $y$

Επιπλέον, πρέπει να επισημανθεί ότι ο συντελεστής συσχέτισης 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 μεταξύ -1 και 1 σε όλες τις άλλες περιπτώσεις δηλώνουν γραμμική ανεξαρτησία των  $x$  και  $y$ , όπως αποτυπώνεται εύλογα και στο Διάγραμμα 1 που ακολουθεί.



Διάγραμμα 3.1: Επεξήγηση πιθανών τιμών του Συντελεστή Συσχέτισης  
(Πηγή: Σιώμκος & Βασιλακοπούλου, 2005)

### 3.4 Βασικές Κατανομές

Όπως είναι γνωστό από τη θεωρία της στατιστικής, για να μελετηθούν τα διάφορα στατιστικά μεγέθη πρέπει να είναι γνωστή η **μορφή της κατανομής** που ακολουθούν οι τιμές τους. Παρακάτω παρατίθενται οι σημαντικότερες στατιστικές κατανομές που χρησιμοποιούνται στην ανάλυση οδικών ατυχημάτων και οδηγικής συμπεριφοράς.

Όπως είναι γνωστό από τη θεωρία της στατιστικής, για να μελετηθούν τα διάφορα στατιστικά μεγέθη πρέπει να είναι γνωστή η **μορφή της κατανομής** που ακολουθούν οι τιμές τους. Παρακάτω παρατίθενται οι σημαντικότερες στατιστικές κατανομές που χρησιμοποιούνται στην ανάλυση οδικών ατυχημάτων και οδηγικής συμπεριφοράς.

#### 3.4.1 Κανονική Κατανομή

Από τις πιο σημαντικές κατανομές πιθανότητας η οποία αφορά σε συνεχείς μεταβλητές είναι η **κανονική κατανομή ή κατανομή του Gauss**. Η καταλληλότητά της στην ερμηνεία των κατανομών που επηρεάζονται από πολλές πηγές σφαλμάτων εξηγεί άμεσα και τη μεγάλη χρηστικότητα της στην προσέγγιση αθροισμάτων τυχαίων μεταβλητών όλων των κατανομών. Μια συνεχής τυχαία μεταβλητή  $x$  θεωρείται ότι ακολουθεί την κανονική κατανομή με παραμέτρους  $m, s$  ( $-\infty < m < +\infty, s > 0$ ), και γράφεται  $X \sim N(m, s^2)$ , όταν έχει συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας την:

$$f(x | m, s^2) = \frac{e^{-\frac{(x-m)^2}{2s^2}}}{\sqrt{2\pi}s^2} \quad (7)$$

όπου:

- $x$ : η τυχαία μεταβλητή
- $m$ : η μέση τιμή της μεταβλητής
- $s$ : η τυπική απόκλιση της μεταβλητής

#### 3.4.2 Κατανομή Poisson

Είναι γνωστό ότι η **καταλληλότερη κατανομή** για την περιγραφή τελείως τυχαίων διακριτών γεγονότων είναι η κατανομή Poisson. Μια τυχαία μεταβλητή  $x$  (όπως π.χ. το πλήθος των ατυχημάτων ή των νεκρών από οδικά ατυχήματα) θεωρείται ότι ακολουθεί κατανομή Poisson με παράμετρο  $\lambda$  ( $\lambda > 0$ ),  $\lambda = m = s^2$ , και γράφεται  $X \sim P(\lambda)$ , όταν έχει συνάρτηση μάζας πιθανότητας την:

$$P(x) = e^{-\lambda} \frac{\lambda^x}{x!} \quad (8)$$

όπου:

- $x$ : η τυχαία μεταβλητή που λαμβάνει τιμές  $0, 1, 2, 3, \dots$  και  $x! = x \cdot (x-1) \cdot \dots \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1$
- $\lambda$ : θετικός πραγματικός αριθμός που ισούται με τη μέση τιμή και τη διασπορά κατά Poisson

Η κατανομή Poisson αφορά στον αριθμό των συμβάντων σε ορισμένο **χρονικό ή χωρικό διάστημα**. Γενικά, ο αριθμός  $x$  των συμβάντων σε χρονικό (ή χωρικό) διάστημα  $t$  ακολουθεί την κατανομή

Poisson αν ο ρυθμός  $\lambda$ , έστω των συμβάντων είναι χρονικά σταθερός και οι αριθμοί των συμβάντων σε ξένα διαστήματα αποτελούν ανεξάρτητα ενδεχόμενα (Κοκολάκης & Σπηλιώτης, 1999).

Η κατανομή Poisson είναι κατάλληλη για την ανάπτυξη μοντέλων που αφορούν φαινόμενα που εμφανίζονται σπάνια και των οποίων οι εμφανίσεις είναι **ανεξάρτητες** μεταξύ τους, δηλαδή η εμφάνιση του φαινομένου μια φορά δεν επηρεάζει την επόμενη. Ο αριθμός των παθόντων είναι μια μεταβλητή, η οποία παρουσιάζει όμοιες ιδιότητες με την μεταβλητή του αριθμού των ατυχημάτων και γενικά υποστηρίζεται ότι τα οδικά ατυχήματα ακολουθούν συνήθως κατανομή Poisson (Haight, 1967; Zhang et al., 2012) ή κανονική κατανομή (Hojati et al., 2005).

### 3.4.3 Αρνητική Διωνυμική Κατανομή

Μια άλλη πολύ σημαντική κατανομή που χρησιμοποιείται στην οδική ασφάλεια είναι η αρνητική διωνυμική κατανομή. Η χρήση της κατανομής αυτής ενδείκνυται για περιπτώσεις όπου η διακύμανση των στοιχείων του δείγματος είναι μεγαλύτερη από τον μέσο όρο. Αυτό μπορεί να παρατηρηθεί σε φαινόμενα που εμφανίζουν **περιοδικές μεταβολές**, όπως παραδείγματος χάριν, ο αριθμός αφίξεων οχημάτων που αφορούν σε μικρά χρονικά διαστήματα (π.χ. 10 sec) σε κάποιο σημείο μετά από φωτεινό σηματοδότη.

Μια τυχαία μεταβλητή  $x$  θεωρείται ότι ακολουθεί την αρνητική διωνυμική κατανομή με παραμέτρους  $k$ ,  $p$  και γράφεται  $X \sim NB(k, p)$ , όταν έχει συνάρτηση μάζας πιθανότητας την:

$$P(x) = \binom{x+k-1}{x} * p^k * (1-p)^x \quad (9)$$

όπου:

- $x$ : η τυχαία μεταβλητή που λαμβάνει τιμές 0, 1, 2, 3, ...
- $k$ : θετική ακέραια παράμετρος της αρνητικής διωνυμικής κατανομής
- $p$ : παράμετρος της αρνητικής διωνυμικής κατανομής ( $0 < p < 1$ )

## 3.5 Μαθηματικά Πρότυπα

### 3.5.1 Γραμμική Παλινδρόμηση

Ο κλάδος της στατιστικής, ο οποίος εξετάζει τη σχέση μεταξύ δύο ή περισσότερων μεταβλητών ώστε να είναι δυνατή η πρόβλεψη της μιας από τις υπόλοιπες, ονομάζεται **ανάλυση παλινδρόμησης** (regression analysis).

Με τον όρο **εξαρτημένη μεταβλητή** εννοείται η μεταβλητή της οποίας η τιμή πρόκειται να προβλεφθεί, ενώ ο όρος **ανεξάρτητη μεταβλητή** αναφέρεται σε εκείνη την μεταβλητή, η οποία χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη της εξαρτημένης μεταβλητής. Η ανεξάρτητη μεταβλητή δεν θεωρείται τυχαία αλλά παίρνει καθορισμένες τιμές. Η εξαρτημένη μεταβλητή αντίθετα, θεωρείται τυχαία και "καθοδηγείται" από την ανεξάρτητη μεταβλητή. Προκειμένου να προσδιοριστεί αν μια ανεξάρτητη μεταβλητή ή ένας συνδυασμός ανεξάρτητων μεταβλητών προκαλεί τη μεταβολή της εξαρτημένης μεταβλητής κρίνεται απαραίτητη η ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων.

Η ανάπτυξη ενός μαθηματικού μοντέλου αποτελεί μια στατιστική διαδικασία που συμβάλλει στην ανάπτυξη εξισώσεων που περιγράφουν τη **σχέση μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών και της εξαρτημένης**. Επισημαίνεται ότι η επιλογή της μεθόδου ανάπτυξης ενός μοντέλου βασίζεται στο αν η εξαρτημένη μεταβλητή λαμβάνει συνεχείς ή διακριτές τιμές. Στην περίπτωση που η εξαρτημένη μεταβλητή είναι συνεχές μέγεθος και ακολουθεί κανονική κατανομή χρησιμοποιείται η μέθοδος της γραμμικής παλινδρόμησης, της οποίας η πιο απλή περίπτωση είναι η απλή γραμμική παλινδρόμηση (Simple Linear Regression).

Η απλούστερη περίπτωση γραμμικής παλινδρόμησης είναι η **απλή γραμμική παλινδρόμηση** (simple linear regression). Σε αυτή υπάρχει μόνο μια ανεξάρτητη μεταβλητή  $x$  και μια εξαρτημένη μεταβλητή  $y$ , που προσεγγίζεται ως μια γραμμική συνάρτηση του  $x$ . Η τιμή  $y_i$  της  $y$ , για κάθε τιμή  $x_i$  της  $x$ , δίνεται από τη σχέση:

$$y_i = a + b * x_i + \varepsilon_i \quad (10)$$

όπου:

- $y_i$ : η εξαρτημένη μεταβλητή
- $x_i$ : η ανεξάρτητη μεταβλητή
- $a$ : ο σταθερός όρος της εξίσωσης
- $b$ : ο συντελεστής παλινδρόμησης
- $\varepsilon_i$ : το σφάλμα παλινδρόμησης

Το πρόβλημα της παλινδρόμησης είναι η εύρεση των παραμέτρων  $a$  και  $b$  που εκφράζουν όσο το δυνατόν καλύτερα τη γραμμική εξάρτηση της εξαρτημένης μεταβλητής  $y$  από την ανεξάρτητη μεταβλητή  $x$ . Κάθε ζεύγος τιμών ( $a$ ,  $b$ ) καθορίζει και μια διαφορετική γραμμική σχέση που **εκφράζεται γεωμετρικά από ευθεία γραμμή** και οι παράμετροι ορίζονται ως εξής:

- ο **σταθερός όρος  $a$**  είναι η τιμή του  $y$  για  $x = 0$ .
- ο συντελεστής  $b$  του  $x$  είναι η **κλίση** (slope) της ευθείας ή αλλιώς συντελεστής παλινδρόμησης (regression coefficient). Εκφράζει τη μεταβολή της μεταβλητής  $y$  όταν η μεταβλητή  $x$  μεταβληθεί κατά μια μονάδα.
- ο όρος  $\varepsilon_i$  λέγεται **σφάλμα παλινδρόμησης** (regression error) και ορίζεται ως η διαφορά της  $y_i$  από τη δεσμευμένη μέση τιμή  $E(Y|X=x_i)$ ,  
όπου  $E(Y|X=x_i) = a + b * x_i$ .

Για την ανάλυση της γραμμικής παλινδρόμησης γίνονται οι **εξής υποθέσεις**:

- η ανεξάρτητη μεταβλητή  $x$  είναι ελεγχόμενη για το πρόβλημα υπό μελέτη, δηλαδή είναι γνωστές οι τιμές της χωρίς καμιά αμφιβολία
- η εξάρτηση της  $y$  από τη  $x$  είναι γραμμική
- το σφάλμα παλινδρόμησης έχει μέση τιμή μηδέν για κάθε τιμή της  $x$  και η διασπορά του είναι σταθερή και δεν εξαρτάται από τη  $x$ , δηλαδή  $E(\varepsilon_i) = 0$  και  $\text{Var}(\varepsilon_i) = \sigma_\varepsilon^2$

Οι παραπάνω υποθέσεις για γραμμική σχέση και σταθερή διασπορά αποτελούν χαρακτηριστικά πληθυσμών με κανονική κατανομή. Για το λόγο αυτό, σε προβλήματα γραμμικής παλινδρόμησης γίνεται η υπόθεση ότι η **εξαρτημένη μεταβλητή ακολουθεί κανονική κατανομή**.

### 3.5.2 Πολλαπλή Γραμμική Παλινδρόμηση

Στην περίπτωση που η εξαρτημένη μεταβλητή  $y$  εξαρτάται γραμμικά από περισσότερες από μια ανεξάρτητες μεταβλητές  $x$  ( $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ ) τότε γίνεται αναφορά στην **πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση** (multiple linear regression). Η εξίσωση η οποία αποτυπώνει τη σχέση ανάμεσα στην εξαρτημένη και τις ανεξάρτητες μεταβλητές έχει τη γενικότερη μορφή:

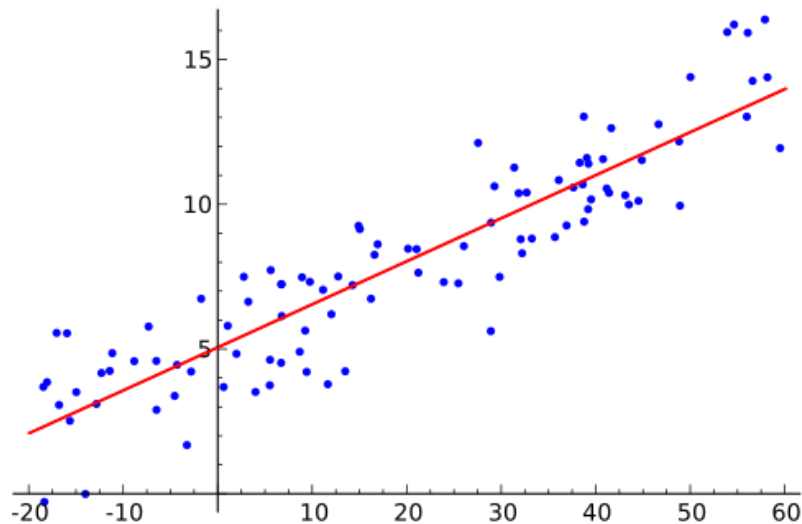
$$y_i = b_0 + b_1 * x_{1i} + b_2 * x_{2i} + \dots + b_n * x_{ni} + \varepsilon_i \quad (11)$$

Οι υποθέσεις της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης είναι ίδιες με εκείνες της απλής γραμμικής παλινδρόμησης, δηλαδή υποθέτει κανείς ότι τα σφάλματα της παλινδρόμησης (όπως και η τυχαία μεταβλητή  $y$  για κάθε τιμή της  $x$ ) ακολουθούν **κανονική κατανομή με σταθερή διασπορά**. Γενικά το πρόβλημα και η εκτίμηση της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης δεν διαφέρει ουσιαστικά από εκείνο της απλής γραμμικής παλινδρόμησης. Ένα επιπλέον στοιχείο στην πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση είναι ότι πριν προχωρήσει κανείς στην εκτίμηση των παραμέτρων πρέπει να ελέγξει αν πράγματι πρέπει να συμπεριληφθούν όλες οι ανεξάρτητες μεταβλητές στο μοντέλο. Εκείνο που απαιτείται να εξασφαλιστεί είναι η **μηδενική συσχέτιση των ανεξάρτητων μεταβλητών**, δηλαδή θα πρέπει να ισχύει:  $\rho(X_i, X_j) \neq 0$ . Όταν μια ανεξάρτητη μεταβλητή μπορεί να εκτιμηθεί μέσω μιας άλλης, τότε προκύπτει πρόβλημα συγγραμικότητας.

#### 3.5.2.1 Μέθοδος Ελαχίστων Τετραγώνων

Η εκτίμηση των παραμέτρων του μοντέλου της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης γίνεται με τη **μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων** (least squares method). Σύμφωνα με τη μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων, ο προσδιορισμός των συντελεστών  $b_i$  δίνει μια προσεγγιστική ευθεία που συνδέει τις τιμές της μεταβλητής  $y$ , δοθέντων των τιμών της μεταβλητής  $x$ . Η ευθεία που προκύπτει ονομάζεται **ευθεία παλινδρόμησης της  $y$  πάνω στην  $x$** . Σκοπός είναι το άθροισμα των τετραγώνων των κατακόρυφων αποστάσεων των σημείων  $(x, y)$  από την ευθεία να είναι ελάχιστο. Παρακάτω δίνεται ένα ενδεικτικό Διάγραμμα της ευθείας ελαχίστων τετραγώνων.





Διάγραμμα 3.2: Ευθεία ελαχίστων τετραγώνων  
(Πηγή: Κόντρας & Ευαγγελάρας, 2010)

### 3.6 Στατιστική αξιολόγηση και Κριτήρια αποδοχής προτύπου

Κάθε αναπτυσσόμενο μοντέλο, ούτως ώστε να θεωρείται αποδεκτό, είναι απαραίτητο να πληροί κάποιες βασικές προϋποθέσεις. Τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση του μοντέλου μετά την διαμόρφωση του, αφορούν τα πρόσημα και τις τιμές των συντελεστών  $\beta_i$  της εξίσωσης, τη στατιστική σημαντικότητα, την ποιότητα του μοντέλου και το σφάλμα της εξίσωσης.

#### ❖ Μη συσχέτιση ανεξάρτητων μεταβλητών

Βασική προϋπόθεση είναι η μη συσχέτιση των ανεξάρτητων μεταβλητών, οι οποίες πρέπει να είναι γραμμικώς ανεξάρτητες μεταξύ τους, δηλαδή να ισχύει  $\rho(x_i, x_j)$  για κάθε  $i \neq j \rightarrow 0$ . Διαφορετικά δεν είναι δυνατή η εξακρίβωση της επιρροής της κάθε μεταβλητής στο αποτέλεσμα, καθώς εμφανίζονται προβλήματα μεροληψίας και επάρκειας.

#### ❖ Λογική ερμηνεία πρόσημων

Όσον αφορά στους **συντελεστές της εξίσωσης**, θα πρέπει να υπάρχει δυνατότητα **λογικής ερμηνείας των πρόσημων τους**. Θετικό πρόσημο υποδηλώνει ότι αύξηση της ανεξάρτητης μεταβλητής οδηγεί σε αύξηση της εξαρτημένης. Αντίθετα, αρνητικό πρόσημο υποδηλώνει ότι μείωση της ανεξάρτητης μεταβλητής οδηγεί σε μείωση της εξαρτημένης. Σε δεύτερο στάδιο εξετάζεται η τιμή του συντελεστή. Θα πρέπει να δίνεται μια **λογική εξήγηση** για την τιμή αυτή, αφού αύξηση της ανεξάρτητης μεταβλητής  $x_i$  κατά μια μονάδα οδηγεί σε αύξηση της εξαρτημένης μεταβλητής κατά  $b_i$  και ομοίως μείωση της ανεξάρτητης μεταβλητής  $x_i$  κατά μια μονάδα οδηγεί σε μείωση της εξαρτημένης μεταβλητής κατά  $b_i$ .

#### ❖ Στατιστική σημαντικότητα

Πραγματοποιούνται πρώτα οι έλεγχοι των σταθερών επιδράσεων (test of fixe effects) για καθεμία από τις σταθερές επιδράσεις που ορίζονται στο μοντέλο. Πρόκειται για έναν έλεγχο τύπου ANOVA. Προκειμένου να γίνει αποδεκτό ότι οι μεταβλητές συμβάλλουν σημαντικά στο μοντέλο θα πρέπει η

τιμή σημαντικότητας (significance value) να είναι  $\text{sig} \leq 0,05$ . Αυτό σημαίνει ότι η μεταβλητή είναι στατιστικά σημαντική για το 95% τουλάχιστον των περιπτώσεων.

Η στατιστική αξιολόγηση των παραμέτρων των μεταβλητών πραγματοποιείται μέσω του ελέγχου t-test (κριτήριο κατανομής Student). Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατό να διαπιστωθεί εάν οι παράμετροι που υπολογίστηκαν, διαφέρουν σημαντικά από το 0. Προσδιορίζεται η στατιστική σημαντικότητα των ανεξάρτητων μεταβλητών και καθορίζεται ποιες από αυτές θα συμπεριληφθούν στο τελικό μοντέλο. Ο συντελεστής t εκφράζεται από τη σχέση:

$$t - \text{ratio} = \frac{\beta_i}{s.e.} \quad (12)$$

όπου:

- $\beta_i$ : οι συντελεστές παλινδρόμησης των ανεξάρτητων μεταβλητών  $x_i$
- s.e.: το τυπικό σφάλμα των σταθερών παραμέτρων (standard error)

Βάσει της παραπάνω σχέσης, όσο μειώνεται το τυπικό σφάλμα τόσο αυξάνεται η τιμή του  $t_{\text{stat}}$  και συνεπώς αυξάνεται η επάρκεια (efficiency). Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του  $t_{\text{stat}}$  τόσο μεγαλύτερη είναι η επιρροή της συγκεκριμένης μεταβλητής στο τελικό αποτέλεσμα. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι τιμές του  $t_{\text{stat}}$  για κάθε επίπεδο εμπιστοσύνης:

*Πίνακας 3.1: Κρίσιμες τιμές του συντελεστή t της Κατανομής Student*

Βαθμοί Ελευθερίας	Επίπεδο εμπιστοσύνης				
	0.900	0.950	0.975	0.990	0.995
80	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660
120	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617
$\infty$	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576

Όπως φαίνεται από τον παραπάνω πίνακα για ένα δείγμα περί τα 80 και επίπεδο εμπιστοσύνης 95% είναι  $t^* = 1,671$  και για επίπεδο εμπιστοσύνης 90% είναι  $t^* = 1,3$ . Έτσι, για παράδειγμα μία μεταβλητή με  $t^* = -3,8$ , έχει απόλυτη τιμή μεγαλύτερη από το 1,671 και επομένως είναι αποδεκτή και στατιστικά σημαντική για το 95% των περιπτώσεων.

#### ❖ Συντελεστής προσαρμογής $R^2$

Μετά τον έλεγχο στατιστικής εμπιστοσύνης εξετάζεται η **ποιότητα** του μοντέλου, η οποία καθορίζεται με βάση το συντελεστή προσαρμογής. Ο συντελεστής  $R^2$  χρησιμοποιείται ως κριτήριο καλής προσαρμογής των δεδομένων στο γραμμικό μοντέλο και ορίζεται από την σχέση:

$$R^2 = \frac{SSR}{SST} \quad (13)$$

όπου:

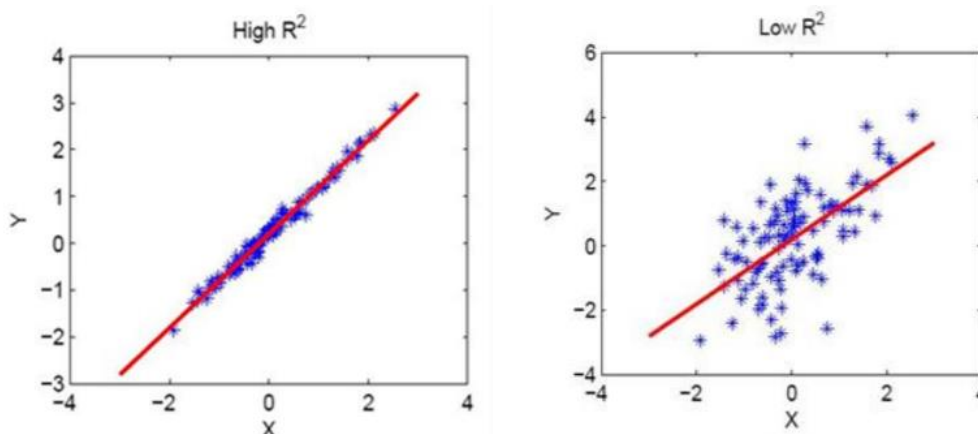
$$SSR = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y})^2 = \beta^2 * \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (14)$$

$$SST = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \quad (15)$$

Τα αρχικά SSR και SST έχουν προέλθει από τις φράσεις **υπόλοιπο άθροισμα** τετραγώνων (Residual Sum of Squares) και συνολικό **άθροισμα τετραγώνων** (Total Sum of Squares), αντίστοιχα. Με  $\hat{y}$  συμβολίζεται η προβλεπόμενη τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής από τις ανεξάρτητες.

Ο συντελεστής αυτός εκφράζει το ποσοστό της μεταβλητότητας της μεταβλητής Y (εξαρτημένη) που εξηγείται από την μεταβλητή X (ανεξάρτητη). Λαμβάνει τιμές από 0 έως 1. Καθίσταται σαφές ότι όσο πιο κοντά βρίσκεται η τιμή του  $R^2$  στη μονάδα, **τόσο πιο ισχυρή γίνεται η γραμμική σχέση εξάρτησης** των μεταβλητών Y και X. Ο συντελεστής  $R^2$  έχει συγκριτική αξία, κάτι το οποίο σημαίνει ότι δεν υπάρχει συγκεκριμένη τιμή του που είναι αποδεκτή ή απορριπτέα, αλλά μεταξύ δύο ή περισσότερων μοντέλων επιλέγεται ως καταλληλότερο εκείνο με τη μεγαλύτερη τιμή του συντελεστή  $R^2$ . Γενικά επιδιώκονται τιμές του μεγαλύτερες ή ίσες του 0.25. Τέλος, ο συντελεστής  $R^2$  μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέτρο ισχυρότητας της γραμμικής σχέσης ανεξάρτητα από το αν το X παίρνει καθορισμένες τιμές ή αν είναι τυχαία μεταβλητή.

Στο Διάγραμμα 3 που ακολουθεί παρουσιάζονται παραδείγματα υψηλού και χαμηλού συντελεστή προσαρμογής  $R^2$ .



Διάγραμμα 3.3: Παράδειγμα υψηλού (αριστερά) και χαμηλού (δεξιά) συντελεστή προσαρμογής  $R^2$

### ❖ Ελαστικότητα

Η σχετική επιρροή των μεταβλητών στα μοντέλο που αφορούν την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα υπολογίζεται με τη **θεωρία ελαστικότητας**. Πιο αναλυτικά, η ελαστικότητα (elasticity) αντικατοπτρίζει την ευαισθησία μιας εξαρτημένης μεταβλητής στην μεταβολή μιας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών. Η τιμή της ελαστικότητας ερμηνεύεται ως το ποσοστό επί της εκατό της μεταβολής της εξαρτημένης μεταβλητής που προκαλείται από μια μεταβολή της ανεξάρτητης μεταβλητής κατά 1%.

Η ελαστικότητα, για γραμμικά πρότυπα, δίδεται από την παρακάτω σχέση και εφαρμόζεται αποκλειστικά σε **συνεχείς μεταβλητές**:

$$e_i = \frac{\Delta Y_i}{\Delta X_i} * \frac{X_i}{Y_i} = \beta_i * \frac{X_i}{Y_i} \quad (16)$$

Για **διακριτές μεταβλητές** χρησιμοποιείται η **έννοια της ψευδοελαστικότητας**, η οποία περιγράφει τη μεταβολή στην τιμή της πιθανότητας επιλογής κατά τη μετάβαση από τη μια τιμή της διακριτής μεταβλητής στην άλλη. Η σχέση που υπολογίζει την τιμή της ψευδοελαστικότητας για διακριτές μεταβλητές είναι η παρακάτω:

$$E_{x_{ink}}^{P_i} = e^{\beta_{ik}} * \frac{\sum_{i=1}^I e^{(\beta_i x_n)}}{\sum_{i=1}^I e^{\Delta(\beta_i x_n)}} - 1 \quad (17)$$

όπου:

- I: το πλήθος των πιθανών επιλογών
- $x_{ink}$ : η τιμή της μεταβλητής k για την εναλλακτική i του ατόμου n
- $\Delta(\beta_i x_n)$ : η τιμή της συνάρτησης που καθορίζει την κάθε επιλογή αφού η τιμή της  $x_{ink}$  έχει μεταβληθεί από 0 σε 1
- $\beta_i x_n$  η αντίστοιχη τιμή όταν η  $x_{nk}$  έχει την τιμή 0
- $\beta_{ik}$  η τιμή της παραμέτρου της μεταβλητής  $x_{nk}$

### 3.7 Λειτουργία του ειδικού στατιστικού λογισμικού

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έγινε με τη χρήση του ειδικού στατιστικού λογισμικού SPSS. Αφού καταχωρήθηκαν τα δεδομένα σε ειδικές βάσεις δεδομένων, μεταφέρθηκαν στο στατιστικό λογισμικό στο πεδίο δεδομένων και ακολουθήθηκαν **οι ενέργειες που συνοπτικά παρουσιάζονται** στη συνέχεια.

Αρχικά, καθορίστηκαν οι μεταβλητές στο πεδίο μεταβλητών (variable view). Εκεί δίνονται οι ονομασίες και καθορίζονται οι ιδιότητές τους (όνομα, τύπος μεταβλητής, αριθμός ψηφίων, κωδικοποίηση τιμών κ.α.). Είναι σημαντικό να γίνει διάκριση των μεταβλητών σε συνεχείς (scale), διατεταγμένες (ordinal) και διακριτές (nominal).

Στη συνέχεια, χρησιμοποιείται η εντολή **Analyze** για τη **στατιστική ανάλυση** των δεδομένων. Η εντολή αυτή περιλαμβάνει τις παρακάτω επιλογές:

- ✓ **Descriptive statistics:** Διαδικασίες για την παραγωγή περιγραφικών αποτελεσμάτων. Εδώ βρίσκεται η επιλογή **Descriptives**. Πρόκειται για χρήσιμες στατιστικές περιγραφικές συναρτήσεις (μέσος όρος, τυπική απόκλιση, μέγιστο, ελάχιστο).
- ✓ **Correlate:** Η διαδικασία μετράει τη συσχέτιση ανάμεσα σε ζευγάρια μεταβλητών. Από εδώ επιλέγεται η εντολή **Bivariate Correlations**. Οι μεταβλητές που ενδιαφέρουν εισάγονται στο Variables και χρησιμοποιείται ο συντελεστής συσχέτισης **Pearson**, εάν πρόκειται για συνεχείς μεταβλητές και ο συντελεστής **Spearman** για διακριτές μεταβλητές.
- ✓ **Regression:** Η διαδικασία εκτελεί διάφορα είδη αναλύσεων παλινδρόμησης. Λόγω της φύσης της εξαρτημένης μεταβλητής επιλέχθηκε η γραμμική παλινδρόμηση (**Linear Regression**). Η

εξαρτημένη μεταβλητή που ενδιαφέρει εισάγεται στο πλαίσιο **Dependent**. Οι ανεξάρτητες μεταβλητές, με τις οποίες θα εξηγηθεί η μεταβλητότητα της εξαρτημένης μεταβλητής, εισάγονται στο πλαίσιο **Independents**. Στο πλαίσιο Method μπορεί να επιλεγεί μια μέθοδος για τη βέλτιστη επιλογή επεξηγηματικών μεταβλητών. Αυτή συνήθως αφήνεται Enter που σημαίνει ότι στο μοντέλο εισέρχονται όσες μεταβλητές βρίσκονται στο πλαίσιο Independent(s) με τη σειρά που αναγράφονται εκεί.

Τέλος, τα αποτελέσματα εμφανίζονται στα δεδομένα εξόδου. Για τον έλεγχο καταλληλότητας του μοντέλου εφαρμόζονται τα κριτήρια που προαναφέρθηκαν.

#### Επιδιώκεται:

- ✚ Οι τιμές και τα πρόσημα των **συντελεστών παλινδρόμησης β<sub>i</sub>** να μπορούν να εξηγηθούν λογικά.
- ✚ Ο **σταθερός όρος** της εξίσωσης, που εκφράζει το σύνολο των παραμέτρων που δεν λήφθηκαν υπόψη, να είναι κατά το δυνατό μικρότερος.
- ✚ Η **τιμή του στατιστικού ελέγχου t** να είναι μεγαλύτερη από την τιμή 1,7 για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.
- ✚ Το **επίπεδο σημαντικότητας** να είναι μικρότερο από 5% (significance < 0,05).
- ✚ Οι **ανεξάρτητες μεταβλητές** που θα χρησιμοποιηθούν στο κάθε μοντέλο να είναι μεταξύ τους **ασυσχέτιστες**.
- ✚ Ο **συντελεστής συσχέτισης R<sup>2</sup>** να είναι κατά το δυνατό μεγαλύτερος στα μοντέλα γραμμικής και λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης και για την ακρίβεια η τιμή του πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 0,3.

## 4. Συλλογή και επεξεργασία Δεδομένων

### 4.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η διαδικασία **συλλογής και επεξεργασίας των στοιχείων** ώστε να δοθεί πλήρης εικόνα για την αξιοπιστία και ποιότητα των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν. Αρχικά παρουσιάζεται η μεθοδολογία που ακολουθήσαμε για έναν πιο αξιόπιστο συνδυασμό των δεδομένων που πάρθηκαν από τους αισθητήρες έξυπνων κινητών τηλεφώνων μέσω της τηλεματικής OSeven. Στη συνέχεια, παρουσιάζεται η αναλυτική προσέγγιση τόσο στον τρόπο εισαγωγής των δεδομένων μας, όσο και στα στατιστικά αποτελέσματα που αντλήσαμε στο τέλος. Έπειτα, επισυνάπτονται οι συγκεντρωτικοί πίνακες μέσω της βάσης των δεδομένων που δόθηκε και του ερωτηματολογίου που μεσολάβησε στη συσχέτιση της οδηγικής συμπεριφοράς. Τέλος, περιγράφονται τα χαρακτηριστικά του κάθε δείγματος συνοδευόμενα με τον κατάλληλο σχολιασμό.

### 4.2 Συλλογή δεδομένων

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση που πραγματοποιήθηκε στη παρούσα Διπλωματική Εργασία, στο μεγαλύτερο εύρος της, βασίστηκε σε πειράματα που έλαβαν χώρα σε πραγματικές συνθήκες. Ωστόσο, αρκετές ήταν και οι έρευνες που βασίστηκαν σε προσομοιωτές αναπτύσσοντας ένα εικονικό περιβάλλον οδήγησης. Στη Διπλωματική Εργασία τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τη συσχέτιση της οδηγικής συμπεριφοράς σε υπεραστικές περιοχές, προέρχονται από τη **βάση δεδομένων** που παραχωρήθηκε από την εταιρία τηλεματικής **OSeven**. Επιπρόσθετα, η βάση αυτή ολοκληρώθηκε σε συνδυασμό με ένα **ερωτηματολόγιο** στο οποίο κλήθηκαν να απαντήσουν οι οδηγοί.

#### 4.2.1 Δεδομένα OSeven

Στην πειραματική διαδικασία συμμετείχαν εκατό (100) οδηγοί σε πραγματικές συνθήκες από τις 25/6/2019 έως τις 23/1/2020. Σε ένα διάστημα 7 μηνών, προέκυψε μια αρκετά μεγάλη βάση δεδομένων την οποία κληθήκαμε να επεξεργαστούμε κατάλληλα, ώστε να μπορέσουμε να ομαδοποιήσουμε και να συντομεύσουμε αυτές τις μεταβλητές. Οι μετρήσεις έλαβαν μέρος και στους τρεις τύπους δικτύου (αστικό, υπεραστικό, αυτοκινητόδρομος).

Η **OSeven** με περισσότερα από 25 χρόνια αποδεδειγμένης επιστημονικής έρευνας, χρησιμοποιεί προηγμένους αλγόριθμους δεδομένων για την επιτυχή κατανόηση του προφίλ κάθε οδηγού. Αποτελεί μια πρωτοποριακή πλατφόρμα με στόχο τη **συλλογή δεδομένων** από διάφορες πηγές τεχνολογικών συσκευών (π.χ. smartphones) συνδεδεμένων μέσα στα οχήματα. Τα δεδομένα που συλλέγονται από τη πρωτοποριακή αυτή συσκευή, παρέχουν υψηλή ακρίβεια σχετικά με την **οδηγική συμπεριφορά** και χρησιμοποιούνται από φορείς του κλάδου μεταφορών για την εξασφάλιση της οδικής ασφάλειας και όχι μόνο.

Μόλις αναγνωριστεί μια κατάσταση οδήγησης, ξεκινά αυτόματα και η **καταγραφή των δεδομένων**. Αφού ολοκληρωθεί το ταξίδι, η εγγραφή παραμένει ενεργή για πέντε λεπτά μετά τη λήξη της διαδρομής ώστε να υπολογίσει και τις πιθανές ολιγόλεπτες στάσεις του οδηγού. Τα δεδομένα καταγράφονται από διάφορους αισθητήρες έξυπνων κινητών τηλεφώνων (smartphones) καθώς και από αλγόριθμους συγχώνευσης (fusion algorithms) δεδομένων που παρέχονται από Android (Google) και λογισμικά iOS (Apple).

Προτού μεταφερθούν τα δεδομένα των **αισθητήρων έξυπνων κινητών συσκευών** (smartphones) στη κεντρική βάση δεδομένων, αποθηκεύονται προσωρινά στη βάση μέσω μια ποικιλίας APIs (Application Programming Interface). Η καταγραφή των πρωτογενών δεδομένων μέσω αυτών των αισθητήρων, παρέχονται από iOS και Android με τη μορφή δεδομένων συγχώνευσης. Ύστερα από τη μεταφορά τους στη κεντρική βάση, διαγράφονται όλες οι πληροφορίες από το κινητό τηλέφωνο. Στην Εικόνα 4.1 απεικονίζεται η ροή λειτουργίας των δεδομένων της Oseven.

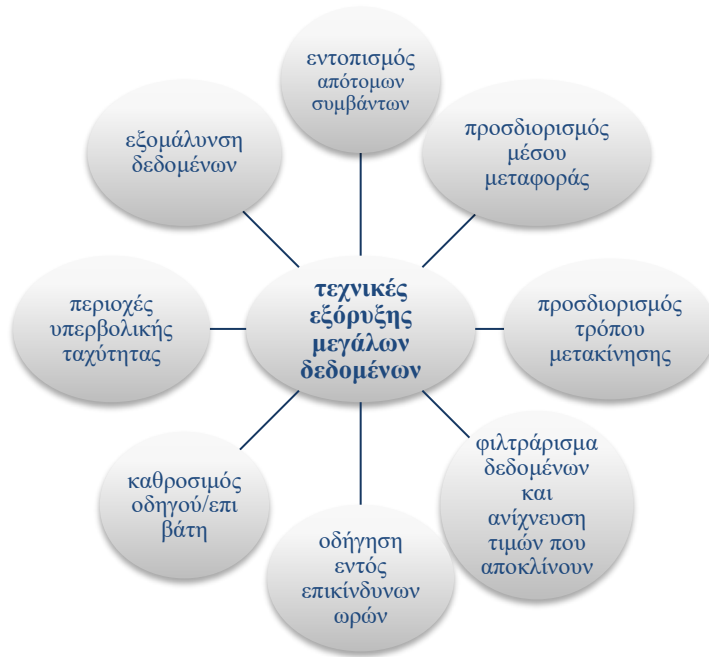


Εικόνα 4.1: Σύστημα ροής δεδομένων OSeven

Πηγή: [Oseven, 2020](#)

Για την επιτυχή μετάδοση των δεδομένων που έχουν συλλεχθεί στη **κεντρική βάση δεδομένων** της Oseven backend office, απαιτείται η χρήση δικτύου Wi-Fi ή 3G/4G/5G ανάλογα με τη διαθεσιμότητα του κινητού του εκάστοτε οδηγού. Η μεταφορά και λήψη δεδομένων μεταξύ συστημάτων, γίνεται μέσω της δημιουργίας API η οποία συμβάλλει στην εισαγωγή των δεδομένων από μια ηλεκτρονική υπηρεσία σε μια εφαρμογή πελάτη παρέχοντας **άμεσα διαθέσιμα δεδομένα**. Ο όγκος των δεδομένων για έναν μέσο οδηγό ανέρχεται σε 50Mb/μήνα.

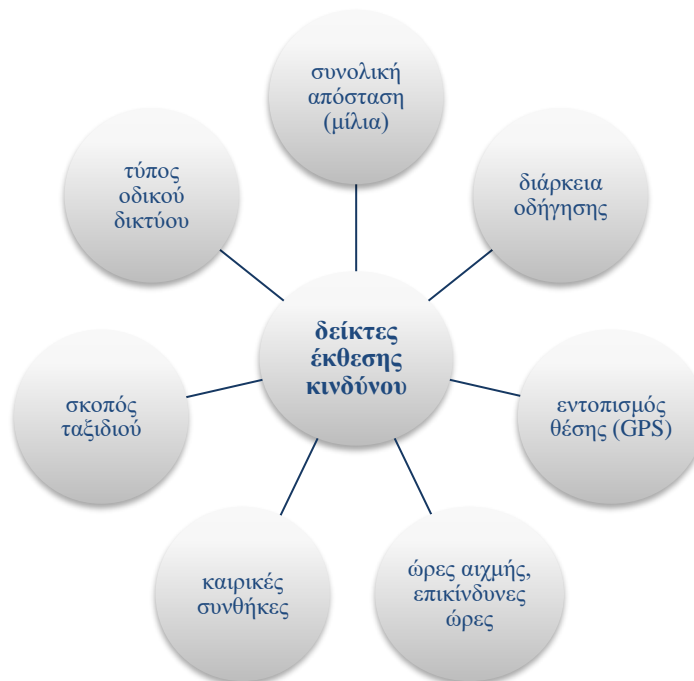
Μέσω ειδικών **τεχνικών κρυπτογράφησης και ασφάλειας**, τα δεδομένα **αποθηκεύονται** στο σύστημα OSeven backend βάσει του πρωτοκόλλου προστασίας προσωπικών δεδομένων σύμφωνα με του εθνικούς νόμους της ΕΕ. Για να μπορέσει να πραγματοποιηθεί η κεντρική επεξεργασία και συμπίεση του μεγέθους των δεδομένων, τα δεδομένα αποθηκεύονται στον εξυπηρετητή μετατρέποντας τα στοιχεία σε ειδικές παραμέτρους οδηγικής συμπεριφοράς χρησιμοποιώντας τις δύο μεγάλες μεθόδους επεξεργασίας που περιλαμβάνουν δύο οικογένειες τεχνικών δεδομένων, **τεχνικές εξόρυξης μεγάλων δεδομένων** και **αλγόριθμους Machine Learning (ML)**. Οι διαδικασίες που γίνονται είναι οι εξής:



Εικόνα 4.2: Μέθοδοι επεξεργασίας δεδομένων με τεχνικές εξόρυξης μεγάλων δεδομένων

Πηγή: [Oseven, 2020](#)

Ύστερα από τη διαδικασία Machine Learning (ML) παρακάτω απεικονίζεται μια ποικιλία διαφορετικών μεταδεδομένων που συμβάλλουν στην **αξιολόγηση της οδηγικής συμπεριφοράς**. Στις παρακάτω εικόνες απεικονίζονται οι δείκτες που χρησιμοποιούνται για τη στατιστική ανάλυση των οδηγών διαφορετικών τύπων οδών (αστική οδός, υπεραστική οδός, αυτοκινητόδρομος).



Εικόνα 4.3: Δείκτες κινδύνου οδήγησης

Πηγή: [Oseven, 2020](#)





Εικόνα 4.4 Δείκτες οδηγικής συμπεριφοράς

Πηγή: [Oseven, 2020](#)

Βάσει των παραπάνω στοιχείων, επιτυγχάνεται η τελική δημιουργία βάσης δεδομένων με τα οδηγικά χαρακτηριστικά. Στο τέλος αυτής της διαδικασίας, ακολουθεί η **ανάπτυξη του μοντέλου οδηγικής συμπεριφοράς**. Για να παραχθεί το τελικό σκορ της διαδρομής (βαθμός), δύναται να χρησιμοποιηθεί το εξελιγμένο μοντέλο βαθμολόγησης Oseven. Μέσω του μοντέλου αυτού, αναπτύσσονται διάφοροι δείκτες οι οποίοι αξιολογούν την οδήγηση και τελικά συγκεντρώνουν την διαδικασία σε μια βάση (ανά ταξίδι) διαδρομής κάθε οδηγού.

Τα αποτελέσματα αυτής της διαδικασίας είναι **διαθέσιμα στην εφαρμογή έξυπνων κινητών τηλεφώνων (smartphone) καθώς και στη Διαδικτυακή Πύλη**. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να μελετήσει όλα τα συμβάντα που εντοπίστηκαν και ανιχνεύθηκαν και να τα εντοπίσει στο χάρτη. Οι βαθμοί βρίσκονται αναλυτικά ανά κατηγορία ταξιδιού. Το καινοτόμο σύστημα αυτό θα μπορέσει να αποτελέσει μια καλή **υποδομή αποφυγής απότομων και επικίνδυνων συμπεριφορών** από οδηγούς στο μέλλον.



Εικόνα 4.5: Εφαρμογή στο κινητό τηλέφωνο και διαδικτυακή πλατφόρμα

Πηγή: [Oseven, 2020](#)

Η βάση δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε στη Διπλωματική Εργασία, περιλάμβανε τις παρακάτω ενδεικτικές μεταβλητές:

Πίνακας 4.1: Περιγραφή μερικών μεταβλητών που χρησιμοποιήθηκαν στη Διπλωματική Εργασία

Μεταβλητή	Περιγραφή
driver_id	κωδική ονομασία οδηγού
name	κωδικός συμμετέχοντα
speed_avg	μέση ταχύτητα
speed_highway_avg	μέση ταχύτητα σε αυτοκινητόδρομο
speed_rural_avg	μέση ταχύτητα σε υπεραστική οδό
speed_urban_avg	μέση ταχύτητα σε αστική οδό
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 υπεραστική οδό (^2)
speeding_urban_sq_avg	μέση ποσοστιαία υπέρβαση του ορίου ταχύτητας σε αστική οδό (^2)
mbu	χρήση κινητού τηλεφώνου κατά τη διάρκεια της οδήγησης

mbu/yes-no	χρήση κινητού τηλεφώνου κατά τη διάρκεια της οδήγησης (κατηγορική μεταβλητή)
mbu_urban	χρήση κινητού τηλεφώνου κατά τη διάρκεια της οδήγησης σε αστική οδό
mbu_urban/yes-no	χρήση κινητού τηλεφώνου κατά τη διάρκεια της οδήγησης σε αστική οδό (κατηγορική μεταβλητή)
mbu_rural	χρήση κινητού τηλεφώνου κατά τη διάρκεια της οδήγησης σε υπεραστική οδό

#### 4.2.2 Δεδομένα Ερωτηματολογίου

**Εκατό (100) συμμετέχοντες** έλαβαν μέρος στην Ερευνητική μας Εργασία απαντώντας σε **ερωτηματολόγιο** το οποίο βασιζόταν στην **αποκλειστική χρήση I.X.** ως μέσο μεταφοράς.

Το ερωτηματολόγιο χωρίστηκε σε **τέσσερις ενότητες**:

- οδηγική εμπειρία – μετακινήσεις,
- όχημα,
- οδηγική συμπεριφορά,
- δημογραφικά στοιχεία.

Η **πρώτη ενότητα** σχετικά με την οδηγική εμπειρία και τις μετακινήσεις περιλάμβανε τις παρακάτω ενδεικτικές ερωτήσεις:

- Πότε αποκτήσατε την άδεια οδήγησης του I.X. σας;
- Πόσα χρόνια οδηγική εμπειρία έχετε, ανεξαρτήτως τύπου οχήματος;
- Πόσες ημέρες την εβδομάδα χρησιμοποιείτε το I.X. σας;
- Πόσα χιλιόμετρα περίπου οδηγείτε την εβδομάδα;
- Πόσες διαδρομές πραγματοποιείτε κατά μέσο όρο την ημέρα ως οδηγός;

Η **δεύτερη ενότητα** σχετικά με το όχημα περιλάμβανε τις παρακάτω ενδεικτικές ερωτήσεις:

- Ποιος είναι ο κυβισμός του οχήματός σας;
- Ποια είναι η μέση κατανάλωση καυσίμου που παρατηρείτε κατά τις διαδρομές σας;

Η **τρίτη ενότητα** σχετικά με την οδηγική συμπεριφορά περιλάμβανε τις παρακάτω ενδεικτικές ερωτήσεις:

- Σε πόσα ατυχήματα έχετε εμπλακεί (είτε με δική σας υπαιτιότητα είτε όχι);
- Από αυτά, σε πόσα ατυχήματα με παθόντες έχετε εμπλακεί;
- Από αυτά, σε πόσα ατυχήματα με υλικές ζημιές μόνο έχετε εμπλακεί;
- Σε πόσα ατυχήματα έχετε εμπλακεί (αποκλειστικά με δική σας υπαιτιότητα);
- Από αυτά, σε πόσα ατυχήματα με παθόντες έχετε εμπλακεί;

- Από αυτά, σε πόσα ατυχήματα με υλικές ζημιές μόνο έχετε εμπλακεί;
- Τα τελευταία τρία χρόνια, πόσες κλήσεις είχατε για παραβάσεις του Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας;
- Πόσο προσεκτικός/η οδηγός πιστεύετε ότι είστε;
- Πόσο επιθετικός/η οδηγός πιστεύετε ότι είστε;

Η **τέταρτη ενότητα** σχετικά με τα δημογραφικά χαρακτηριστικά περιλάμβανε τις παρακάτω ενδεικτικές ερωτήσεις:

- Ποιο είναι το φύλο σας;
- Ποια είναι η ηλικία σας;
- Ποια είναι η οικογενειακή σας κατάσταση;
- Από πόσα άτομα αποτελείται το νοικοκυριό σας;
- Ποιο είναι το ετήσιο οικογενειακό σας εισόδημα;
- Ποιο είναι το μορφωτικό σας επίπεδο;

### 4.3 Επεξεργασία δεδομένων

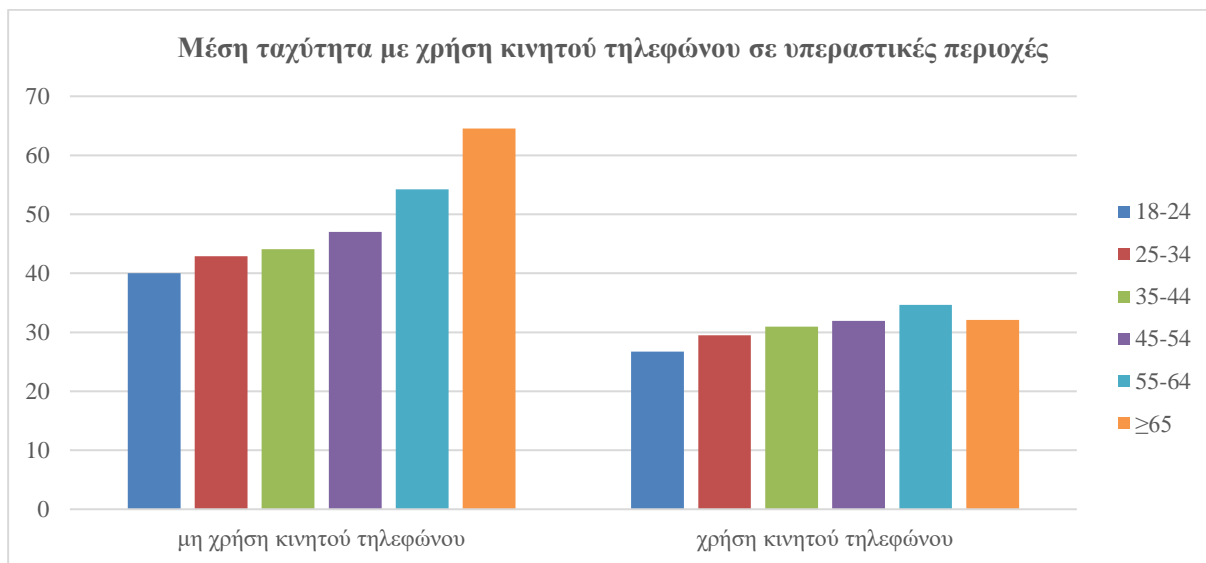
Στην παράγραφο αυτή περιγράφεται η διαδικασία επεξεργασίας των στοιχείων που μεσολάβησαν στην επιτυχή προσέγγιση της έρευνας μας. Παρουσιάζονται οι τρόποι εισαγωγής των μεταβλητών στο ειδικό **λογισμικό στατιστικής ανάλυσης** καθώς και οι τροποποιήσεις που προέκυψαν με στόχο τη βελτίωση των μεταβλητών αυτών. Τέλος, σχολιάζονται μερικά διαγράμματα που προέκυψαν από αυτές τις μεταβλητές, και πραγματοποιείται σύγκριση των αποτελεσμάτων και για τους τρεις τύπους οδού με μεγαλύτερη έμφαση να δίνεται στο υπεραστικό δίκτυο το οποίο αποτελεί και το κυρίως αντικείμενο της έρευνας.

#### 4.3.1 Εισαγωγή της βάσης δεδομένων σε Ειδικό Λογισμικό Ανάλυσης

Πραγματοποιείται αρχικά **στατιστική επεξεργασία των δεδομένων** με την εισαγωγή των αρχείων στο Excel σε συγκεντρωτικούς πίνακες. Προτού παρθούν τα αντίστοιχα διαγράμματα, γίνονται οι απαραίτητες **τροποποιήσεις στις μεταβλητές** για τη καλύτερη αξιοπιστία των αποτελεσμάτων. Συγκεκριμένα, όσοι οδηγοί δεν πραγματοποίησαν διαδρομές σε αυτοκινητόδρομο αντικαθίστανται με κενό (-) αντί του μηδέν (0).

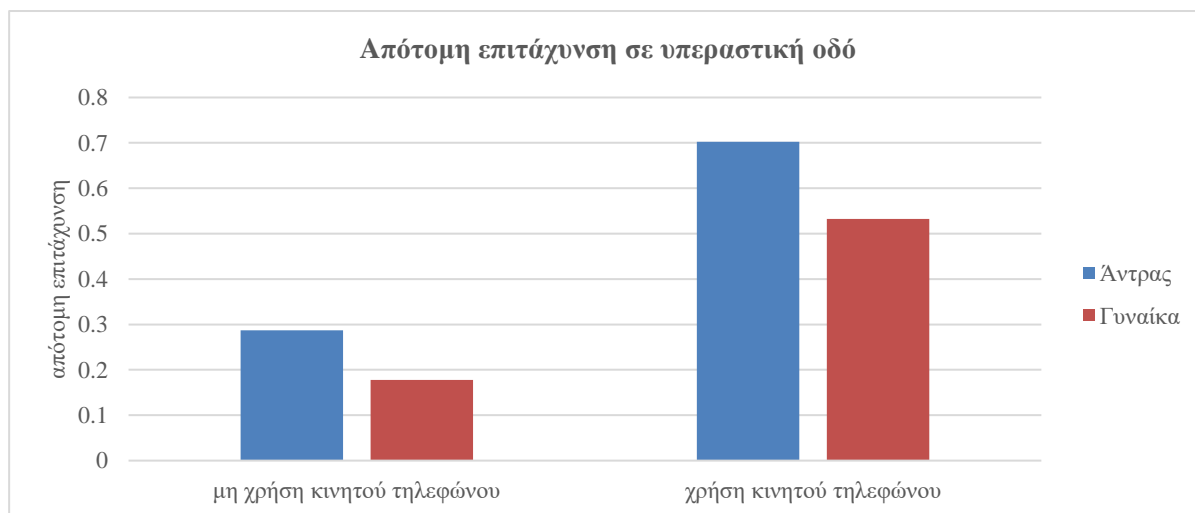
#### 4.4 Περιγραφική ανάλυση

Δημιουργήθηκαν διαγράμματα τα οποία συμβάλλουν στη καλύτερη κατανόηση των αποτελεσμάτων. Παρουσιάζονται μερικά από αυτά παρακάτω.



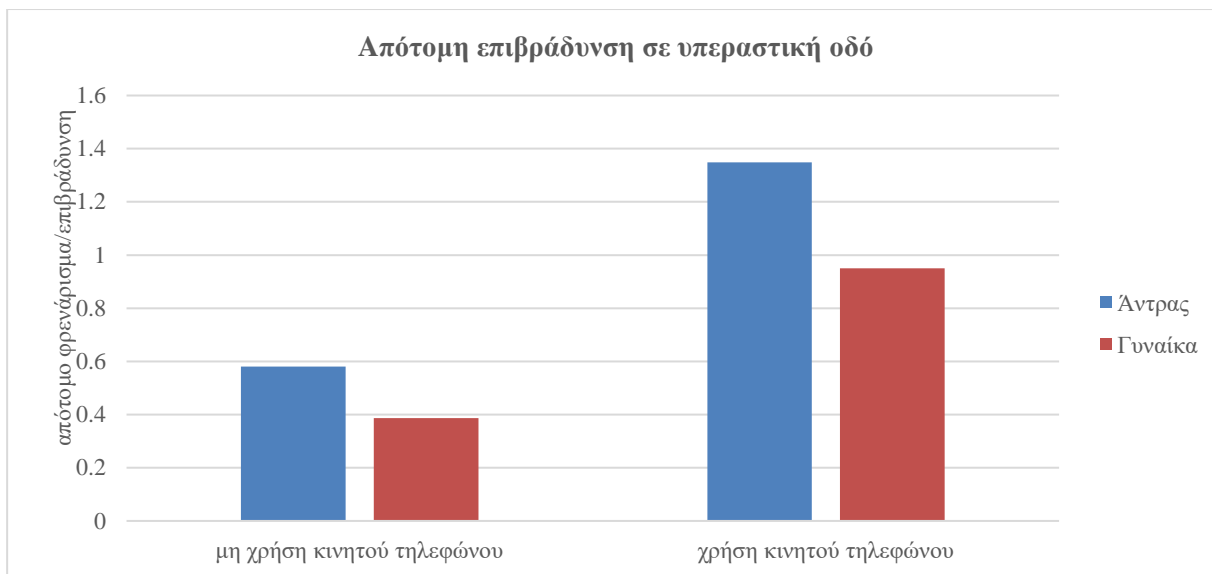
Διάγραμμα 4.1: Μέση ταχύτητα με χρήση κινητού τηλεφώνου σε υπεραστικές περιοχές

Είναι φανερό στο Διάγραμμα 4.1 πως στις υπεραστικές οδούς, η **μέση ταχύτητα** μειώνεται με τη χρήση κινητού τηλεφώνου. Η μείωση αυτή παρατηρείται σε όλες της ηλικιακές κατηγορίες



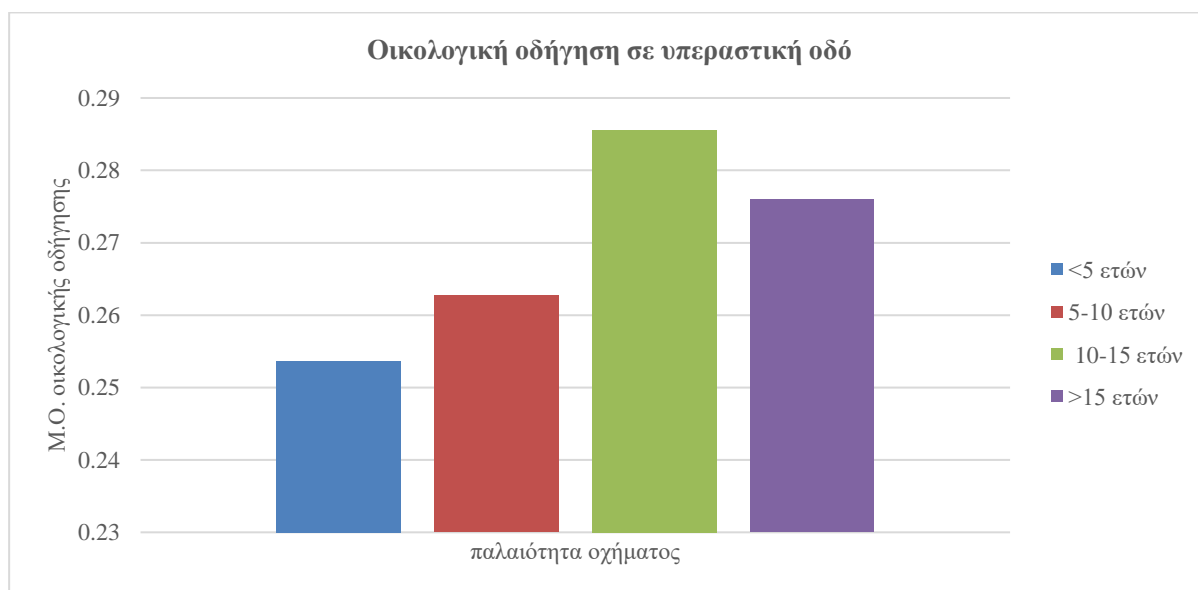
Διάγραμμα 4.2: Απότομη επιτάχυνση σε υπεραστική οδό

Σύμφωνα με το Διάγραμμα 4.2 οι εντονότερες **απότομες επιταχύνσεις** έγιναν αισθητές από οδηγούς που χρησιμοποιούσαν κινητό τηλέφωνο κατά τη διάρκεια οδήγησης σε υπεραστικές οδούς τόσο όσον αφορά άνδρες όσο και σε γυναίκες οδηγούς



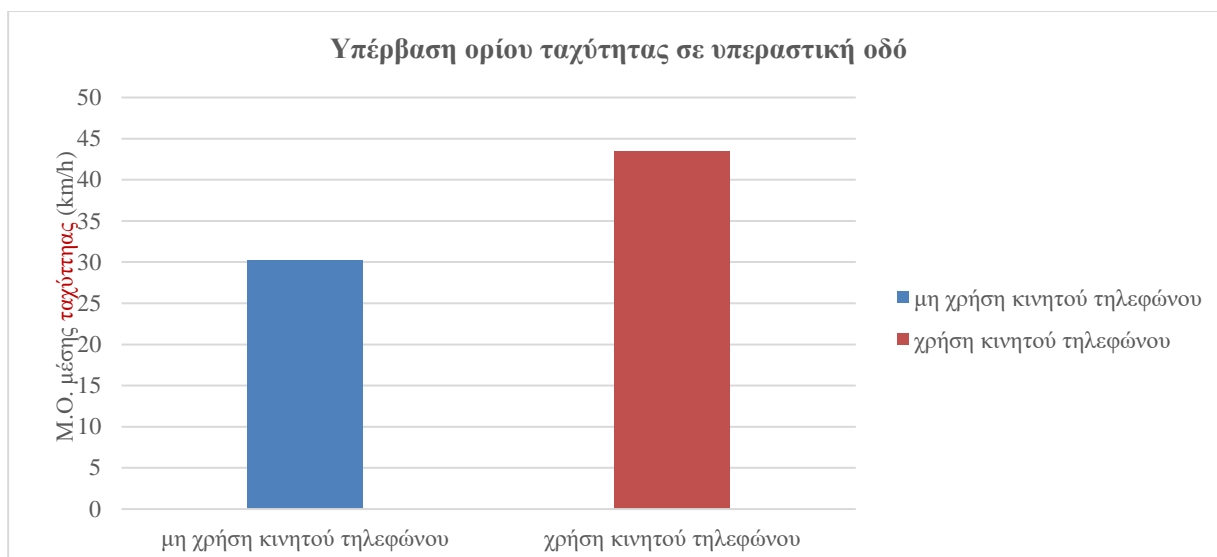
Διάγραμμα 4.3: Απότομο φρενάρισμα σε υπεραστική οδό

Αντίστοιχα με το διάγραμμα 4.2 και στο Διάγραμμα 4.3 σχετικά με τις **απότομες επιβραδύνσεις** αυτές είναι εντονότερες στις διαδρομές που έγινε χρήση κινητού τηλεφώνου .



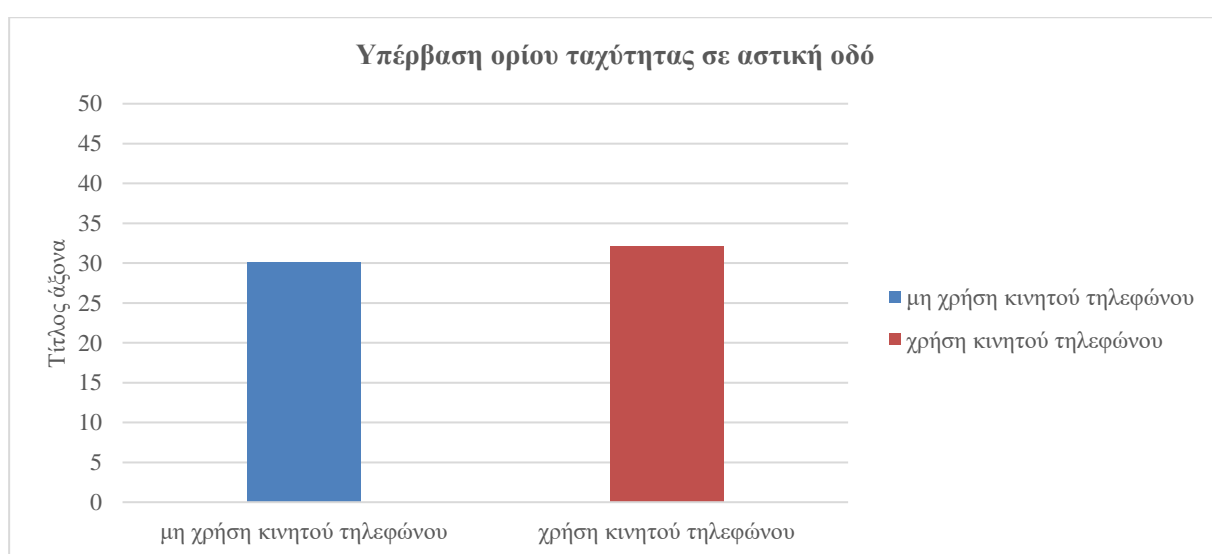
Διάγραμμα 4.4: Οικολογική οδήγηση σε υπεραστική οδό

Σχετικά με τη **ηλικία του στόλου οχημάτων**, παρατηρείται από το διάγραμμα 4.4 ότι σε υπεραστικές οδούς κινούνται σε μεγάλο ποσοστό οχήματα μεγαλύτερης ηλικίας, δεδομένο το οποίο επιβαρύνει το περιβάλλον.



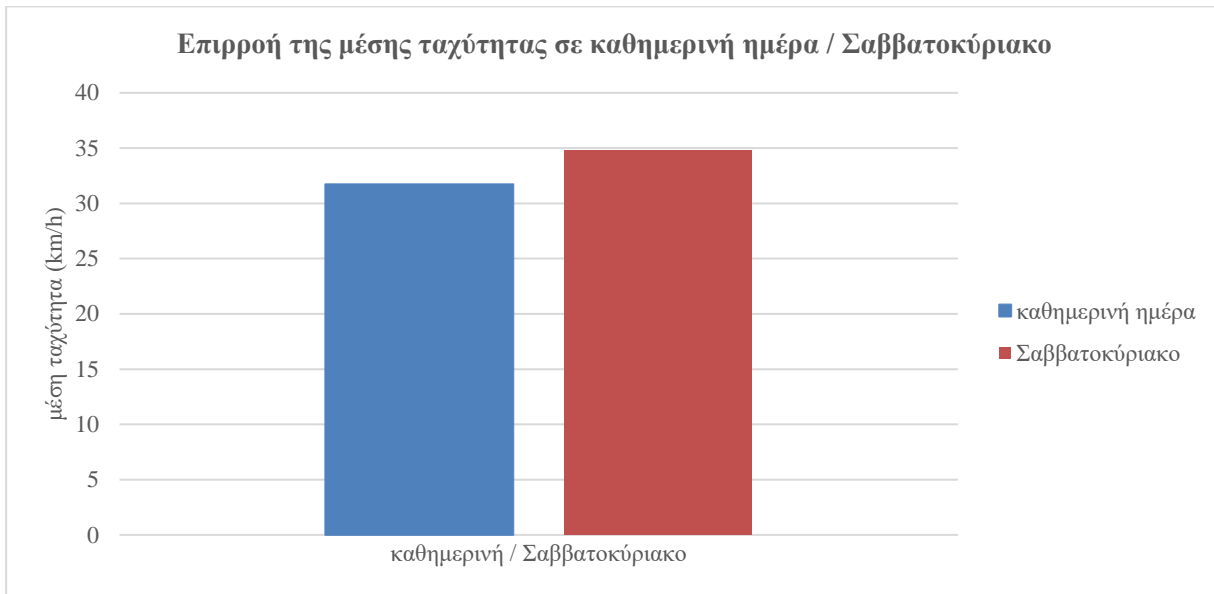
Διάγραμμα 4.5: Υπέρβαση ορίου ταχύτητας σε υπεραστική οδό

Η χρήση κινητού τηλεφώνου στις υπεραστικές οδούς φαίνεται να επηρεάζει την τήρηση των ορίων ταχύτητας. Μπορεί τα όρια ταχύτητας στις υπεραστικές οδούς να είναι χαμηλότερα απ'ότι σε έναν αυτοκινητόδρομο, ωστόσο αυτό δεν σημαίνει πως η υπέρβαση τους είναι ασήμαντη. Οι οδηγοί δείχνουν να υπερβαίνουν περισσότερο τα **όρια ταχύτητας** ενώ χρησιμοποιούν το κινητό τους τηλέφωνο κατά τη διάρκεια της οδήγησης.



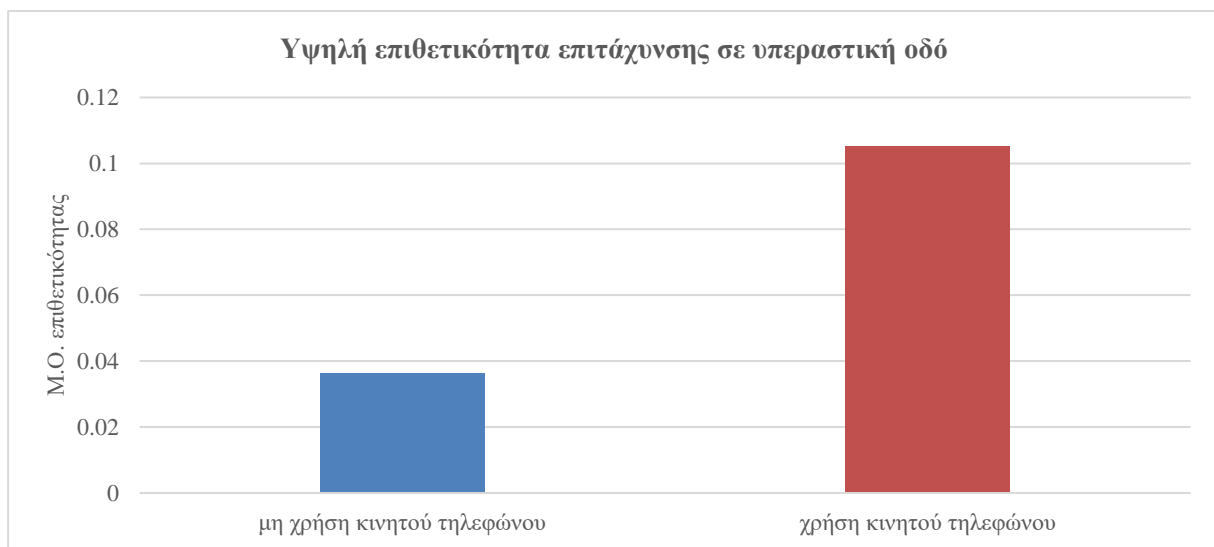
Διάγραμμα 4.6: Υπέρβαση ορίου ταχύτητας σε αστική οδό

Παρατηρώντας το Διάγραμμα 4.5 η μεταβλητή χρήσης κινητού τηλεφώνου ή μη έδειχνε να μην επηρεάζει τόσο το αποτέλεσμα των ορίων ταχυτήτων, κι αυτό διότι οδηγοί οι οποίοι είτε χρησιμοποιούσαν το κινητό τους εν ώρα οδήγησης ή όχι, υπερέβαιναν αισθητά τα **όρια ταχύτητας** σε μια **υπεραστική οδό**. Σε αστικές οδούς οδηγοί οι οποίοι απέφευγαν το κινητό τους τηλέφωνο κατά τη διάρκεια μιας διαδρομής σε αστική οδό, δεν υπερέβαιναν τόσο πολύ τα όρια ταχύτητας σε σχέση με αυτούς που το χρησιμοποιούσαν. Στο Διάγραμμα 4.6 φαίνεται αυτή η σημαντική απόκλιση μεταξύ αυτών των δυο τιμών (χρήση, μη χρήση κινητού τηλεφώνου).



Διάγραμμα 4.7: Επιρροή της μέσης ταχύτητας σε καθημερινή ημέρα/Σαββατοκύριακο

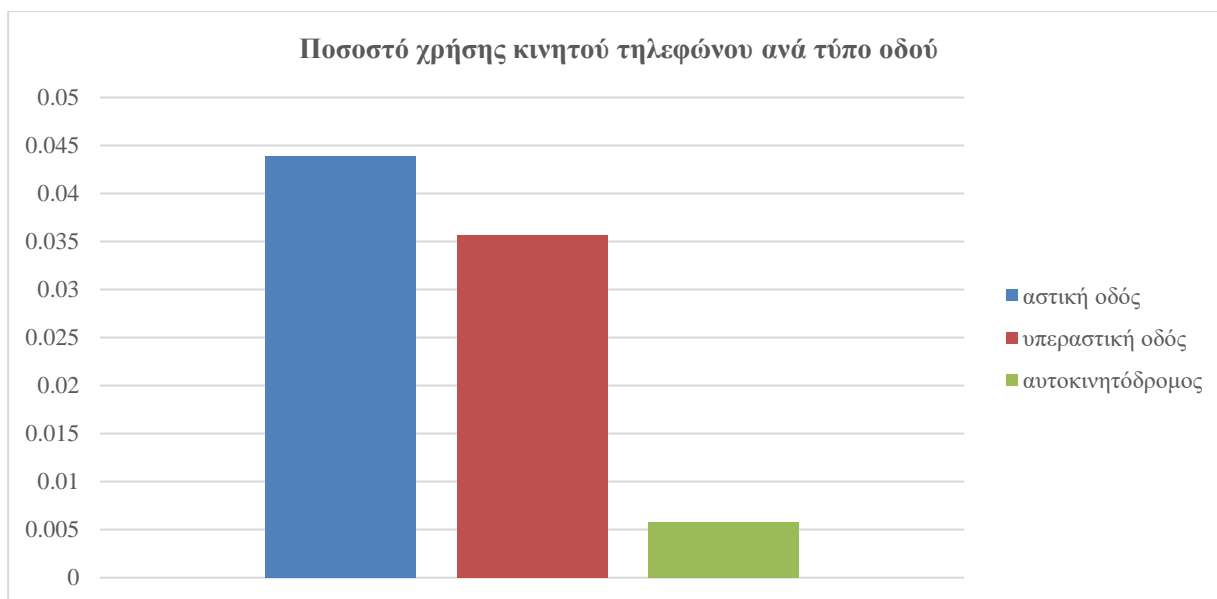
Στο Διάγραμμα 4.7 συμπεραίνουμε πως το **Σαββατοκύριακο** σημειώνεται **αύξηση της μέσης ταχύτητας** κυκλοφορίας και κατ' επέκταση μεγαλύτερη πιθανότητα ύπαρξης απότομων συμβάντων κατά την οδήγηση.



Διάγραμμα 4.8: Υψηλή επιθετικότητα επιτάχυνσης σε υπεραστική οδό

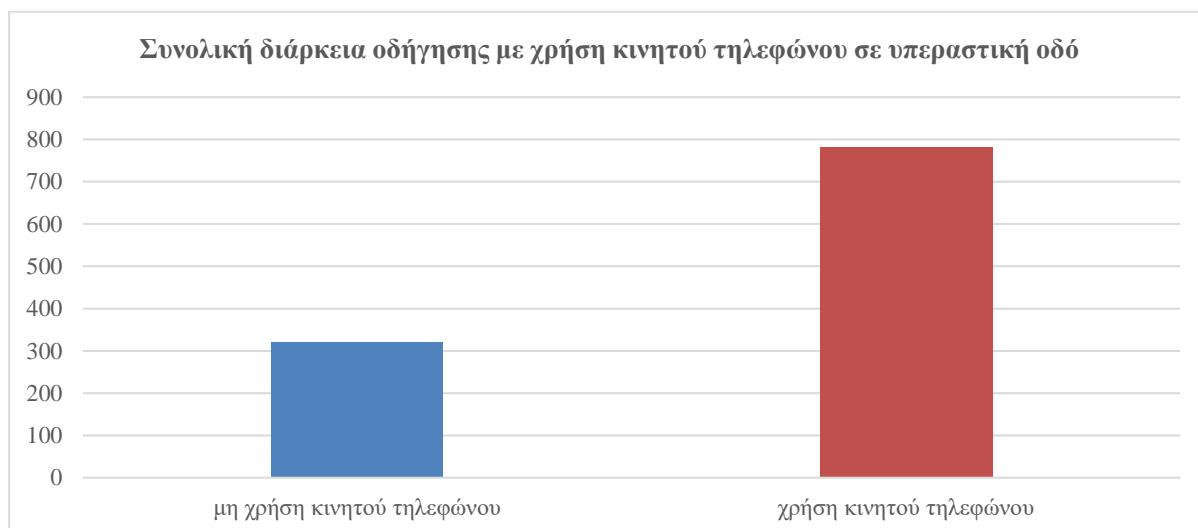
Η **επιθετική οδήγηση** όπως έχει προκύψει από τα ερωτηματολόγια έχει μια άμεση σχέση με τη χρήση κινητού τηλεφώνου σε υπεραστικές οδούς. Σύμφωνα με το δείγμα των 100 οδηγών, οι χρήστες δηλώνουν να εμφανίζουν αυξημένη επιθετικότητα ενώ χρησιμοποιούν τα κινητά τους τηλέφωνα στις υπεραστικές οδούς.





Διάγραμμα 4.9: Ποσοστό χρήσης κινητού τηλεφώνου ανά τύπο οδού

Ιδιαίτερα σημαντική κρίθηκε η διαφοροποίηση των τύπων οδού σε **αστική οδό**, **υπεραστική οδό** και **αυτοκινητόδρομο**. Αυτό σχετίζεται με το γεγονός πως τα **όρια ταχυτήτων** διαφέρουν ανά τύπο οδού. Σε έναν αυτοκινητόδρομο είναι πιο σπάνιο να υπερβεί τα όρια ταχύτητας ο οδηγός, καθώς το ποσοστό υπέρβασής τους είναι πιο υψηλό άρα και οι πιθανότητες να τα υπερβούν χαμηλότερες. Αντιθέτως, σε μια αστική ή υπεραστική οδό, όπου τα όρια ταχύτητας είναι πιο χαμηλά, αυξάνονται οι πιθανότητες υπέρβασης των ορίων.



Διάγραμμα 4.10: Συνολική διάρκεια οδήγησης σε υπεραστική οδό

Είναι φανερό από το Διάγραμμα 4.10 πως όσο περισσότερο χρησιμοποιούνται **κινητές συσκευές εν ώρα οδήγησης**, αυξάνονται οι αποστάσεις που διανύουν τα οχήματα και πραγματοποιούν με αυτό το τρόπο άσκοπες διαδρομές.

Βάσει των παραπάνω διαγραμμάτων καταλήγουμε στα εξής πορίσματα:

Ο κυριότερος παράγοντας που επιδρά στην εμφάνιση συχνότητας των απότομων συμβάντων είναι η **μέση ταχύτητα κυκλοφορίας**. Πολλοί θεωρούνται οι οδηγοί οι οποίοι χάνουν τον έλεγχο κατά τη διάρκεια της οδήγησης και μια από τις σοβαρότερες αιτίες είναι η επιθετική συμπεριφορά.

- ❖ Οι περισσότεροι οδηγοί ανεξάρτητα με το αν χρησιμοποιούν κινητό ή όχι κατά τη διάρκεια της οδήγησης, **υπερβαίνουν πάντοτε τα όρια ταχύτητας**.
- ❖ Η συνομιλία ή ανταλλαγή γραπτών μηνυμάτων και μάλιστα χωρίς τη χρήση συστήματος ανοιχτής ακρόασης, οδηγεί σε δυσμενή αποτελέσματα. Συγκεκριμένα, παρατηρείται σχετική **αύξηση της μέσης ταχύτητας όταν οι χρήστες χρησιμοποιούν κινητό τηλέφωνο κατά τη διάρκεια οδήγησής τους σε υπεραστικές περιοχές**. Ο διαχωρισμός των χρωμάτων αναφέρεται σε ηλικίες από 18-24 μέχρι και ηλικίες άνω των 65 ετών. **Η εντονότερη αυξητική πορεία εντοπίζεται σε νεαρές ηλικίες (18-24 και 25-34)**.
- ❖ Κατά τη διάρκεια της εβδομάδας, ιδίως το Σαββατοκύριακο σημειώνεται σημαντική αύξηση της μέσης ταχύτητας κυκλοφορίας και κατ' επέκταση των απότομων συμβάντων. Η **χρήση νέων συστημάτων τεχνολογίας**, όπως είναι τα κινητά τηλέφωνα, ισοδυναμούν σε μεγάλες απώλειες στην άσφαλτο.
- ❖ Η ανάλυση της συμπεριφοράς του οδηγού έχει καθιερωθεί ως κρίσιμο στοιχείο για την πρόληψη των τροχαίων ατυχημάτων και τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας. Η συμπεριφορά του οδηγού ευθύνεται για ένα μεγάλο ποσοστό των συνολικών απότομων συμβάντων. Αυτό φυσικά έχει ως αντίκτυπο, η **οδηγική συμπεριφορά** αλλά και η εμπειρία ενός οδηγού να είναι υπεύθυνη για ένα μεγάλο αριθμό παραγόντων στα τροχαία ατυχήματα.
- ❖ Η **υπέρβαση ορίου ταχύτητας** σχετίζεται άμεσα με τη χρήση κινητού τηλεφώνου. Συγκρίνοντας δυο αντίθετους δρόμους όπως είναι η αστική και υπεραστική οδός, συμπεραίνουμε πως οδηγοί ενώ χρησιμοποιούσαν κινητό κατά τη διάρκεια της οδήγησης σε υπεραστική οδό, υπερέβαιναν πολύ περισσότερο το όριο ταχύτητας σε σχέση με εκείνους στις αστικές οδούς.
- ❖ Σπουδαίο, στα ζητήματα της απότομης επιτάχυνσης, αποτελεί εξίσου η χρήση κινητού τηλεφώνου. Άλλωστε δεν είναι λίγοι εκείνοι οι οποίοι σημειώθηκαν πρώτοι στις **απότομες επιταχύνσεις** σε υπεραστικές οδούς. Καταλυτικό ρόλο αποτελεί και το φύλο του ατόμου, αφού στη συγκεκριμένη έρευνα, σημειώθηκαν περισσότερες επιταχύνσεις στο αρσενικό φύλο.
- ❖ Κατά τη διάρκεια των ωρών αιχμών θα σημειωθούν περισσότερες επιταχύνσεις στις υπεραστικές οδούς. Σημαντικό ρόλο αποτελεί και η **νυχτερινή οδήγηση**, αφού κατά τη διάρκεια της νύχτας ο κίνδυνος είναι πιο υψηλός, είτε λόγω της έλλειψης προσοχής, κόπωσης, είτε υπό την επήρεια μέθης κ.α.
- ❖ Η **απόσπαση προσοχής** σε μια διαδρομή, μπορεί να αποτελέσει το μεγαλύτερο παράγοντα δημιουργίας οδικών τροχαίων ατυχημάτων. Τα περισσότερα δεδομένα μας συσχετίστηκαν με τη **χρήση κινητού τηλεφώνου** και αυτό γιατί, οι περισσότεροι οδηγοί έδειχναν να έχουν κάνει

εμφανέστερες απότομες επιβραδύνσεις σε σχέση με αυτούς που δεν χρησιμοποιούσαν κινητό τηλέφωνο.

- ❖ Δεν είναι τυχαίο ότι τα σοβαρότερα και πιο θανατηφόρα ατυχήματα σημειώνονται σε διασταυρώσεις. Τα περισσότερα από αυτά σημειώνονται σε **επικίνδυνες ώρες από τις 22:00 μέχρι τις 05:00 το πρωί**. Τα αίτια είναι πολλά, με το σοβαρότερο παράγοντα να αποτελεί η **οδηγική συμπεριφορά**. Τα περισσότερα ατυχήματα που σημειώνονται στους δρόμους που βρίσκονται μέσα στις πόλεις οφείλονται στην ύπαρξη πολλών διασταυρώσεων ενώ στην επαρχία ο αριθμός των δυστυχημάτων και των ατυχημάτων με σοβαρό τραυματισμό αυξάνεται λόγω των μεγάλων ταχυτήτων που αναπτύσσουν οι οδηγοί στις υπεραστικές οδούς.
- ❖ Ο μεγάλος αριθμός ατυχημάτων στις **διασταυρώσεις** κεντρικών οδικών αξόνων οφείλεται, σύμφωνα με τους συγκοινωνιολόγους, στον τρόπο ελέγχου των διασταυρώσεων σε συνδυασμό με τον μεγάλο αριθμό οχημάτων που διέρχονται από αυτές.
- ❖ Έτσι και εδώ, ο πιο καθοριστικός παράγοντας για τη συχνότητα απότομων επιταχύνσεων αποτελεί η **μέση κατάληψη της οδού**. Η αύξησή της μπορεί να προκαλέσει δυσμενές επιπτώσεις σε μια οδήγηση ενώ θα πρέπει μάλιστα οι οδηγοί να είναι έτοιμοι να εκτελέσουν τον ελιγμό που απαιτείται.
- ❖ Η **ανεπαρκής πέδηση** οδηγεί σε ανεπιτυχείς καταστάσεις. Σε περιπτώσεις όπου η κυκλοφορία σε μια διασταύρωση είναι επιφορτισμένη, προκαλείται μεγάλη σύγχυση. Το σοβαρό αυτό πρόβλημα εμφανίζεται κυρίως σε διασταυρώσεις, λόγω της **απότομης επιβράδυνσης** και καθυστερημένης ακινητοποίησης.
- ❖ Επιπλέον, οι **οδηγοί μεγαλύτερης ηλικίας δείχνουν να εμφανίζουν περισσότερα λάθη στην παραχώρηση προτεραιότητας και στις απότομες στροφές**, καθώς πρέπει να συλλογιστούν πολλές πληροφορίες ταυτόχρονα προβλέποντας τη κίνηση των άλλων. Η προσοχή στις σημάνσεις και στα φανάρια είναι ελλιπής, γι' αυτό χρήζει ιδιαίτερη προσοχή.

## 5. Αναλύσεις

### 5.1 Εισαγωγή

Ύστερα από μια εκτενή βιβλιογραφική ανασκόπηση συναφών ερευνών και μεθοδολογιών, τη παρουσίαση του θεωρητικού υπόβαθρου που χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση των στοιχείων και την περιγραφή συλλογής και επεξεργασίας των δεδομένων, έγινε η επιλογή της κατάλληλης **μεθοδολογίας**. Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται αναλυτικά τα βήματα που χρειάστηκαν να υλοποιηθούν καθώς και τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη Διπλωματική Εργασία.

Η ανάλυση των στατιστικών στοιχείων της Διπλωματικής Εργασίας, η οποία παρουσιάστηκε αναλυτικά στο Κεφάλαιο 3 με τίτλο «Θεωρητικό Υπόβαθρο», είναι η **γραμμική παλινδρόμηση** (linear regression).

Στο κεφάλαιο αυτό δίνεται μια ακριβής επεξήγηση για τα **αναλυτικά βήματα** που ακολουθήθηκαν για την ανάπτυξη κατάλληλων μοντέλων.

Έπειτα, σημειώνονται τα **αποτελέσματα** από την εφαρμογή της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε και σχολιάστηκαν καταλλήλως συνοδευόμενα με την απαραίτητη ερμηνεία δίπλα. Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζονται οι τρεις φάσεις που θα ακολουθήσουν για την επίτευξη αυτού του στόχου.



Εικόνα 5.1: Φάσεις που ακολουθήθηκαν για τη παρουσίαση των αποτελεσμάτων

### 5.2 Ανάπτυξη μοντέλων πρόβλεψης επιθετικής οδήγησης

Σε αυτή τη παράγραφο περιγράφεται η διαδικασία ανάλυσης της ανάπτυξης των μαθηματικών μοντέλων που αφορούν την **επιθετική οδήγηση** με χρήση κινητού τηλεφώνου σε υπεραστικές περιοχές. Σκοπός της ανάλυσης αυτής είναι ο υπολογισμός στατιστικών μοντέλων καθώς και ο εντοπισμός των μεταβλητών που επηρεάζουν περισσότερο την οδηγική συμπεριφορά στις **υπεραστικές περιοχές**.

#### 5.2.1 Δεδομένα εισόδου - Καθορισμός μεταβλητών

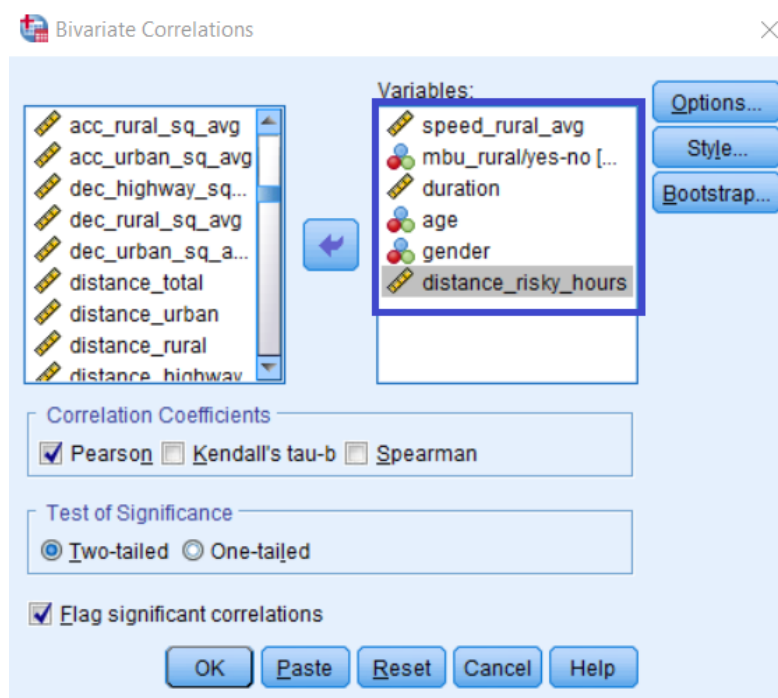
Τα τελικά μοντέλα που προέκυψαν ήταν αποτέλεσμα μιας **σειράς πολλών δοκιμών**, κατά τις οποίες αναπτύχθηκε ένας μεγάλος και σημαντικός αριθμός μαθηματικών μοντέλων. Τα μοντέλα αξιολογήθηκαν με βάση τα αποτελέσματα στατιστικών ελέγχων. Στις δοκιμές **απορρίφθηκαν**

μεταβλητές που αποδείχθηκαν ότι δεν έχουν στατιστικά σημαντική επιρροή και αφαιρέθηκαν από τα τελικά μοντέλα.

### 5.2.2 Έλεγχος συσχέτισης μεταβλητών

Η Διπλωματική Εργασία ακολουθείται από έναν στόχο, ο οποίος ολοκληρώνεται μέσω της δημιουργίας μοντέλων για τη **συσχέτιση της επιθετικής συμπεριφοράς σε υπεραστική οδό**. Σε πρώτο πλαίσιο, εξετάζεται η συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών μέσω της δημιουργίας μοντέλων διερεύνησης της απόσπασης προσοχής από τη χρήση κινητού τηλεφώνου. Σκοπός είναι η **μέγιστη δυνατή συσχέτιση** ανάμεσα στην **εξαρτημένη μεταβλητή** και τις **ανεξάρτητες**, καθώς και η μηδενική συσχέτιση μεταξύ των **ανεξάρτητων μεταβλητών**.

Ο συντελεστής συσχέτισης παίρνει τιμές μεταξύ  $-1$  και  $1$ , και οι απόλυτες τιμές κοντά στο ένα ( $1$ ) εκφράζουν ισχυρή συσχέτιση, ενώ όσες τείνουν στο μηδέν ( $0$ ) δεν παρουσιάζουν καμία απολύτως συσχέτιση. Η ανάλυση αυτή για τον εντοπισμό ανεξάρτητων μεταβλητών έγινε μέσω των εντολών: **Analyze → Correlate → Bivariate** του λογισμικού IBM SPSS 26.



Εικόνα 5.2: Επιλογή παραμέτρων ελέγχου συσχέτισης των μεταβλητών

Τονίζεται ότι οι ανεξάρτητες μεταβλητές που εμφάνισαν υψηλή συσχέτιση (Pearson Correlation  $>0,6$ ) δεν ελήφθησαν υπόψη στα τελικά μοντέλα του δείκτη συνολικής επίδοσης.

		Correlations					
		speed_rural_avg	mbu_rural/yes-no	duration	age	gender	distance_risky_hours
speed_rural_avg	Pearson Correlation	1	.059**	.240**	.074**	-.129**	.111**
	Sig. (2-tailed)		.000	.000	.000	.000	.000
	N	20497	20497	20497	20497	20497	20497
mbu_rural/yes-no	Pearson Correlation	.059**	1	.272**	-.087**	-.057**	.019**
	Sig. (2-tailed)	.000		.000	.000	.000	.003
	N	20497	25899	25899	25899	25899	25899
duration	Pearson Correlation	.240**	.272**	1	.003	-.038**	.091**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000		.665	.000	.000
	N	20497	25899	25899	25899	25899	25899
age	Pearson Correlation	.074**	-.087**	.003	1	-.231**	-.045**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.665		.000	.000
	N	20497	25899	25899	25899	25899	25899
gender	Pearson Correlation	-.129**	-.057**	-.038**	-.231**	1	.002
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000		.736
	N	20497	25899	25899	25899	25899	25899
distance_risky_hours	Pearson Correlation	.111**	.019**	.091**	-.045**	.002	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.003	.000	.000	.736	
	N	20497	25899	25899	25899	25899	25899

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

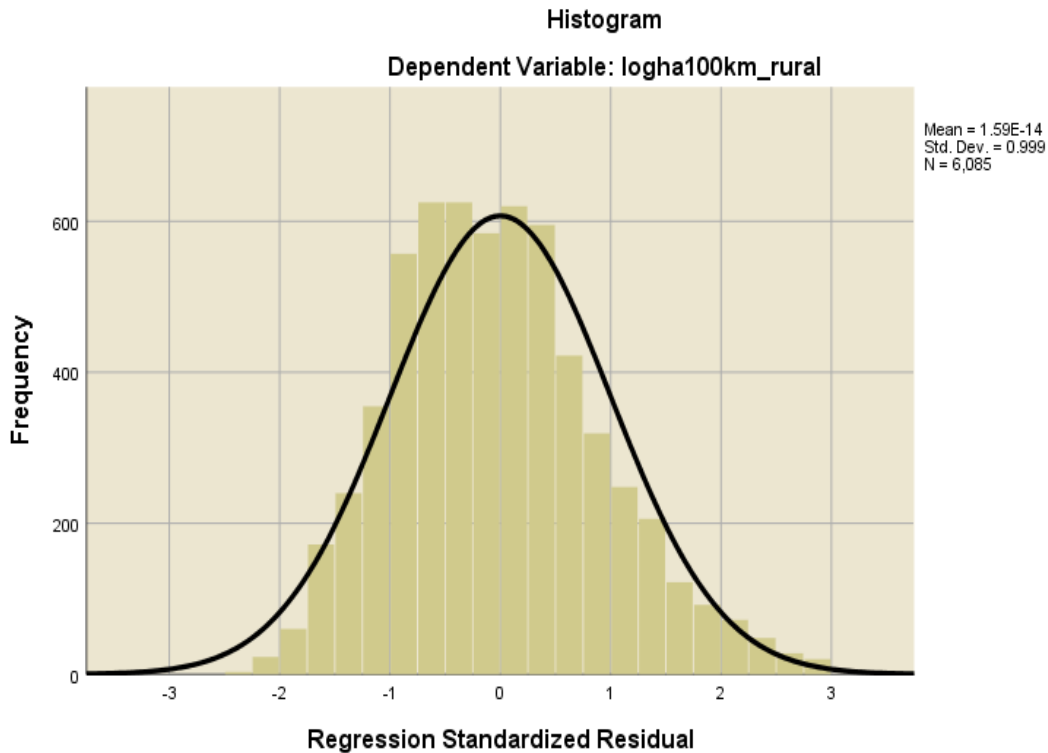
Εικόνα 5.3: Αποτελέσματα για τον έλεγχο συσχέτισης των μεταβλητών

Με τον εντοπισμό συντελεστών χαμηλής συσχέτισης, επιλέξαμε τις βασικές μεταβλητές οι οποίες ανήκαν στην κατηγορία:  $r \leq 0.5 \sim 0.6$ . Συγκεκριμένα απεικονίζονται στην Εικόνα 5.3 με μπλε σημάνσεις και αποτελούν τις **ανεξάρτητες μεταβλητές** οι οποίες θα χρησιμοποιηθούν στο μοντέλο του κεφαλαίου αυτού. Για το σκοπό αυτό, μέσω ενός ειδικού λογισμικού προγράμματος στατιστικής ανάλυσης SPSS προβήκαμε στις εξής δοκιμές απ' όπου προέκυψαν τα ακόλουθα μοντέλα.

### 5.2.3 Μοντέλα Γραμμικής Παλινδρόμησης

Για τη συσχέτιση της επιθετικής οδήγησης σε υπεραστική οδό επιλέχθηκε η μέθοδος της γραμμικής παλινδρόμησης. Κρίθηκε σημαντικό με την ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων να εντοπισθούν ποιοι είναι αυτοί οι παράγοντες που επηρεάζουν την οδηγική συμπεριφορά σε μια υπεραστική οδό. Σε πρώτη δοκιμή αναπτύσσεται το πρώτο μας μοντέλο έχοντας ως εξαρτημένη μεταβλητή την απότομη επιτάχυνση σε υπεραστική οδό [logha100km\_rural].

Η επιλογή της μεθόδου βασίστηκε στο ενδεχόμενο πως η εξαρτημένη μεταβλητή που εξετάζεται, είναι συνεχής. Επομένως η κατανομή που ακολουθεί θα προσεγγίζει την κανονική κατανομή καμπύλης όπως παρατηρείται στο Διάγραμμα 5.1.



Διάγραμμα 5.1.: Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή απότομης επιτάχυνσης σε υπεραστική οδό

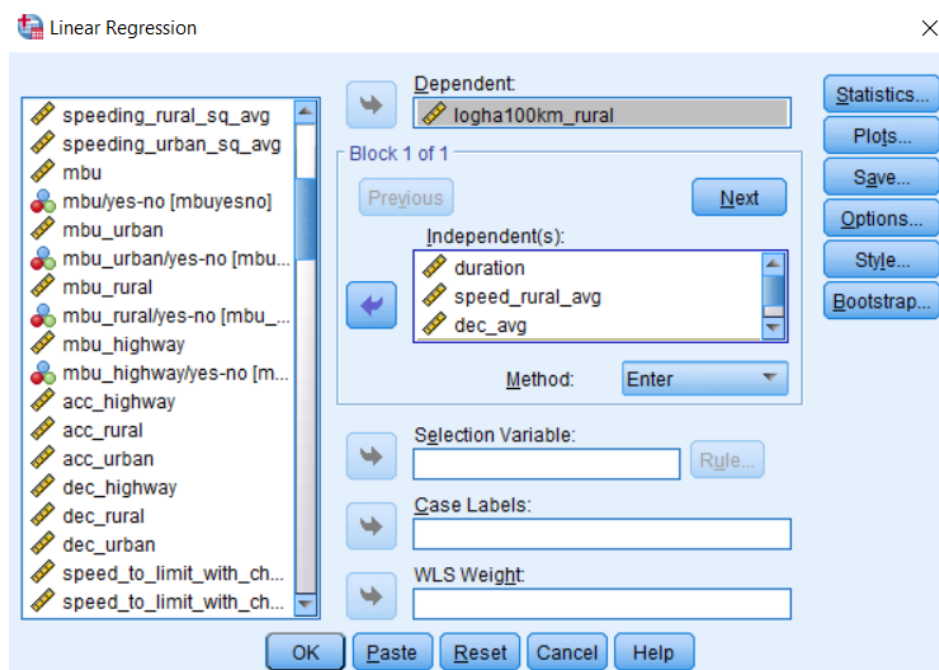
Σε κάθε περίπτωση όπου η εξαρτημένη μεταβλητή εξαρτάται γραμμικά από περισσότερες από μια ανεξάρτητες μεταβλητές, η μέθοδος που χρησιμοποιείται ονομάζεται **πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση** (multiple linear regression). Αυτή η διαδικασία της γραμμικής παλινδρόμησης στο SPSS εφαρμόζεται μέσω της ακολουθίας των εκατέρωθεν εντολών:

#### Analyze → Regression → Linear

Έπειτα ορίζονται η εξαρτημένη και οι ανεξάρτητες μεταβλητές. Η μεταβλητή που μας ενδιαφέρει σε πρώτη φάση (εξαρτημένη μεταβλητή) εισάγεται στο πλαίσιο **Dependent** ενώ οι επεξηγηματικές μεταβλητές εισάγονται στο πλαίσιο **Independent(s)**. Στο πλαίσιο Method ενώ μπορεί να επιλεγεί μια μέθοδος κατάλληλη για τη βέλτιστη επιλογή επεξηγηματικών μεταβλητών, αφήνεται «Enter», που επιτρέπει την είσοδο όσων μεταβλητών βρίσκονται στο πλαίσιο Independent(s) με τη σειρά που γράφονται εκεί. Έπειτα γίνονται και κάποιες δοκιμές σε πιθανές ανεξάρτητες (επεξηγηματικές) μεταβλητές έως ότου καταλήξουμε σε επιθυμητά αποτελέσματα.

Παρά τη προσπάθειά μας να εισάγουμε ως εξαρτημένη μεταβλητή την απότομη επιτάχυνση σε υπεραστική οδό, με τιμή όπως τη λάβαμε από τη βάση δεδομένων, τα αποτελέσματα δεν ήταν επιθυμητά. Έτσι, στη προσπάθεια αναζήτησης μια καλύτερης μεθόδου ανάλυσης των δεδομένων επιλέχθηκε η **λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση** (lognormal regression) χωρίς να αναιρεί το γεγονός πως η σχέση που συνδέει την εξαρτημένη μεταβλητή με τις ανεξάρτητες μεταβλητές είναι και σε αυτή την περίπτωση γραμμική. Η διαφοροποίησή της από τη πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση οφείλεται στο ότι στην περίπτωση αυτή μας ενδιαφέρει ο **φυσικός λογάριθμος της εξαρτημένης μεταβλητής**.

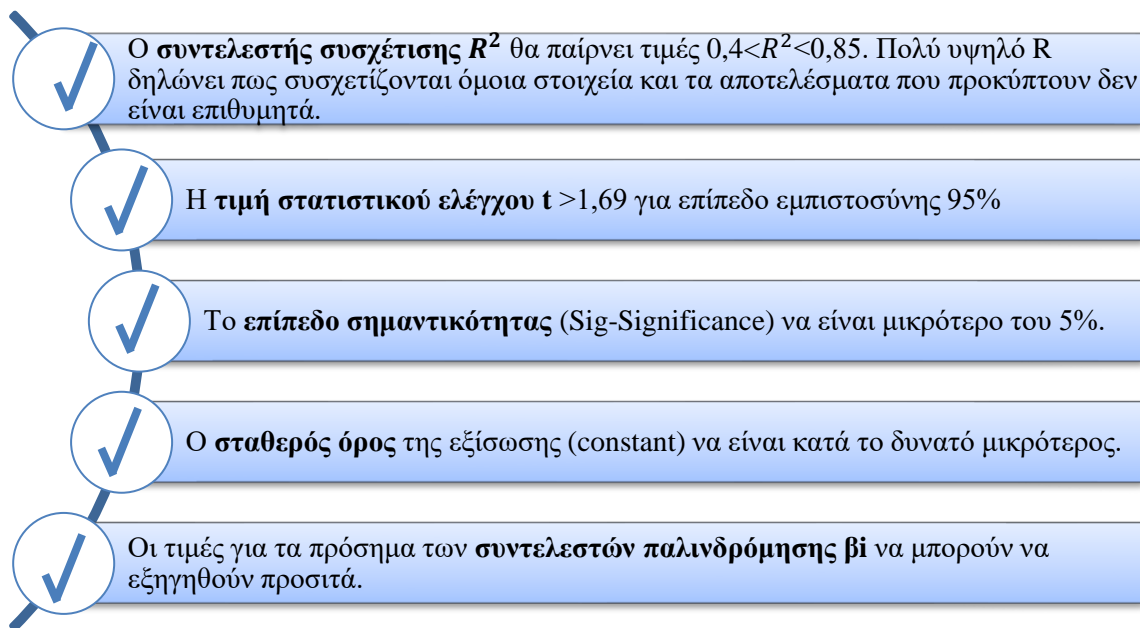
Η διαδικασία ανάλυσης που ακολουθήθηκε και εδώ είναι ακριβώς ίδια με εκείνη της γραμμικής παλινδρόμησης (analyze >regression >linear), με μόνη διαφορά τη χρήση **λογαρίθμου στην εξαρτημένη μεταβλητή**: απότομη επιτάχυνση σε υπεραστική οδό [logha100km\_rural].



Εικόνα 5.4 Επιλογή ανεξάρτητων και εξαρτημένων μεταβλητών για τη γραμμική παλινδρόμηση

Τα τελικά αποτελέσματα επιλέχθηκαν έπειτα από πολλές δοκιμές. Κάθε φορά που εξεταζόταν κάποιο στατιστικό πρότυπο, χρησιμοποιούνταν διαδοχικά όλες οι ανεξάρτητες μεταβλητές και κάθε φορά απορρίπτονταν όσες είχαν  $t$  μικρότερο από 1,69. Το πιο σύνηθες πρόβλημα εμφανιζόταν στη **χαμηλή σημαντικότητα** ( $t < 1,69$ ) καθώς και **το επίπεδο σημαντικότητας το οποίο υπερέβαινε το 5%** ( $\text{sig} > 0.05$ ). Τα μοντέλα που πληρούσαν όλες τις προϋποθέσεις όπως αναλύθηκαν στα κεφάλαια 3 και 5, παρουσιάζονται στα υποκεφάλαια που ακολουθούν. Σύμφωνα με το Θεωρητικό Υπόβαθρο του κεφαλαίου 3, κάθε μοντέλο θα πρέπει να πληροί τις παρακάτω προϋποθέσεις για να γίνει αποδεκτό:





Εικόνα 5.5 παράγοντες καθορισμού των μοντέλων

Η σχέση ανάμεσα στην εξαρτημένη και τις ανεξάρτητες μεταβλητές έχει τη γενικότερη μορφή εξίσωσης:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 * x_{1i} + \beta_2 * x_{2i} + \dots + \beta_n * x_{ni} + \epsilon_i$$

Με σκοπό να επιτευχθούν οι στόχοι της Διπλωματικής Εργασίας, αναπτύχθηκαν και παρουσιάζονται τα παρακάτω στατιστικά μοντέλα τα οποία περιγράφονται αναλυτικά στα επόμενα υποκεφάλαια.

- Μοντέλο 1: Πρόβλεψη απότομης επιτάχυνσης σε υπεραστική οδό – Γενικό Μοντέλο
- Μοντέλο 2: Πρόβλεψη απότομης επιτάχυνσης σε αυτοκινητόδρομο
- Μοντέλο 3: Πρόβλεψη απότομης επιβράδυνσης σε υπεραστική οδό

### 5.3 Μοντέλο 1: Πρόβλεψη απότομης επιτάχυνσης σε υπεραστική οδό – Γενικό Μοντέλο

#### 5.3.1 Ανάπτυξη μοντέλου

Ύστερα από **εκτενείς προσπάθειες** και δοκιμές, ως καλύτερο μοντέλο για να εκφραστούν οι παράγοντες που επηρεάζουν την απότομη επιτάχυνση σε υπεραστική οδό (logha100km\_rural) προέκυψε τελικά εκείνο το μοντέλο με την εξαρτημένη μεταβλητή να είναι η απότομη επιτάχυνση σε υπεραστική οδό και οι ανεξάρτητες μεταβλητές να είναι:

- ❖ Duration: συνολική διάρκεια διαδρομής (sec)
- ❖ Speed\_rural\_avg: μέση ταχύτητα σε υπεραστική οδό (km/h)
- ❖ Dec\_avg: μέση επιβράδυνση (km/h/s)

- ❖ Mbu\_rural/yes-no: χρήση κινητού τηλεφώνου κατά τη διάρκεια της οδήγησης σε υπεραστική οδό (κατηγορική μεταβλητή)
- ❖ Age: ηλικία συμμετεχόντων
- ❖ Gender: φύλο συμμετεχόντων
- ❖ Distance\_rural: απόσταση διαδρομής σε υπεραστική οδό (km)

Οι συσχετίσεις των μεταβλητών και τα αποτελέσματα για την ακρίβεια που προσφέρει το μοντέλο φαίνονται στη συνέχεια.

		Correlations						
		duration	speed_rural_avg	dec_avg	mbu_rural/yes-no	age	gender	distance_rural
duration	Pearson Correlation	<b>1</b>	.179**	.173**	.223**	-.034**	-.005	.506**
speed_rural_avg	Pearson Correlation	.179**	<b>1</b>	.122**	.059**	-.113**	-.083**	.366**
dec_avg	Pearson Correlation	.173**	.122**	<b>1</b>	.035**	-.124**	-.098**	.239**
mbu_rural/yes-no	Pearson Correlation	.223**	.059**	.035**	<b>1</b>	-.044**	-.039**	.190**
age	Pearson Correlation	-.034**	-.113**	-.124**	-.044**	<b>1</b>	.238**	-.042**
gender	Pearson Correlation	-.005	-.083**	-.098**	-.039**	.238**	<b>1</b>	-.059**
distance_rural	Pearson Correlation	.506**	.366**	.239**	.190**	-.042**	-.059**	<b>1</b>

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

Πίνακας 5.1.: Συσχετίσεις ανεξάρτητων μεταβλητών – Μοντέλο 1

Model Summary <sup>b</sup>				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.679 <sup>a</sup>	.461	.460	.3930045033

a. Predictors: (Constant), distance\_rural, age, mbu\_rural/yes-no, gender, speed\_rural\_avg, dec\_avg, duration  
b. Dependent Variable: logha100km\_rural

Πίνακας 5.2.: Περίληψη μοντέλου (Model Summary) – Μοντέλο 1

ANOVA <sup>a</sup>						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	802.488	7	114.641	742.242	.000 <sup>b</sup>
	Residual	938.608	6077	.154		
	Total	1741.096	6084			

a. Dependent Variable: logha100km\_rural  
b. Predictors: (Constant), distance\_rural, age, mbu\_rural/yes-no, gender, speed\_rural\_avg, dec\_avg, duration

Πίνακας 5.3.: Ανάλυση Διασποράς (ANOVA)– Μοντέλο 1

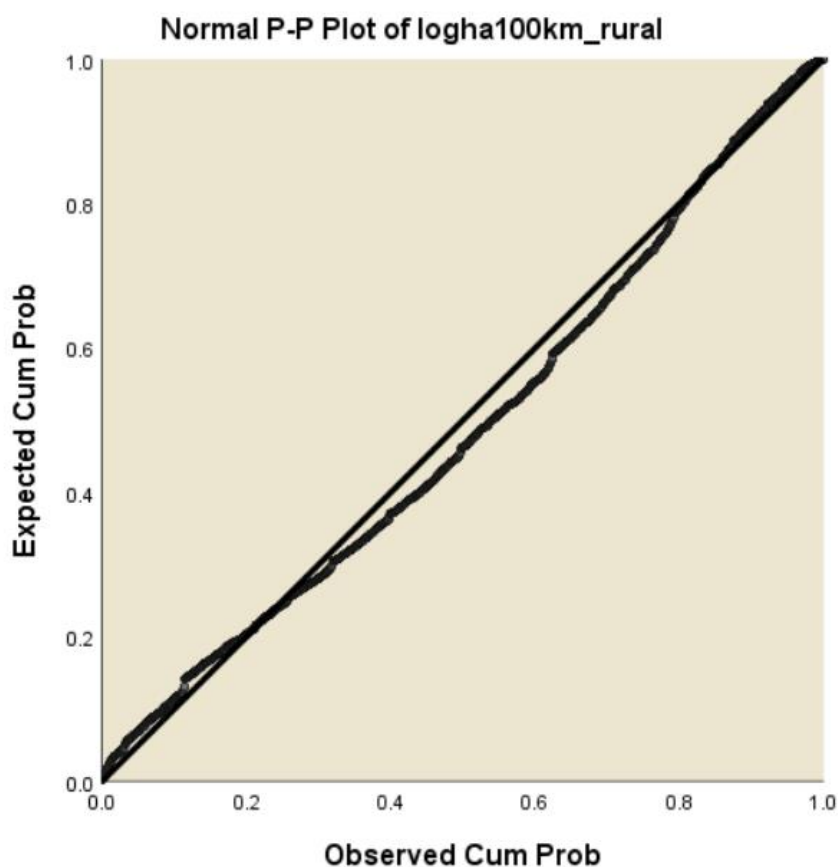
Coefficients <sup>a</sup>						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1.850	.031		60.217	.000
	duration	-3.430E-5	.000	-.076	-7.081	.000
	speed_rural_avg	-.004	.000	-.147	-14.534	.000
	dec_avg	-.132	.013	-.107	-10.255	.000
	mbu_rural/yes-no	.254	.010	.237	24.254	.000
	age	-.012	.006	-.020	-1.965	.049
	gender	-.130	.012	-.113	-11.303	.000
	distance_rural	-.027	.001	-.498	-43.503	.000

a. Dependent Variable: logha100km\_rural

Πίνακας 5.4 Μεταβλητές εξίσωσης-Μοντέλο 1

Η μαθηματική σχέση του μοντέλου που προέκυψε είναι:

$$\text{logha100km\_rural} = 1,850 - 0,00003430*\text{duration} - 0,004*\text{speed\_rural\_avg} - 0,132*\text{dec\_avg} + 0,254*\text{mbu\_rural/yes-no} - 0,012*\text{age} - 0,130*\text{gender} - 0,027*\text{distance\_rural}$$



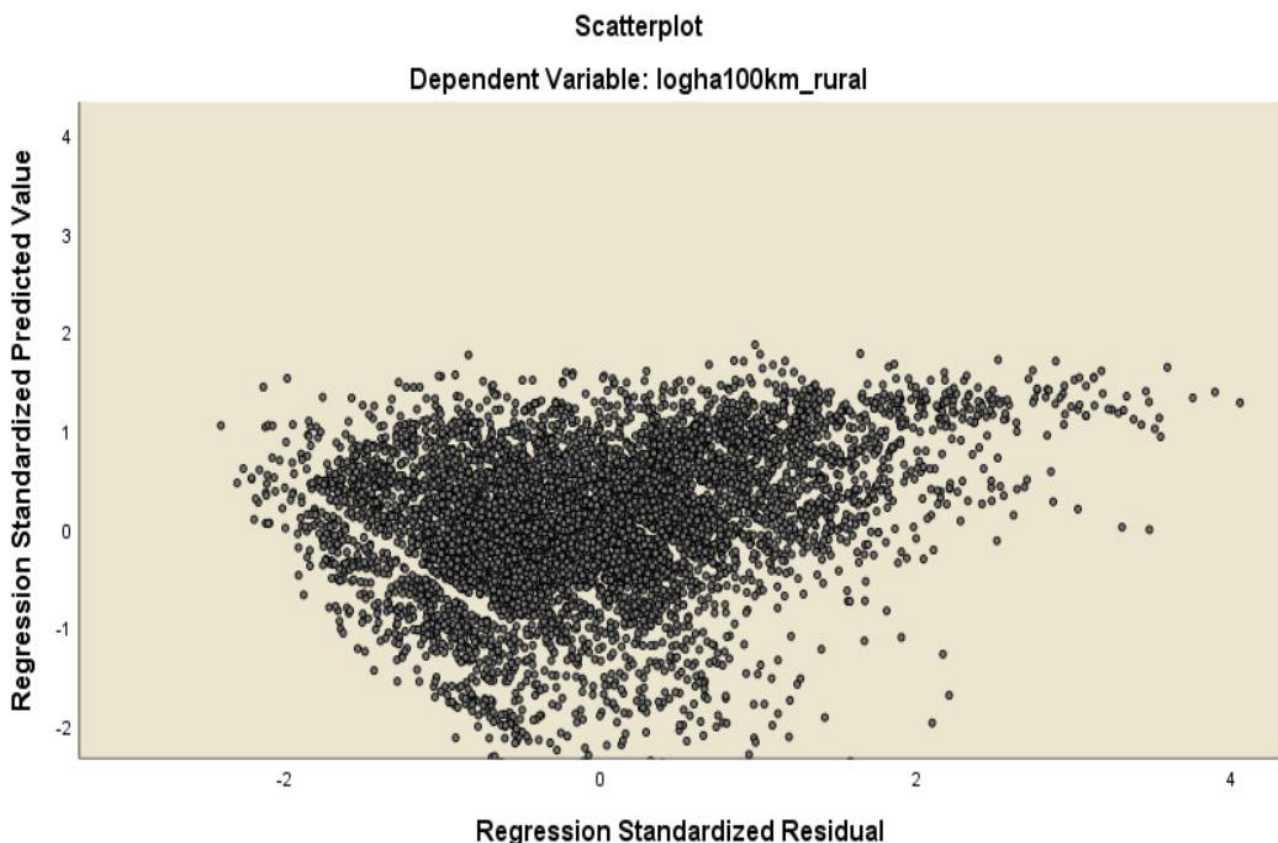
Διάγραμμα 5.2.: Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος για το Μοντέλο 1

### 5.3.2 Ποιότητα μοντέλου

Στο παραπάνω μοντέλο τηρούνται όλοι οι έλεγχοι που χρειάζονται, πιο αναλυτικά:

- ✓ Ο συντελεστής συσχέτισης  $R^2$  είναι ίσος με 0,461 άρα και αρκετά ικανοποιητικός
- ✓ Οι σταθεροί όροι ( $\beta_i$ ) είναι μικροί
- ✓ Ο έλεγχος του t να είναι μεγαλύτερος από 1,7 για κάθε ανεξάρτητη μεταβλητή

Ένας επιπλέον έλεγχος είναι αυτός που απεικονίζεται παρακάτω, στον οποίο ο άξονας X αντιπροσωπεύει τα τυπικά σφάλματα με το μέγεθος zresid (Standard Residual), ενώ ο άξονας Y τις προβλεπόμενες τιμές του μοντέλου με το μέγεθος zpred (Standard Predicted Value).



Διάγραμμα 5.3: Συσχέτιση και διασπορά σφαλμάτων στο Μοντέλο 1

Συνοψίζοντας, στο διάγραμμα δεν παρατηρείται συσχέτιση μεταξύ των τιμών των σφαλμάτων. Αξίζει να αναφερθεί πως η διασπορά του σφάλματος είναι εξαρτώμενη από το συντελεστή προσδιορισμού  $R^2$ . Όσο υψηλότερο είναι το  $R^2$  τόσο μικρότερη είναι η διασπορά του σφάλματος και επιτυγχάνεται περισσότερο η πρόβλεψη βασισόμενη στην ευθεία παλινδρόμησης.

### 5.3.3 Σχολιασμός αποτελεσμάτων μοντέλου

Μέσω των αποτελεσμάτων αλλά και του μαθηματικού μοντέλου που προέκυψε στο μοντέλο 1, επισυνάπτονται οι εξής παρατηρήσεις:

- Το πρόσημο της μεταβλητής «**duration**» στο γενικό μοντέλο πρόβλεψης της απότομης επιτάχυνσης σε υπεραστική οδό εμφανίζεται αρνητικό και ίσο με  $-0,00003$ . Αυτό σημαίνει πως όσο αυξάνεται η διάρκεια οδήγησης, τόσο μειώνεται ο λογάριθμος της απότομης επιτάχυνσης σε υπεραστική οδό. Πρακτικά σημαίνει πως πολλές απότομες επιταχύνσεις παρατηρούνται σε ταξίδια μικρότερης χρονικής διάρκειας. Αυτό έχει ως αντίκτυπο, οι οδηγοί να πραγματοποιούν τις διαδρομές τους πιο ομαλά.
- Η μεταβλητή «**speed\_rural\_avg**» έχει αρνητικό πρόσημο και ίσο με  $-0,004$  που σημαίνει ότι όσο αυξάνεται η μέση ταχύτητα που αναπτύσσει ο οδηγός σε υπεραστική οδό τόσο μειώνεται και ο λογάριθμος της απότομης επιτάχυνσης. Η μείωση των απότομων συμβάντων έχει ως αποτέλεσμα την αποφυγή της αύξησης της απότομης επιτάχυνσης. Έχοντας προσεκτική οδήγηση, επιδιώκεται η μείωση των απότομων συμβάντων και κατ' επέκταση των τροχαίων ατυχημάτων.
- Η μεταβλητή «**dec\_avg**» έχει αρνητικό πρόσημο και ίσο με  $-0,132$  που σημαίνει ότι όσο αυξάνεται η μέση επιβράδυνση, μειώνεται ο λογάριθμος της απότομης επιτάχυνσης σε υπεραστική οδό. Πρακτικά σημαίνει πως οι περισσότερες απότομες επιταχύνσεις εντοπίζονται σε διαδρομές που δεν σημειώνουν έντονες επιβραδύνσεις, και είναι λογικό.
- Η μεταβλητή «**mbu\_rural/yes-no**» έχει θετικό πρόσημο και ίσο με  $0,254$  που σημαίνει ότι όσο περισσότερο ο οδηγός χρησιμοποιεί το κινητό τηλέφωνο κατά τη διάρκεια οδήγησης, τόσο μεγαλύτερος είναι ο λογάριθμος της απότομης επιτάχυνσης σε μια υπεραστική οδό.
- Η μεταβλητή «**age**» εμφανίζεται στο μοντέλο απότομης επιτάχυνσης με αρνητικό πρόσημο έχοντας ως τιμή ίση με  $-0,012$ . Αυτό σημαίνει πως όσο μεγαλύτερης ηλικίας είναι ένας οδηγός, τόσο μειώνεται ο λογάριθμος της απότομης επιτάχυνσης. Συμπερασματικά, προκύπτει ότι οι πιο πολλές απότομες επιταχύνσεις σημειώνονται σε νεαρούς οδηγούς με ηλικιακό εύρος.
- Η μεταβλητή «**gender**» εμφανίζεται στο μοντέλο απότομης επιτάχυνσης με αρνητικό πρόσημο και συγκεκριμένα έχει τη τιμή  $-0,130$ . Αυτό σημαίνει πως όσο αυξάνεται αυτή η μεταβλητή, μειώνεται ο λογάριθμος της απότομης επιτάχυνσης. Στη περίπτωση αυτή, το αρνητικό πρόσημο δηλώνει ότι οι γυναίκες (τιμή 2 της μεταβλητής) παρουσιάζουν χαμηλότερη απότομη επιτάχυνση από εκείνη των ανδρών (τιμή 1 της μεταβλητής). Το συμπέρασμα αυτό επιβεβαιώνει τα αποτελέσματα της διεθνούς βιβλιογραφίας, που διαχωρίζουν τα δύο φύλα ως προς την οδηγική τους συμπεριφορά, με τις γυναίκες στην πλειοψηφία τους να θεωρούνται πιο επιφυλακτικές και να οδηγούν πιο ομαλά σε σύγκριση με τους άνδρες.
- Η μεταβλητή «**distance\_rural**» αντιπροσωπεύει την απόσταση διαδρομής σε υπεραστική οδό και παρουσιάζει αρνητική τιμή  $-0,027$ . Αυτό σημαίνει πως όσο αυξάνεται η διάπληξη απόσταση σε μια υπεραστική οδό, μειώνεται ο λογάριθμος της απότομης επιτάχυνσης. Ως εκ τούτου, οι μικρότερες αποστάσεις διαδρομών παρατηρούνται από οδηγούς που ήταν ιδιαίτερα πιο προσεκτικοί και δεν σημείωσαν έντονες απότομες επιταχύνσεις.

### 5.3.4 Σχετική επιρροή των μεταβλητών στο Μοντέλο 1 – Γενικό

Ο δείκτης συνολικής επίδοσης αναλύεται διεξοδικά και υπολογίζεται ο βαθμός επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη μεταβλητή. Ο **βαθμός επιρροής** των ανεξάρτητων μεταβλητών εκφράζεται ποσοτικά μέσω του μεγέθους της σχετικής επιρροής. Ο υπολογισμός αυτός βασίζεται στη θεωρία ελαστικότητας και αντιπροσωπεύει την ευαισθησία της εξαρτημένης μεταβλητής Y στη μεταβολή μιας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών.

Η ελαστικότητα δεν εξαρτάται από τις μονάδες μέτρησης των μεταβλητών, είναι αδιάστατο μέγεθος. Η αύξηση μιας ανεξάρτητης μεταβλητής επιφέρει αύξηση ή μείωση στην εξαρτημένη και προσδιορίζεται σε συνδυασμό με το πρόσημο των συντελεστών.

Η σχέση της σχετικής επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών του μοντέλου που αναπτύχθηκε παρουσιάζεται παρακάτω:

$$ei = \left( \frac{\Delta Yi}{\Delta Xi} \right) * \left( \frac{Xi}{Yi} \right) = \beta i * \left( \frac{Xi}{Yi} \right)$$

Ο υπολογισμός της σχετικής επιρροής είχε ως ακολούθως για κάθε μια από τις ανεξάρτητες μεταβλητές των μοντέλων. Η στήλη της σχετικής επιρροής κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής βασίστηκε στη σχέση

$$ei = \beta i \frac{Xi}{Yi}$$

Όπου  $\beta i$ : ο συντελεστής εξεταζόμενης μεταβλητής,  $Xi$ : η τιμή της και  $Yi$ : τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής.

Στην έννοια μιας συνεχούς μεταβλητής, έχει νόημα και η έννοια της επιρροής. Η παραπάνω σχέση εφαρμόζεται αποκλειστικά και μόνο σε **συνεχείς μεταβλητές**. Ωστόσο, προκειμένου να συγκριθούν οι μεταβλητές του μοντέλου στην επιρροή που εμφανίζουν στην εξαρτημένη μεταβλητή, συνίσταται η **έννοια της ψευδοελαστικότητας** διακριτών μεταβλητών. Η έννοια αυτή περιγράφει τη μεταβολή στην τιμή της πιθανότητας της επιλογής κατά τη μετάβαση της διακριτής μεταβλητής στην άλλη. Η τιμή της ψευδοελαστικότητας για διακριτές μεταβλητές υπολογίζεται από τον εξής τύπο:

$$E_{xink}^{Pi} = e^{\beta ik} \frac{\sum_{i=1}^1 e^{\beta i xn}}{\sum_{i=1}^1 e^{\Delta(\beta i xn)}} - 1$$

όπου I είναι το πλήθος των πιθανών επιλογών,  $xink$  είναι η τιμή της μεταβλητής k για την εναλλακτική i του ατόμου n,  $\Delta(\beta i xn)$  είναι η τιμή της συνάρτησης που καθορίζει την κάθε επιλογή αφού η τιμή της  $xnk$  έχει μεταβληθεί από 0 σε 1,  $\beta i xn$  είναι η αντίστοιχη τιμή όταν η  $xink$  έχει την τιμή 0,  $\beta ik$  είναι η τιμή της παραμέτρου της μεταβλητής  $xink$ .

Η συγκεντρωτική ελαστικότητα (aggregate elasticity) εφαρμόζεται από τη σχέση:

$$E_{xik}^{P(i)} = \frac{\sum_{n=1}^N Pn(i) E_{xink}^{Pn(i)}}{\sum_{n=1}^N Pn(i)}$$

Έτσι η συγκεντρωτική ελαστικότητα του δείγματος στη συγκεκριμένη μεταβολή υπολογίζεται ως ο σταθμισμένος μέσος όρος των εξατομικευμένων ελαστικοτήτων με βάση τις αντίστοιχες πιθανότητες επιλογής (Ben-Akiva & Lerman, 1985).

Στη συνέχεια παρουσιάζεται ο πίνακας με το **είδος και το μέγεθος της επιρροής** κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής στην εξαρτημένη για συνεχείς και διακριτές μεταβλητές. Στη στήλη  $ei^*$  παρουσιάζεται ο βαθμός της σχετικής επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών ως προς την επιρροή εκείνης της μεταβλητής που επηρεάζει λιγότερο την εξαρτημένη.

Πίνακας 5.5.: Ελαστικότητες και σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών στο γενικό μοντέλο

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Ελαστικότητα $ei$	Σχετική επιρροή $ei^*$
<b>mbu_rural/yes-no</b>	-0.194	12.083
<b>duration</b>	-0.137	8.525
<b>speed_rural_avg</b>	0.161	-9.991
<b>dec_avg</b>	-0.0161	1.000
<b>distance_rural</b>	-0.189	11.740
<b>gender</b>	-0.074	4.613
<b>age</b>	0.022	-1.386

Εξετάζοντας τις παραπάνω σχετικές επιρροές των ανεξάρτητων μεταβλητών στο γενικό μοντέλο της απότομης επιτάχυνσης σε υπεραστική οδό, παρατηρούνται τα εξής:

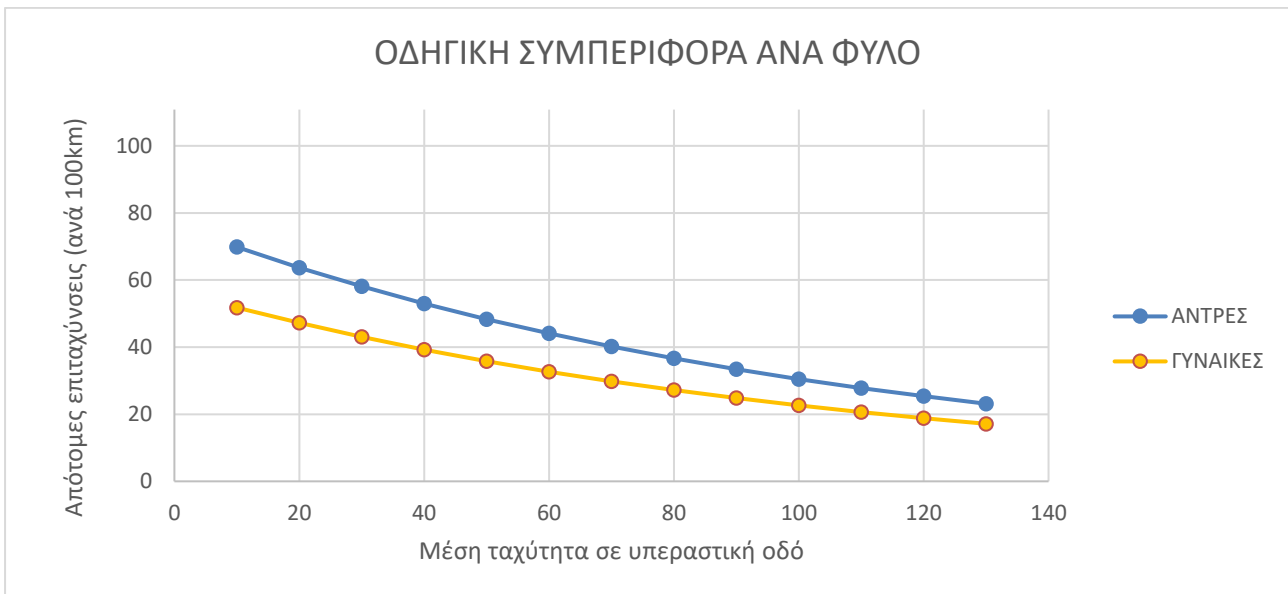
- Η επιρροή της μεταβλητής «**mbu\_rural/yes-no**» είναι η μεγαλύτερη σε σύγκριση με όλες τις υπόλοιπες ανεξάρτητες μεταβλητές. Αυτό δείχνει τη σημαντικότητα του αριθμού των απότομων επιταχύνσεων στο δείκτη συνολικής επίδοσης και στην οδηγική συμπεριφορά. Η τιμή της επιρροής είναι -0,194. Αυτό πρακτικά σημαίνει πως η χρήση κινητού τηλεφώνου επηρεάζει το μοντέλο 12 φορές περισσότερο σε σύγκριση με τη μικρότερη επιρροή.
- Η επιρροή της μεταβλητής «**dec\_avg**» εμφανίζει τη μικρότερη επιρροή στο γενικό μοντέλο. Συγκεκριμένα, σε σχέση με την μεταβλητή με τη μεγαλύτερη επιρροή, επηρεάζει το μοντέλο 12 φορές λιγότερο.
- Η επιρροή της μεταβλητής «**distance\_rural**» είναι η δεύτερη μεγαλύτερη σε σύγκριση με όλες τις υπόλοιπες ανεξάρτητες μεταβλητές και είναι μόνο 0,34 φορές μικρότερη σε σχέση με τη μεγαλύτερη επιρροή.
- Η επιρροή της μεταβλητής «**speed\_rural\_avg**» είναι 9 φορές μεγαλύτερη σε σύγκριση με τη μεταβλητή «**dec\_avg**» ενώ είναι και 3 φορές μικρότερη σε σχέση με τη μεταβλητή «**mbu\_rural/yes-no**».
- Η επιρροή της μεταβλητής «**duration**» στο γενικό μοντέλο πρόβλεψης της απότομης επιτάχυνσης σε υπεραστική οδό είναι 8 φορές μεγαλύτερη σε σύγκριση με την μικρότερη επιρροή και 4 φορές μικρότερη σε σχέση με τη μεταβλητή «**mbu\_rural/yes-no**».

- Η επιρροή της μεταβλητής «gender» είναι η πέμπτη μικρότερη επιρροή στο μοντέλο κατανάλωσης καυσίμου εμφανίζοντας επιρροή 4,5 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με τη μικρότερη μεταβλητή.
- Η επιρροή της μεταβλητής «age» είναι μόνο 11 φορές μικρότερη σε σχέση με τη μεγαλύτερη επιρροή.

### 5.3.5 Ανάλυση ευαισθησίας

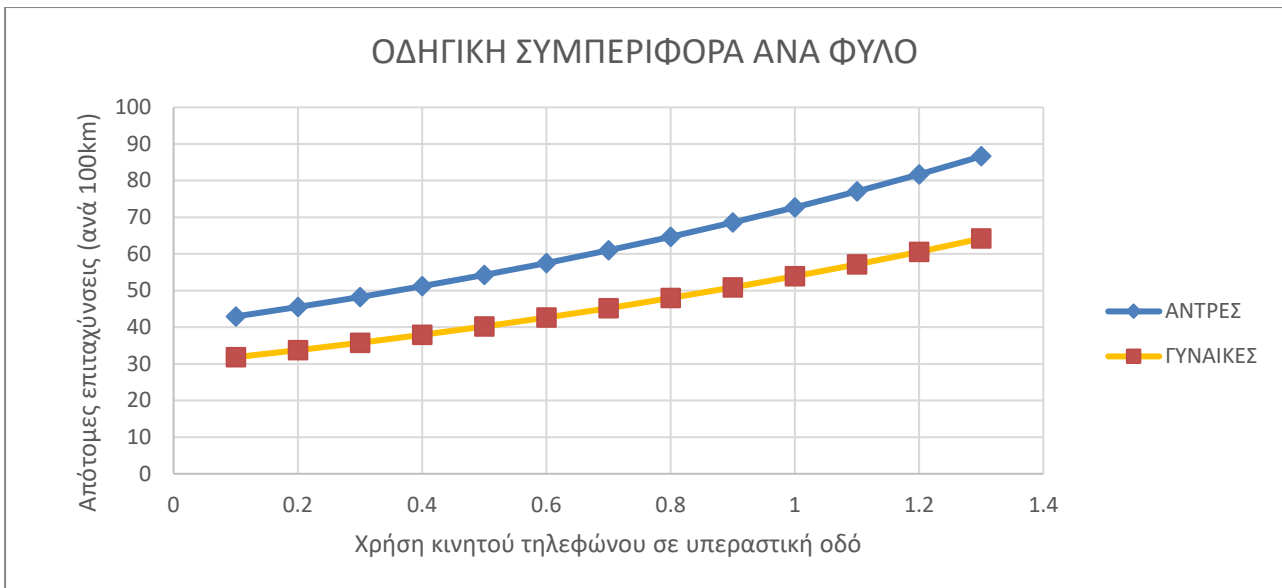
Στο υποκεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται μερικά διαγράμματα ευαισθησίας με σκοπό την **άμεση κατανόηση της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη**, που προβλέπει το μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης. Τα διαγράμματα αυτά, περιγράφουν την ευαισθησία της εξαρτημένης μεταβλητής όπου εξετάζεται (απότομη επιτάχυνση σε υπεραστική οδό) όταν **μεταβάλλεται μια εκ των ανεξάρτητων συνεχών μεταβλητών και οι υπόλοιπες παραμένουν σταθερές**.

Απεικονίζονται μερικά διαγράμματα που αφορούν την υπεραστική οδό για το γενικό μοντέλο που προβλέπει την απότομη επιτάχυνση.

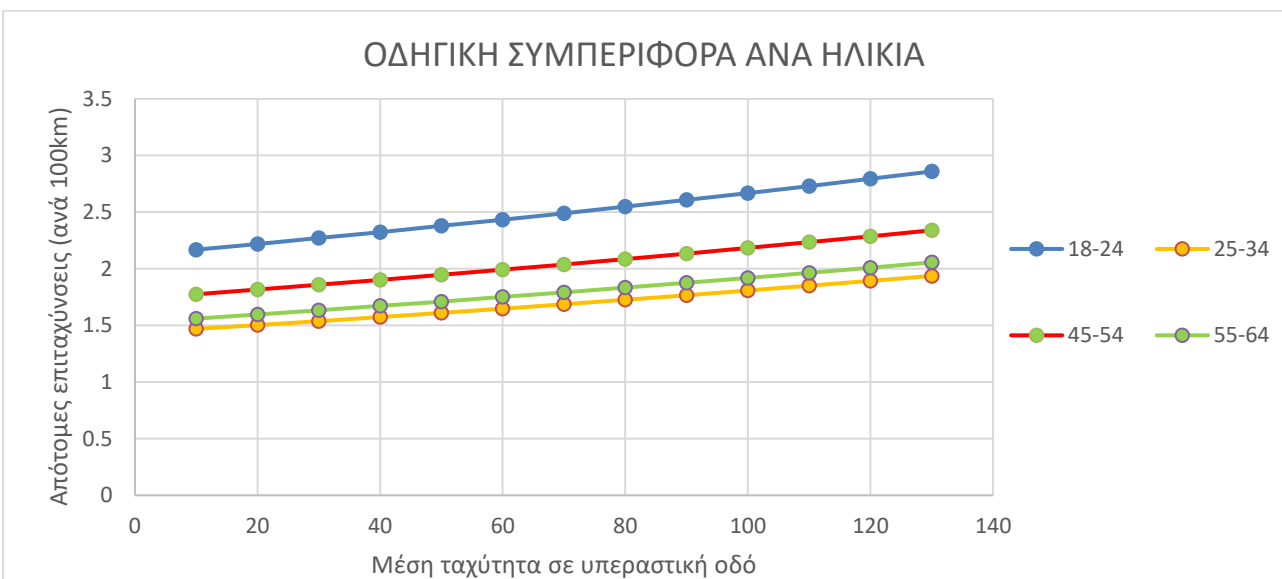


Διάγραμμα 5.4.: Μεταβολή της απότομης επιτάχυνσης συναρτήσει της μέσης ταχύτητας σε υπεραστική οδό ανάλογα με το φύλο





Διάγραμμα 5.5.: Μεταβολή της απότομης επιτάχυνσης συναρτήσει της χρήσης κινητού τηλεφώνου σε υπεραστική οδό ανάλογα με το φύλο



Διάγραμμα 5.6.: Μεταβολή της απότομης επιτάχυνσης συναρτήσει της μέσης ταχύτητας σε υπεραστική οδό ανάλογα με την ηλικία

### Συνολικός σχολιασμός διαγραμμάτων

Συμπεραίνουμε ότι σε όλες τις περιπτώσεις, όποια μεταβλητή και να αλλάξει, προκύπτουν σχεδόν παράλληλες καμπύλες. Όσο **αυξάνεται η μέση ταχύτητα** καθώς και **η χρήση κινητού τηλεφώνου ανάλογα με το φύλο και την ηλικία**, τόσο **αυξάνονται οι απότομες επιταχύνσεις σε υπεραστική οδό**. Η διαφορά των καμπύλων μεγαλώνει, όσο αυξάνεται η τιμή της εκάστοτε ανεξάρτητης μεταβλητής ενώ αντίθετα μειώνεται, όσο αυξάνεται η τιμή της εκάστοτε ανεξάρτητης μεταβλητής.

Επιπλέον, μέσω των διαγραμμάτων επισημαίνεται ότι **οι γυναίκες εμφανίζουν πιο προσεκτική οδήγηση** σε αντίθεση με τους άντρες, οι οποίοι φαίνεται να οδηγούν επιθετικότερα, σημειώνοντας περισσότερες διακυμάνσεις στη μέση ταχύτητα οδήγησης. Μάλιστα, αξιοσημείωτο είναι το γεγονός πως **η υψηλή επιθετικότητα σε υπεραστική οδό σημειώθηκε από οδηγούς που έκαναν έντονη χρήση κινητού τηλεφώνου** κατά τη διάρκεια οδήγησης, ενώ γίνεται επίσης αντιληπτό πως **οδηγοί νεαρότερης ηλικίας παρουσίασαν τις πιο έντονες απότομες επιταχύνσεις** καθώς τείνουν να είναι πιο ‘ατίθασοι’ οδηγοί σε σύγκριση με τα υπόλοιπα ηλικιακά εύρη.

## 5.4 Μοντέλο 2: Πρόβλεψη απότομης επιτάχυνσης σε αυτοκινητόδρομο

### 5.4.1 Ανάπτυξη μοντέλου

Ύστερα από **πολλές δοκιμές**, για να επιλεγεί το μοντέλο ώστε να εκφραστούν όσο το δυνατόν πιο αξιόπιστα οι παράγοντες που επηρεάζουν την απότομη επιτάχυνση ( $\log_{10} a_{100\text{km\_highway}}$ ) σε αυτοκινητόδρομο, προέκυψε εκείνο με εξαρτημένη μεταβλητή την απότομη επιτάχυνση σε αυτοκινητόδρομο και ανεξάρτητες μεταβλητές:

- ❖ Duration: συνολική διάρκεια διαδρομής (sec)
- ❖ Speed\_highway\_avg: μέση ταχύτητα σε υπεραστική οδό (km/h)
- ❖ Dec\_avg: μέση επιβράδυνση (km/h/s)
- ❖ Mbu\_highway/yes-no: χρήση κινητού τηλεφώνου κατά τη διάρκεια της οδήγησης σε αυτοκινητόδρομο (κατηγορική μεταβλητή)
- ❖ Age: ηλικία συμμετεχόντων
- ❖ Gender: φύλο συμμετεχόντων
- ❖ Distance\_highway: απόσταση διαδρομής σε υπεραστική οδό (km)

Οι συσχετίσεις των μεταβλητών και τα αποτελέσματα για την ακρίβεια που προσφέρει το μοντέλο φαίνονται στη συνέχεια.

		Correlations						
		duration	dec_avg	age	gender	speed_highway_avg	mbu_highway/yes-no	distance_highway
duration	Pearson Correlation	1	.173**	-.034**	-.005	.030	.220**	.440**
	Sig. (2-tailed)		.000	.000	.448	.072	.000	.000
	N	25899	25899	25899	25899	3599	25899	3597
dec_avg	Pearson Correlation	.173**	1	-.124**	-.098**	.076**	.081**	.330**
	Sig. (2-tailed)	.000		.000	.000	.000	.000	.000
	N	25899	25899	25899	25899	3599	25899	3597
age	Pearson Correlation	-.034**	-.124**	1	.238**	-.016	-.035**	.049**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000		.000	.350	.000	.003
	N	25899	25899	25899	25899	3599	25899	3597
gender	Pearson Correlation	-.005	-.098**	.238**	1	-.055**	-.027**	.034*
	Sig. (2-tailed)	.448	.000	.000		.001	.000	.040
	N	25899	25899	25899	25899	3599	25899	3597
speed_highway_avg	Pearson Correlation	.030	.076**	-.016	-.055**	1	-.014	.085**
	Sig. (2-tailed)	.072	.000	.350	.001		.411	.000
	N	3599	3599	3599	3599	3599	3599	3597
mbu_highway/yes-no	Pearson Correlation	.220**	.081**	-.035**	-.027**	-.014	1	.218**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.411		.000
	N	25899	25899	25899	25899	3599	25899	3597
distance_highway	Pearson Correlation	.440**	.330**	.049**	.034*	.085**	.218**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.003	.040	.000	.000	
	N	3597	3597	3597	3597	3597	3597	3597

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).  
\* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Πίνακας 5.6.: Συσχετίσεις ανεξάρτητων μεταβλητών – Μοντέλο 2

Model Summary <sup>b</sup>				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.742 <sup>a</sup>	.551	.547	.4263866236

a. Predictors: (Constant), distance\_highway, age, mbu\_highway/yes-no, speed\_highway\_avg, gender, duration, dec\_avg  
b. Dependent Variable: logha100km\_highway

Πίνακας 5.7.: Περίληψη μοντέλου (Model Summary) – Μοντέλο 2

ANOVA <sup>a</sup>						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	213.502	7	30.500	167.763	.000 <sup>b</sup>
	Residual	174.170	958	.182		
	Total	387.672	965			

a. Dependent Variable: logha100km\_highway  
b. Predictors: (Constant), distance\_highway, age, mbu\_highway/yes-no, speed\_highway\_avg, gender, duration, dec\_avg

Πίνακας 5.8.: Ανάλυση Διασποράς (ANOVA)– Μοντέλο 2

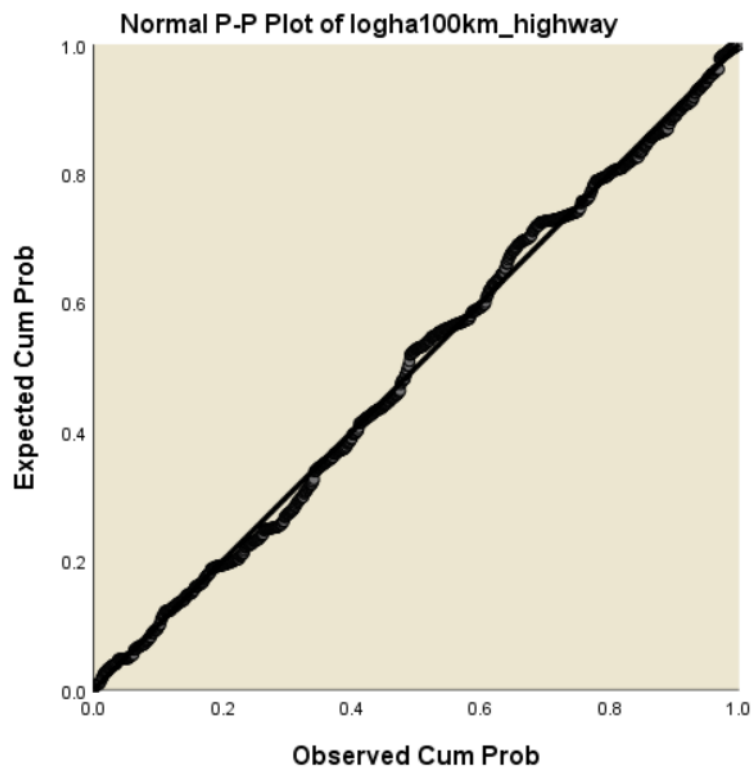
Coefficients <sup>a</sup>						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	.808	.082		9.915	.000
	duration	-2.419E-5	.000	-.075	-2.988	.003
	dec_avg	-.410	.036	-.290	-11.315	.000
	age	.046	.019	.055	2.418	.016
	gender	-.069	.034	-.048	-2.061	.040
	speed_highway_avg	-.001	.000	-.055	-2.507	.012
	mbu_highway/yes-no	.281	.029	.221	9.603	.000
	distance_highway	-.008	.000	-.478	-17.778	.000

a. Dependent Variable: logha100km\_highway

Πίνακας 5.9.: Μεταβλητές στην εξίσωση – Μοντέλο 2

Η μαθηματική σχέση του μοντέλου που προέκυψε είναι:

$$\text{logha100km\_highway} = 0,808 - 0,00002419*\text{duration} - 0,410*\text{dec\_avg} + 0,046*\text{age} - 0,069*\text{gender} - 0,001*\text{speed\_highway\_avg} + 0,281*\text{mbu\_highway/yes-no} - 0,008*\text{distance\_highway}$$



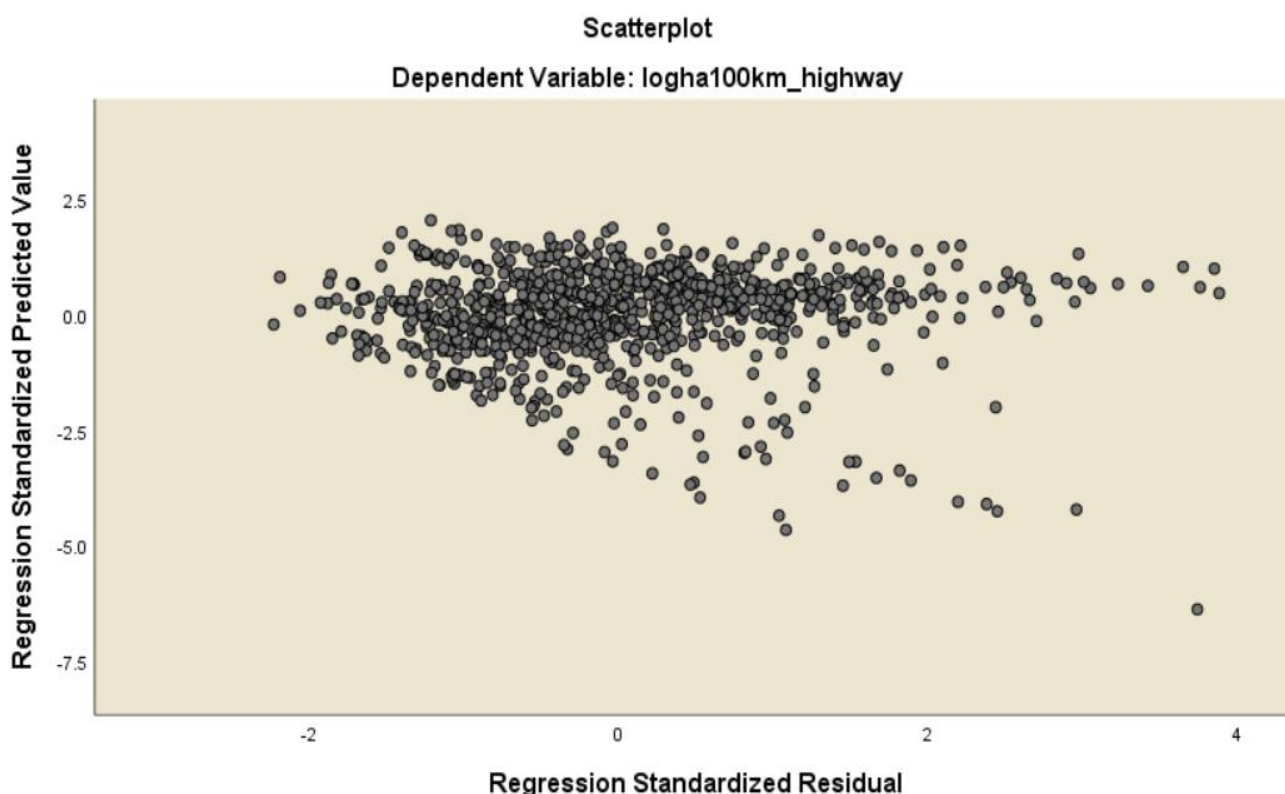
Διάγραμμα 5.10.: Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος για το Μοντέλο 2

#### 5.4.2 Ποιότητα μοντέλου

Στο παραπάνω μοντέλο τηρούνται όλοι οι έλεγχοι που χρειάζονται, πιο αναλυτικά:

- ✓ Ο συντελεστής συσχέτισης  $R^2$  είναι ίσος με 0,551 άρα και αρκετά ικανοποιητικός
- ✓ Οι σταθεροί όροι ( $\beta_i$ ) είναι μικροί
- ✓ Ο έλεγχος του t να είναι μεγαλύτερος από 1,7 για κάθε ανεξάρτητη μεταβλητή

Ένας επιπλέον έλεγχος είναι αυτός που απεικονίζεται παρακάτω, στον οποίο ο άξονας X αντιπροσωπεύει τα τυπικά σφάλματα με το μέγεθος zresid (Standard Residual), ενώ ο άξονας Y τις προβλεπόμενες τιμές του μοντέλου με το μέγεθος zpred (Standard Predicted Value).



Διάγραμμα 5.11.: Συσχέτιση και διασπορά σφαλμάτων στο Μοντέλο 2

#### 5.4.3 Σχολιασμός αποτελεσμάτων μοντέλου

Μέσω των αποτελεσμάτων αλλά και του μαθηματικού μοντέλου που προέκυψε στο μοντέλο 1, επισυνάπτονται οι εξής παρατηρήσεις:

- Το πρόσημο της μεταβλητής «**duration**» στο γενικό μοντέλο πρόβλεψης της απότομης επιτάχυνσης σε υπεραστική οδό εμφανίζεται αρνητικό και ίσο με  $-0,00002419$ . Αυτό σημαίνει πως όσο αυξάνεται η διάρκεια οδήγησης, τόσο μειώνεται ο λογάριθμος της απότομης επιτάχυνσης σε έναν αυτοκινητόδρομο. Πρακτικά σημαίνει πως πολλές απότομες επιταχύνσεις παρατηρούνται σε ταξίδια μικρότερης χρονικής διάρκειας. Αυτό έχει ως αντίκτυπο, οι οδηγοί να πραγματοποιούν τις διαδρομές τους πιο ομαλά.

- Η μεταβλητή «**dec\_avg**» έχει αρνητικό πρόσημο και ίσο με -0,410 που σημαίνει ότι όσο αυξάνεται η μέση επιβράδυνση, μειώνεται ο λογάριθμος της απότομης επιτάχυνσης σε έναν αυτοκινητόδρομο. Πρακτικά σημαίνει πως οι περισσότερες απότομες επιταχύνσεις εντοπίζονται σε διαδρομές που δεν σημειώνουν έντονες επιβραδύνσεις, και είναι λογικό.
- Η μεταβλητή «**age**» εμφανίζεται στο μοντέλο απότομης επιτάχυνσης με θετικό πρόσημο έχοντας ως τιμή ίση με 0,046. Αυτό σημαίνει πως όσο μεγαλύτερης ηλικίας είναι ένας οδηγός, τόσο αυξάνεται ο λογάριθμος της απότομης επιτάχυνσης σε αυτοκινητόδρομο. Συμπερασματικά, προκύπτει ότι οι πιο πολλές απότομες επιταχύνσεις σε αυτοκινητόδρομο σημειώνονται σε νεαρούς οδηγούς με μεγάλο ηλικιακό εύρος.
- Η μεταβλητή «**gender**» εμφανίζεται στο μοντέλο απότομης επιτάχυνσης με αρνητικό πρόσημο και συγκεκριμένα έχει τη τιμή -0,069. Αυτό σημαίνει πως όσο αυξάνεται αυτή η μεταβλητή, μειώνεται ο λογάριθμος της απότομης επιτάχυνσης. Στη περίπτωση αυτή, το αρνητικό πρόσημο δηλώνει ότι οι γυναίκες (τιμή 2 της μεταβλητής) παρουσιάζουν χαμηλότερη απότομη επιτάχυνση από εκείνη των ανδρών (τιμή 1 της μεταβλητής). Το συμπέρασμα αυτό επιβεβαιώνει τα αποτελέσματα της διεθνούς βιβλιογραφίας, που διαχωρίζουν τα δύο φύλα ως προς την οδηγική τους συμπεριφορά, με τις γυναίκες στην πλειοψηφία τους να θεωρούνται πιο επιφυλακτικές και να οδηγούν πιο ομαλά σε σύγκριση με τους άνδρες.
- Η μεταβλητή «**speed\_highway\_avg**» έχει αρνητικό πρόσημο και ίσο με -0,001 που σημαίνει ότι όσο αυξάνεται η μέση ταχύτητα που αναπτύσσει ο οδηγός σε αυτοκινητόδρομο, τόσο μειώνεται και ο λογάριθμος της απότομης επιτάχυνσης. Η μείωση των απότομων συμβάντων έχει ως αποτέλεσμα την αποφυγή της αύξησης της απότομης επιτάχυνσης. Έχοντας προσεκτική οδήγηση, επιδιώκεται η μείωση των απότομων συμβάντων και κατ' επέκταση των τροχαίων ατυχημάτων.
- Η μεταβλητή «**mbu\_highway/yes-no**» έχει θετικό πρόσημο και ίσο με 0,281 που σημαίνει ότι όσο περισσότερο ο οδηγός χρησιμοποιεί το κινητό τηλέφωνο κατά τη διάρκεια οδήγησης, τόσο μεγαλύτερος είναι ο λογάριθμος της απότομης επιτάχυνσης σε αυτοκινητόδρομο.
- Η μεταβλητή «**distance\_highway**» αντιπροσωπεύει την απόσταση διαδρομής σε έναν αυτοκινητόδρομο και παρουσιάζει αρνητική τιμή -0,008. Αυτό σημαίνει πως όσο αυξάνεται η διάνθησα απόσταση σε έναν αυτοκινητόδρομο, μειώνεται ο λογάριθμος της απότομης επιτάχυνσης. Ως εκ τούτου, οι μικρότερες αποστάσεις διαδρομών παρατηρούνται από οδηγούς που ήταν ιδιαίτερα πιο προσεκτικοί και δεν σημείωσαν έντονες απότομες επιταχύνσεις.

#### 5.4.4 Σχετική επιρροή των μεταβλητών στο Μοντέλο 2

Παρουσιάζεται ο πίνακας με το **είδος και το μέγεθος της επιρροής** κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής στην εξαρτημένη για συνεχείς και διακριτές μεταβλητές. Στη στήλη  $ei^*$  παρουσιάζεται ο βαθμός της σχετικής επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών ως προς την επιρροή εκείνης της μεταβλητής που επηρεάζει λιγότερο την εξαρτημένη.

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Ελαστικότητα $\epsilon_i$	Σχετική επιρροή $\epsilon_i^*$
<b>mbu_highway/yes-no</b>	-0.208	4.636
<b>dec_avg</b>	0.283	-6.300
<b>speed_highway_avg</b>	-0.092	2.041
<b>distance_highway</b>	-0.427	9.501
<b>duration</b>	-0.084	1.863
<b>gender</b>	-0.067	1.483
<b>age</b>	-0.045	1.000

Πίνακας 5.10.: Ελαστικότητες και σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών στο μοντέλο για αυτοκινητόδρομο

Εξετάζοντας τις παραπάνω σχετικές επιρροές των ανεξάρτητων μεταβλητών στο γενικό μοντέλο της απότομης επιτάχυνσης σε υπεραστική οδό, παρατηρούνται τα εξής:

- Η επιρροή της μεταβλητής «**distance\_highway**» είναι η μεγαλύτερη σε σύγκριση με όλες τις υπόλοιπες ανεξάρτητες μεταβλητές. Αυτό δείχνει τη σημαντικότητα της διαδρομής στο δείκτη οδηγικής συμπεριφοράς και στην απότομη επιτάχυνση. Η διαδρομή που διανύει ο κάθε οδηγός φαίνεται ότι επηρεάζει την απότομη επιτάχυνση στον αυτοκινητόδρομο περισσότερο από κάθε άλλη μεταβλητή, διότι σε αυτόν τον τύπο οδού οι διαδρομές που αναπτύσσονται είναι ιδιαίτερα υψηλές. Η τιμή της επιρροής είναι 0,427.
- Η μεταβλητή «**age**» εμφανίζει τη μικρότερη επιρροή στο μοντέλο για αυτοκινητόδρομο. Συγκεκριμένα, σε σχέση με τη μεταβλητή με τη μεγαλύτερη επιρροή, επηρεάζει το μοντέλο 9,5 φορές λιγότερο.
- Η επιρροή της μεταβλητής «**mbu\_highway /yes-no**» είναι 4,6 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με τη μικρότερη επιρροή και 5 φορές μικρότερη σε σύγκριση με τη μεταβλητή «**distance\_highway**».
- Η επιρροή της μεταβλητής «**dec\_avg**» είναι η δεύτερη μεγαλύτερη σε σύγκριση με όλες τις υπόλοιπες ανεξάρτητες μεταβλητές και είναι μόνο 3,2 φορές μικρότερη σε σχέση με τη μεγαλύτερη επιρροή. Μάλιστα, είναι 6,3 φορές μεγαλύτερη σε σύγκριση με τη μεταβλητή «**age**».
- Η επιρροή της μεταβλητής «**speed\_highway\_avg**» είναι 2 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με τη μικρότερη επιρροή και 7,5 φορές μικρότερη σε σύγκριση με τη μεταβλητή «**distance\_highway**».
- Η επιρροή της μεταβλητής «**duration**» στο γενικό μοντέλο πρόβλεψης της απότομης επιτάχυνσης σε υπεραστική οδό είναι 1,86 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με τη μικρότερη επιρροή και 7,6 φορές μικρότερη σε σύγκριση με τη μεταβλητή «**distance\_highway**».

- Η επιρροή της μεταβλητής «gender» είναι 1,4 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με τη μικρότερη επιρροή.

## 5.5 Μοντέλο 3: Πρόβλεψη απότομης επιβράδυνσης σε υπεραστική οδό

### 5.5.1 Ανάπτυξη μοντέλου

Ύστερα από **εκτενείς προσπάθειες** και δοκιμές, ως καλύτερο μοντέλο για να εκφραστούν οι παράγοντες που επηρεάζουν την απότομη επιτάχυνση σε υπεραστική οδό (loghb100km\_rural) προέκυψε τελικά εκείνο το μοντέλο με την εξαρτημένη μεταβλητή να είναι η απότομη επιτάχυνση σε υπεραστική οδό και οι ανεξάρτητες μεταβλητές να είναι:

- ❖ Duration: συνολική διάρκεια διαδρομής (sec)
- ❖ Dec\_avg: μέση επιβράδυνση (km/h/s)
- ❖ Distance\_rural: απόσταση διαδρομής σε υπεραστική οδό (km)
- ❖ Mbu\_rural/yes-no: χρήση κινητού τηλεφώνου κατά τη διάρκεια της οδήγησης σε υπεραστική οδό (κατηγορική μεταβλητή)
- ❖ Speed\_rural\_avg: μέση ταχύτητα σε υπεραστική οδό (km/h)
- ❖ Aggressive: επιθετική οδήγηση

Οι συσχετίσεις των μεταβλητών και τα αποτελέσματα για την ακρίβεια που προσφέρει το μοντέλο φαίνονται στη συνέχεια.

		Correlations					
		duration	dec_avg	distance_rural	mbu_rural/yes-no	speed_rural_avg	aggressive
duration	Pearson Correlation	1	.173**	.506**	.223**	.179**	.013*
	Sig. (2-tailed)		.000	.000	.000	.000	.037
	N	25899	25899	20486	25899	20497	25899
dec_avg	Pearson Correlation	.173**	1	.239**	.035**	.122**	-.096**
	Sig. (2-tailed)	.000		.000	.000	.000	.000
	N	25899	25899	20486	25899	20497	25899
distance_rural	Pearson Correlation	.506**	.239**	1	.190**	.366**	.007
	Sig. (2-tailed)	.000	.000		.000	.000	.329
	N	20486	20486	20486	20486	20485	20486
mbu_rural/yes-no	Pearson Correlation	.223**	.035**	.190**	1	.059**	.055**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000		.000	.000
	N	25899	25899	20486	25899	20497	25899
speed_rural_avg	Pearson Correlation	.179**	.122**	.366**	.059**	1	.062**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000		.000
	N	20497	20497	20485	20497	20497	20497
aggressive	Pearson Correlation	.013*	-.096**	.007	.055**	.062**	1
	Sig. (2-tailed)	.037	.000	.329	.000	.000	
	N	25899	25899	20486	25899	20497	25899

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).  
\* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Πίνακας 5.11.: Συσχετίσεις ανεξάρτητων μεταβλητών – Μοντέλο 3



Model Summary <sup>b</sup>				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.683 <sup>a</sup>	.466	.466	.3049105321

a. Predictors: (Constant), aggressive, mbu\_rural/yes-no, speed\_rural\_avg, duration, dec\_avg, distance\_rural  
b. Dependent Variable: loghb100km\_rural

Πίνακας 5.12.: Περίληψη μοντέλου (Model Summary) – Μοντέλο 3

ANOVA <sup>a</sup>						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	650.611	6	108.435	1166.340	.000 <sup>b</sup>
	Residual	744.972	8013	.093		
	Total	1395.583	8019			

a. Dependent Variable: loghb100km\_rural  
b. Predictors: (Constant), aggressive, mbu\_rural/yes-no, speed\_rural\_avg, duration, dec\_avg, distance\_rural

Πίνακας 5.13.: Ανάλυση Διασποράς (ANOVA)– Μοντέλο 3

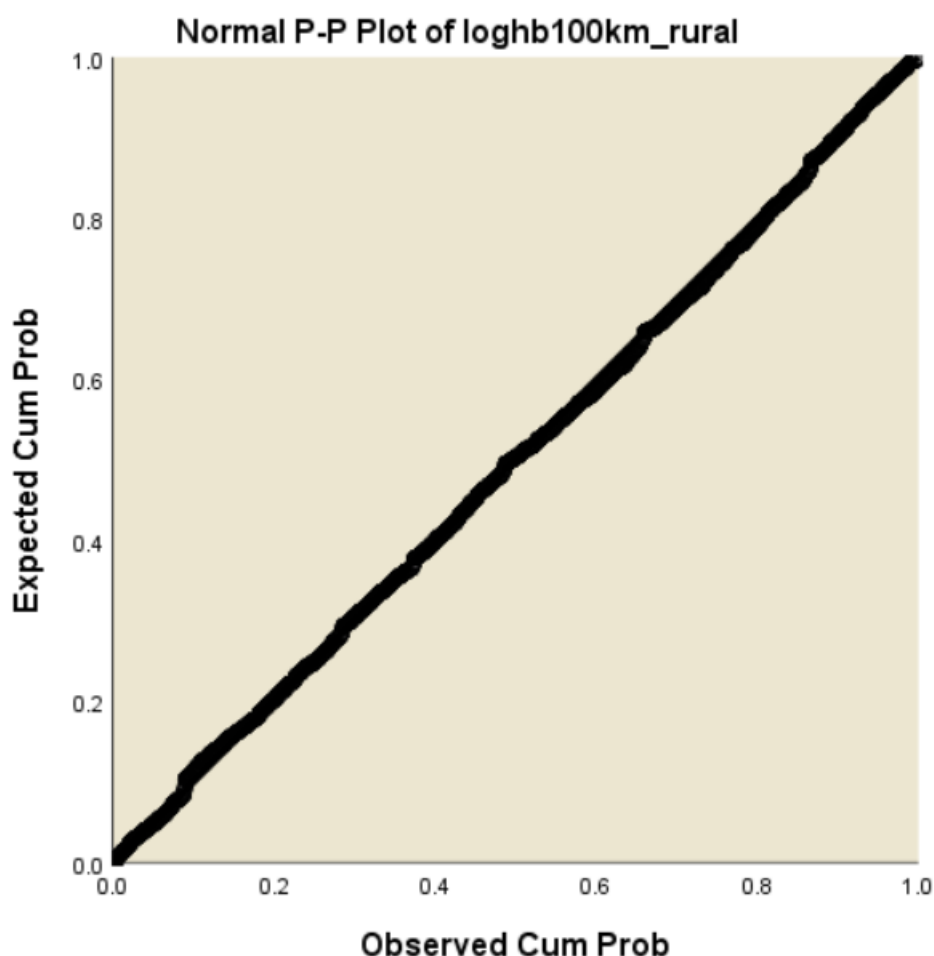
Coefficients <sup>a</sup>						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1.253	.020		62.506	.000
	duration	1.117E-5	.000	.031	3.285	.001
	dec_avg	-.323	.009	-.331	-37.301	.000
	distance_rural	-.019	.000	-.455	-45.321	.000
	mbu_rural/yes-no	-.042	.008	-.046	-5.513	.000
	speed_rural_avg	-.002	.000	-.108	-12.414	.000
	aggressive	-.017	.004	-.038	-4.588	.000

a. Dependent Variable: loghb100km\_rural

Πίνακας 5.14.: Μεταβλητές στην εξίσωση – Μοντέλο 3

Η μαθηματική σχέση του μοντέλου που προέκυψε είναι:

$$\text{Loghb100km\_rural} = 1,253 + 0,00001117*\text{duration} - 0,323*\text{dec\_avg} - 0,019*\text{distance\_rural} - 0,042*\text{mbu\_rural/yes-no} - 0,002*\text{speed\_rural\_avg} - 0,017*\text{aggressive}$$



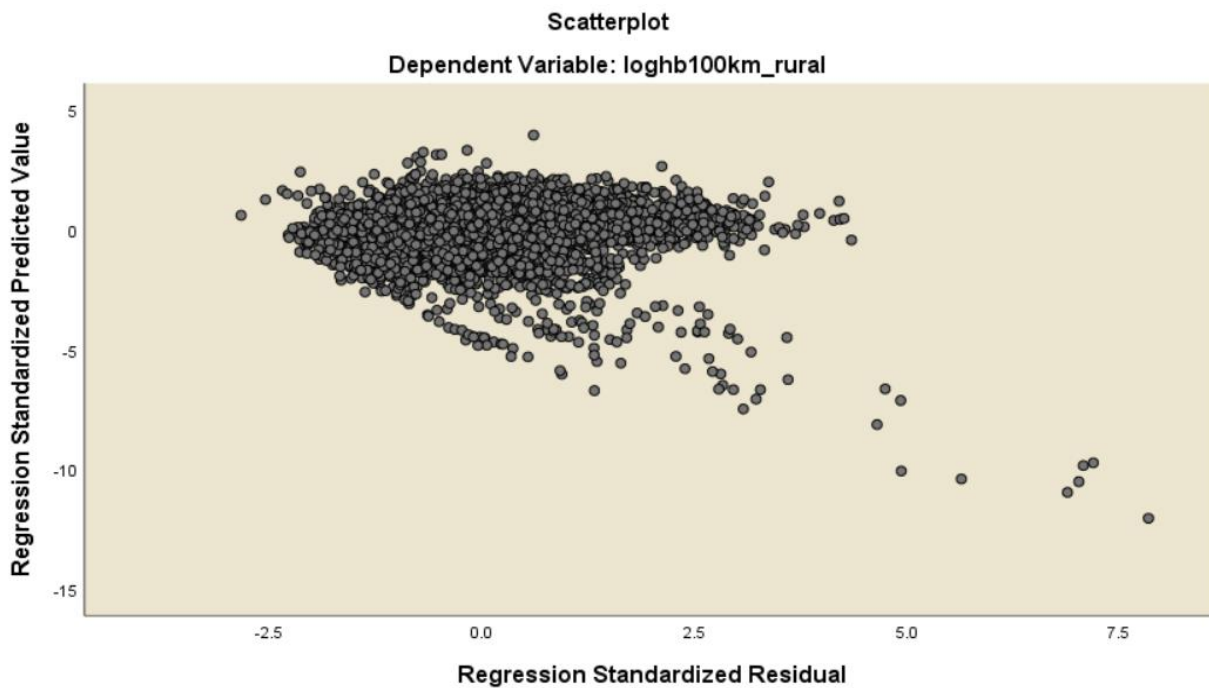
Διάγραμμα 5.11.: Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος για το Μοντέλο 3

### 5.5.2 Ποιότητα μοντέλου

Στο παραπάνω μοντέλο τηρούνται όλοι οι έλεγχοι που χρειάζονται, πιο αναλυτικά:

- ✓ Ο συντελεστής συσχέτισης R<sup>2</sup> είναι ίσος με 0,466 άρα και αρκετά ικανοποιητικός
- ✓ Οι σταθεροί όροι (β<sub>i</sub>) είναι μικροί
- ✓ Ο έλεγχος του t να είναι μεγαλύτερος από 1,7 για κάθε ανεξάρτητη μεταβλητή

Ένας ακόμη έλεγχος είναι αυτός που απεικονίζεται παρακάτω, στον οποίο ο άξονας X αντιπροσωπεύει τα τυπικά σφάλματα με το μέγεθος zresid (Standard Residual), ενώ ο άξονας Ψ τις προβλεπόμενες τιμές του μοντέλου με το μέγεθος zpred (Standard Predicted Value).



*Διάγραμμα 5.12.: Συσχέτιση και διασπορά σφαλμάτων στο Μοντέλο 3*

### 5.5.3 Σχολιασμός αποτελεσμάτων μοντέλου

Μέσω των αποτελεσμάτων αλλά και του μαθηματικού μοντέλου που προέκυψε στο μοντέλο 1, επισυνάπτονται οι εξής παρατηρήσεις:

- Το πρόσημο της μεταβλητής «**duration**» στο γενικό μοντέλο πρόβλεψης της απότομης επιβράδυνσης σε υπεραστική οδό εμφανίζεται αρνητικό και ίσο με  $-0,00001117$ . Αυτό σημαίνει πως όσο αυξάνεται η διάρκεια οδήγησης, τόσο μειώνεται ο λογάριθμος της απότομης επιβράδυνσης. Πρακτικά σημαίνει πως πολλά απότομα φρεναρίσματα παρατηρούνται σε ταξίδια μικρότερης χρονικής διάρκειας.
- Η μεταβλητή «**dec\_avg**» έχει αρνητικό πρόσημο και ίσο με  $-0,323$  που σημαίνει ότι όσο αυξάνεται η μέση επιβράδυνση, μειώνεται ο λογάριθμος του απότομου φρεναρίσματος σε υπεραστική οδό. Πρακτικά σημαίνει πως οι περισσότερες απότομες επιβραδύνσεις εντοπίζονται σε διαδρομές που δεν σημειώνουν έντονες επιταχύνσεις, και είναι λογικό.
- Η μεταβλητή «**distance\_rural**» αντιπροσωπεύει την απόσταση διαδρομής σε υπεραστική οδό και παρουσιάζει αρνητική τιμή  $-0,019$ . Αυτό σημαίνει πως όσο αυξάνεται η διάνθησα απόσταση σε μια υπεραστική οδό, μειώνεται ο λογάριθμος της απότομης επιβράδυνσης.
- Η μεταβλητή «**mbu\_rural/yes-no**» έχει αρνητικό πρόσημο και ίσο με  $-0,042$  που σημαίνει ότι όσο περισσότερο ο οδηγός χρησιμοποιεί το κινητό τηλέφωνο κατά τη διάρκεια οδήγησης, τόσο μειώνεται ο λογάριθμος της απότομης επιβράδυνσης σε μια υπεραστική οδό.

- Η μεταβλητή «**speed\_rural\_avg**» έχει αρνητικό πρόσημο και ίσο με -0.002 που σημαίνει ότι όσο αυξάνεται η μέση ταχύτητα που αναπτύσσει ο οδηγός σε υπεραστική οδό τόσο μειώνεται και ο λογάριθμος της απότομης επιβράδυνσης. Η μείωση των απότομων συμβάντων έχει ως αποτέλεσμα την αποφυγή της αύξησης της απότομης επιβράδυνσης. Έχοντας προσεκτική οδήγηση, επιδιώκεται η μείωση των απότομων συμβάντων και κατ' επέκταση των τροχαίων ατυχημάτων.
- Η μεταβλητή «**aggressive**» έχει αρνητικό πρόσημο και ίσο με -0,017 που σημαίνει ότι όσο περισσότερη επιθετική οδήγηση παρουσιάζουν οι οδηγοί, τόσο μειώνεται και ο λογάριθμος της απότομης επιβράδυνσης/φρεναρίσματος. Πρακτικά, σημαίνει ότι οδηγοί οι οποίοι τείνουν να είναι ιδιαίτερα επιθετικοί κατά τη διάρκεια της οδήγησης, σημειώνουν και έντονες επιταχύνσεις που είναι λογικό.

#### 5.5.4 Σχετική επιρροή των μεταβλητών στο Μοντέλο 1 – Γενικό

Στον πίνακα που ακολουθεί, προκύπτει το είδος και το μέγεθος της επιρροής της κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής στην εξαρτημένη τόσο για συνεχείς όσο και για διακριτές μεταβλητές.

Πίνακας 5.15.: Ελαστικότητες και σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών στο μοντέλο για υπεραστική οδό

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Ελαστικότητα $\epsilon_i$	Σχετική επιρροή $\epsilon_i^*$
<b>mbu_rural/yes-no</b>	-0.698	7.321
<b>dec_avg</b>	0.389	-4.073
<b>speed_rural_avg</b>	-0.651	6.824
<b>distance_rural</b>	-0.6183	6.482
<b>duration</b>	0.095	-1.000
<b>aggressive</b>	-0.273	2.857

Εξετάζοντας τις παραπάνω σχετικές επιρροές των ανεξάρτητων μεταβλητών στο γενικό μοντέλο της απότομης επιτάχυνσης σε υπεραστική οδό, παρατηρούνται τα εξής:

- Η επιρροή της μεταβλητής «**mbu\_rural/yes-no**» είναι η μεγαλύτερη σε σύγκριση με όλες τις υπόλοιπες ανεξάρτητες μεταβλητές. Αυτό δείχνει τη σημαντικότητα της χρήσης κινητού τηλεφώνου στο δείκτη συνολικής επίδοσης και στην απότομη επιβράδυνση. Η χρήση κινητού τηλεφώνου φαίνεται ότι επηρεάζει την απότομη επιβράδυνση στην υπεραστική οδό περισσότερο από κάθε άλλη μεταβλητή, διότι σε αυτόν τον τύπο οδού οι ταχύτητες που αναπτύσσονται είναι ιδιαίτερα υψηλές. Η τιμή της επιρροής είναι 0,698.
- Η επιρροή της μεταβλητής «**speed\_rural\_avg**» εμφανίζει τη δεύτερη μεγαλύτερη επιρροή. Συγκεκριμένα, σε σχέση με την μεταβλητή με τη μεγαλύτερη επιρροή, επηρεάζει το μοντέλο 1 φορές λιγότερο.

- Η επιρροή της μεταβλητής «**duration**» στο γενικό μοντέλο πρόβλεψης της απότομης επιτάχυνσης σε υπεραστική οδό εμφανίζει τη μικρότερη επιρροή στο μοντέλο. Συγκεκριμένα, σε σχέση με τη μεταβλητή με τη μεγαλύτερη επιρροή, επηρεάζει το μοντέλο 7,3 φορές λιγότερο.
- Η επιρροή της μεταβλητής «**dec\_avg**» είναι 3 φορές μικρότερη σε σχέση με τη μεγαλύτερη επιρροή και 4 φορές μεγαλύτερη σε σύγκριση με τη μεταβλητή «duration».
- Η επιρροή της μεταβλητής «**distance\_rural**» είναι 6,4 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με τη μικρότερη επιρροή και 1 φορές μικρότερη σε σύγκριση με τη μεταβλητή «mbu\_rural/yes-no».
- Η επιρροή της μεταβλητής «**speed\_rural\_avg**» είναι 1 φορές μικρότερη σε σχέση με τη μεγαλύτερη επιρροή και 6 φορές μεγαλύτερη σε σύγκριση με τη μεταβλητή «duration».
- Η επιρροή της μεταβλητής «**aggressive**» στο γενικό μοντέλο πρόβλεψης της απότομης επιτάχυνσης σε υπεραστική οδό εμφανίζει μικρή επιρροή στο μοντέλο. Συγκεκριμένα, είναι 1,8 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με τη μικρότερη επιρροή και 5 φορές μικρότερη σε σύγκριση με τη μεταβλητή «mbu\_rural/yes-no».

## 5.6 Συγκριτική ανάλυση μοντέλων

Η σύγκριση των μοντέλων οδήγησε στις παρακάτω βασικές παρατηρήσεις:

- ✓ Όλα τα αποτελέσματα των μοντέλων που παρουσιάστηκαν μπορούν να **εξηγηθούν με λογική**, επιβεβαιώνοντας με αυτό το τρόπο και τα αποτελέσματα της διεθνούς βιβλιογραφίας.
- ✓ Τα τελικά μοντέλα που προέκυψαν είναι τα **βέλτιστα** ως αποτέλεσμα πολλών δοκιμών και προβλέπουν όσο το δυνατό καλύτερα την εξαρτημένη μεταβλητή.
- ✓ Πληρούνται όλοι οι **στατιστικοί έλεγχοι** ( $Sig < 0,05$ ,  $R^2 > 0,40$ ).
- ✓ Η **τιμή t του στατιστικού ελέγχου** είναι μεγαλύτερη από 1,7 για κάθε ανεξάρτητη μεταβλητή.
- ✓ Οι **σταθεροί όροι** ( $\beta_i$ ) που εκφράζουν το σύνολο των παραμέτρων που δεν λήφθηκαν υπόψη είναι μικροί.
- ✓ Ο συντελεστής διακύμανσης **δεν ξεπερνάει** το 0,9 και άρα είναι αξιόπιστο.
- ✓ Σε όλα σχεδόν τα μοντέλα έχουν εισαχθεί οι **ίδιες ακριβώς μεταβλητές**.
- ✓ Όλα τα μοντέλα που αναπτύχθηκαν και μελετήθηκαν περιέχουν μια παράμετρο για τη μέση ταχύτητα, τις απότομες επιταχύνσεις/επιβραδύνσεις, τη χρήση κινητού τηλεφώνου, τη διάνθησα απόσταση, τη διάρκεια της διαδρομής, το φύλο καθώς και την ηλικία. Αυτό φυσικά μεσολαβεί στο

γεγονός πως οι μεταβλητές αυτές **επηρεάζουν άμεσα τα απότομα συμβάντα** (απότομη επιτάχυνση/επιβράδυνση), άλλες σε υψηλότερο και άλλες σε χαμηλότερο βαθμό.

## 6. Συμπεράσματα

### 6.1 Σύνοψη αποτελεσμάτων

Αντικείμενο της Διπλωματικής Εργασίας αποτέλεσε η **συσχέτιση οδηγικής συμπεριφοράς με την επιθετική οδήγηση σε υπεραστικές περιοχές**.

Αναλυτικότερα, έλαβε χώρα ένα **πείραμα** οδήγησης στο οποίο συμμετείχαν (100) οδηγοί σε πραγματικό χρόνο καταγραφής μεταξύ χιλιάδων διαδρομών σε διάστημα **επτά (7) μηνών**. Συγκεκριμένα η έρευνα ξεκίνησε στις 25/6/2019 και έλαβε τέλος στις 23/1/2020.

Έπειτα **εξετάστηκε ο βαθμός** από τον οποίο διάφορα στοιχεία όπως οι απότομες επιταχύνσεις/επιβραδύνσεις, η χρήση κινητού τηλεφώνου και η απόσπαση προσοχής, αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους και καθορίζουν την οδηγική συμπεριφορά. Επιπρόσθετα, μέσω ενός ερωτηματολογίου που δόθηκε στους οδηγούς, μελετήθηκε κατά πόσο τα δημογραφικά στοιχεία των χρηστών, όπως το φύλο, η ηλικία, το μορφωτικό επίπεδο κλπ., επηρεάζουν την οδηγική συμπεριφορά και ενισχύουν ή όχι την επιθετική οδήγηση.

Στη συνέχεια, αφού καθορίστηκε ο επιδιωκόμενος στόχος, ακολούθησε η **βιβλιογραφική αναζήτηση** συναφών ερευνών με αυτό του αντικειμένου της Διπλωματικής Εργασίας σε διεθνές και τοπικό επίπεδο. Επρόκειτο για ένα ζήτημα το οποίο μας έχει απασχολήσει ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια, χωρίς όμως να έχει δοθεί η απαραίτητη έμφαση αυτού του ζητήματος.

Αφού μελετήθηκαν εκτενώς τα στοιχεία που συγκεντρώθηκαν μέσω της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, ακολούθησε η ανάλυση της βάσης δεδομένων σε ένα **πείραμα υπό πραγματικές συνθήκες** μέσω των έξυπνων κινητών τηλεφώνων (smartphones). Η πειραματική αυτή διαδικασία δεν θα μπορούσε να υλοποιηθεί χωρίς τη **μεσολάβηση της εταιρίας τηλεματικής Oseven**. Η εταιρία αυτή παραχώρησε χρήσιμα στοιχεία μέτρησης που βοηθούν στην αξιολόγηση της συμπεριφοράς του οδηγού.

Στη διάρκεια της στατιστικής επεξεργασίας ακολούθησε και η εξαγωγή μαθηματικών μοντέλων σε υπεραστικό δίκτυο και αυτοκινητόδρομο. Μετά από κατάλληλη επεξεργασία και μια σειρά δοκιμών **αναπτύχθηκαν τρία μαθηματικά μοντέλα με τη μέθοδο της γραμμικής και λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης**, όπως αυτά παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πρόβλεψη του λογαρίθμου οδηγικής συμπεριφοράς σε υπεραστική οδό/αυτοκινητόδρομο				
Ανεξάρτητες μεταβλητές	Μοντέλο 1-Γενικό Πρόβλεψη απότομης επιτάχυνσης σε υπεραστική οδό			
	$\beta_i$	t	Ελαστικότητα $\epsilon_i$	Σχετική επιρροή $\epsilon_i^*$
mbu_rural/yes-no	0.254	24.254	-0.194	12.083
duration	-3.430	-7.081	-0.137	8.525
speed_rural_avg	-0.004	-14.534	0.161	-9.991
dec_avg	-0.132	-10.255	-0.016	1.000
distance_rural	-0.027	-43.503	-0.189	11.740
gender	-0.130	-11.303	-0.074	4.613
age	-0.270	-1.965	0.022	-1.386
Μοντέλο 2-Πρόβλεψη απότομης επιτάχυνσης σε αυτοκινητόδρομο				
	$\beta_i$	t	Ελαστικότητα $\epsilon_i$	Σχετική επιρροή $\epsilon_i^*$
mbu_highway/yes-no	0.281	9.603	-0.208	4.636
dec_avg	-0.410	-11.315	0.283	-6.300
speed_highway_avg	-0.001	-2.507	-0.092	2.041
distance_highway	-0.008	-17.778	-0.427	9.501
duration	-0.002	-2.988	-0.084	1.863
gender	-0.069	-2.061	-0.067	1.483
age	0.046	2.418	-0.045	1.000
Μοντέλο 3-Πρόβλεψη απότομης επιβράδυνσης σε υπεραστική οδό				
	$\beta_i$	t	Ελαστικότητα $\epsilon_i$	Σχετική επιρροή $\epsilon_i^*$
mbu_rural/yes-no	-0.042	-5.513	-0.698	7.321
dec_avg	-0.323	-37.301	0.389	-4.073
speed_rural_avg	-0.002	-12.414	-0.651	6.824
distance_rural	-0.019	-45.321	-0.618	6.482
duration	0.001	3.285	0.095	-1.000
aggressive	-0.017	-4.588	-0.273	2.857

Πίνακας 6.1.: Συγκεντρωτικός πίνακας αποτελεσμάτων μαθηματικών μοντέλων

## 6.2 Συνολικά συμπεράσματα

Μέσω της ανάλυσης τόσο των στοιχείων που δόθηκαν από την εταιρία της τηλεματικής Oseven, όσο και των πρόσθετων πληροφοριών και πηγών που αντλήθηκαν και μελετήθηκαν στη παρούσα Διπλωματική Εργασία, στο παρόν υποκεφάλαιο διασταυρώνονται τα συμπεράσματα ως εξής:

- ❖ **Η υψηλότερη μέση ταχύτητα συνδέεται άμεσα με τη χρήση κινητού τηλεφώνου.** Παρατηρήθηκε το φαινόμενο πως όσο περισσότερο χρησιμοποιούσαν οι οδηγοί το κινητό τηλέφωνο κατά τη διάρκεια της οδήγησης, τόσο αυξανόταν και η μέση ταχύτητα. Συνεπώς, οι μεγαλύτερες ταχύτητες που αναπτύσσονται, καθιστούν αδύναμους τους οδηγούς να συγκεντρωθούν και να ακολουθήσουν μια λειτουργία εντολών ταυτόχρονα.
- ❖ **Όσο εντονότερη είναι η χρήση κινητού, τόσο αυξάνεται η διάνηθσα απόσταση.** Στην υπεραστική οδό παρατηρήθηκε έντονα αυτό το φαινόμενο, καθώς οι μεγαλύτερες αποστάσεις πραγματοποιήθηκαν από εκείνους που έκαναν περισσότερη χρήση κινητού τηλεφώνου.



- ❖ **Η χρήση κινητού τηλεφώνου κατά τη διάρκεια της οδήγησης συνεπάγεται στη μη συμμόρφωση των ορίων ταχύτητας.** Η πεποίθηση επαυξημένης ικανότητας στην οδήγηση και αντίδραση για κάθε χρήστη οδού, οδηγεί σε δυσμενείς επιπτώσεις στο οδικό περιβάλλον. Σαφέστατα η μεταβλητή αυτή επηρέασε κυρίως το αστικό και υπεραστικό δίκτυο σε σχέση με τον αυτοκινητόδρομο όπου τα όρια ταχύτητας είναι υψηλότερα άρα και οι πιθανότητες να τα υπερβούν λιγότερες.
- ❖ **Οι συχνές αλλά και απότομες επιβραδύνσεις παρατηρήθηκαν εντονότερα από οδηγούς που δεν χρησιμοποιούσαν κινητό τηλέφωνο.** Το γεγονός ότι ο οδηγός βρίσκεται διαρκώς σε κίνηση, τον καθιστά υπεύθυνο να εκτελέσει μια σειρά εντολών ταυτόχρονα. Έχοντας μεγαλύτερο όγκο πληροφοριών να επεξεργαστεί, παραλείπει την επιβλαβή για αυτόν εντολή, που είναι η χρήση κινητού τηλεφώνου. Ωστόσο σε υπεραστικές οδούς, το φαινόμενο αυτό παρατηρήθηκε από οδηγούς που έκαναν χρήση κινητού τηλεφώνου.
- ❖ **Οι συχνές αλλά και απότομες επιταχύνσεις παρατηρήθηκαν εντονότερα από οδηγούς που χρησιμοποιούσαν κινητό τηλέφωνο.** Σαφέστατα στον αυτοκινητόδρομο σημειώθηκε ελάχιστη διαφορά στις επιταχύνσεις με τη χρήση κινητού τηλεφώνου, και αυτό διότι τα όρια ταχύτητας είναι υψηλότερα και οι χιλιομετρικές αποστάσεις που διανύουν μεγαλύτερες. Αντίθετα, το αστικό και υπεραστικό δίκτυο ήταν εκείνα που σημείωσαν τη μεγαλύτερη σημαντική αύξηση.
- ❖ **Η επιθετική οδήγηση παρατηρείται από οδηγούς που χρησιμοποιούσαν το κινητό τους τηλέφωνο.** Όταν η αίσθηση κινδύνου υποτιμάται, επιδιώκεται η παράβαση του κώδικα οδικής κυκλοφορίας που ισοδυναμεί σε διαταραγμένες συναισθηματικές καταστάσεις. Παράγοντας όπως είναι το αλκοόλ ή τα ναρκωτικά, θυμός, φόβος αλλά και υπερβολική βιασύνη ενισχύουν την επιθετική οδήγηση και ως εκ τούτου αυξάνουν τα τροχαία ατυχήματα. Καθοριστικό ρόλο είχε και το **προφίλ του εκάστοτε οδηγού**. Μέσω ενός ερωτηματολογίου, δημιουργήθηκε μια πιο ξεκάθαρη εικόνα σε ότι αφορά το προφίλ ενός επιθετικού οδηγού.
- ❖ **Η οδήγηση με σταθερή ταχύτητα, χωρίς απότομες αυξομειώσεις της κινητικής ενέργειας του αυτοκινήτου, δηλαδή απότομο πάτημα στο γκάζι ή στο φρένο συμβάλλει στην ενίσχυση της οικολογικής οδήγησης.** Παρατηρήθηκε επιπλέον το φαινόμενο πως όσο μεγαλύτερο σε ηλικία ήταν το όχημα (άνω των 15 ετών), τόσο μειώνονταν τα ποσοστά οικολογικής οδήγησης. Αυτό φυσικά μπορεί να σχετίζεται στο γεγονός, πως ένα μεγαλύτερης ηλικίας όχημα φρενάρει πιο 'άγαρμπα' απ' ότι ένα νέο σύγχρονο όχημα και το φαινόμενο αυτό σημειώθηκε κυρίως στο αστικό δίκτυο.
- ❖ **Η διέλευση των οχημάτων κατά τη διάρκεια του Σαββατοκύριακου ήταν πιο αισθητή σε σύγκριση με τις ημέρες της εβδομάδας, και ως εκ τούτου και η μέση ταχύτητα.** Αυτό μπορεί να οφείλεται στις αποδράσεις που πραγματοποιούν οι οδηγοί κατά τη διάρκεια του Σαββατοκύριακου για λόγους αναψυχής κ.α.
- ❖ **Τα ποσοστά χρήσης κινητού τηλεφώνου διαφέρουν ανά τύπο οδού.** Αυτό οφείλεται στο γεγονός πως κάθε οδός έχει διαφορετικά όρια ταχύτητας με αποτέλεσμα ο οδηγός να έχει να

αντιμετωπίσει μια σειρά διαφορετικών εντολών στο οδικό δίκτυο (αστικό, υπεραστικό, αυτοκινητόδρομος).

- ❖ Τέλος, από την εκπόνηση της συγκεκριμένης Διπλωματικής Εργασίας, συγκεντρώνονται στοιχεία τα οποία μπορούν να αποτελέσουν μια καλή υποδομή για τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας σε μια υπεραστική οδό. Αναλύονται παράγοντες που επηρεάζονται μέσω της **χρήσης κινητού τηλεφώνου εν ώρα οδήγησης** και ενισχύονται οι τρόποι βελτίωσης της **συμπεριφοράς του οδηγού** για τη μείωση των τροχαίων ατυχημάτων.

### 6.3 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Βάσει των αποτελεσμάτων και των συμπερασμάτων που εξάχθηκαν στην εκπόνηση της Διπλωματικής Εργασίας, επιδιώκεται η παράθεση μιας **σειράς σημαντικών προτάσεων** οι οποίες μπορούν να συντελέσουν καθοριστικό ρόλο στη βελτίωση της οδικής ασφάλειας.

- ✓ Ιδιαίτερο ενδιαφέρον θα παρουσίαζε η **έγκαιρη ενημέρωση** όλων των χρηστών της οδού για θέματα που αφορούν την οδική ασφάλεια, τη τήρηση κανόνων οδικής κυκλοφορίας καθώς και των παραγόντων που σχετίζονται με τα τροχαία ατυχήματα για την αποφυγή απότομων συμβάντων.
- ✓ Σημαντική θα ήταν και η **ευαισθητοποίηση της Πολιτείας και των πολιτών** σε θέματα που αφορούν τον ανθρώπινο παράγοντα, καθώς αποτελεί ένα από τα κυριότερα αίτια των τροχαίων ατυχημάτων. Τόσο η υπενθύμιση της χρήσης ζώνης ασφαλείας, όσο και ο περιορισμός της χρήσης κινητού τηλεφώνου κατά τη διάρκεια της οδήγησης, στοχεύει αφενός να γίνει κατανοητή η εγγενής επικινδυνότητα της οδήγησης και αφετέρου να γίνει συνείδηση κάθε οδηγού, επιβάτη και πεζού.
- ✓ Η **εντατικοποίηση της αστυνόμευσης** στα πλαίσια της οδικής ασφάλειας με ιδιαίτερη προσοχή στις πιο συχνές παραβάσεις, όπως είναι η ταχύτητα, η οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ, η χρήση κινητού τηλεφώνου καθώς και η χρήση ζώνης/κράνους για την άμεση μείωση των τροχαίων ατυχημάτων.
- ✓ Η **δημιουργία ενός βιώσιμου συστήματος διαχείρισης της οδικής ασφάλειας** μπορεί να αποτελέσει τη βάση για τη σταδιακή βελτίωση ενός υπεραστικού δικτύου και της οδικής συμπεριφοράς.
- ✓ Ένας **ολοκληρωμένος σχεδιασμός της οδικής κυκλοφορίας στις πόλεις** αποτελεί θεμελιώδη αρχή στην ομαλή λειτουργία ενός οδικού δικτύου. Η ασφάλεια των πεζών, τα ασφαλή πεζοδρόμια, οι διασφαλισμένες διαδρομές και διαβάσεις είναι η βασική προτεραιότητα ώστε να εφαρμοστεί η πρώτη γενιά κατάλληλων σχεδίων για τη διασφάλιση της κυκλοφορίας σε κάθε πόλη.
- ✓ Έμφαση στις **σύγχρονες αρχές της βιώσιμης αστικής κινητικότητας**. Η προστασία των ευάλωτων χρηστών οδού (πεζοί, δικυκλιστές, ηλικιωμένοι, κ.α.) θα πρέπει να ενσωματωθεί στα ζητήματα της βελτίωσης της οδικής ασφάλειας. Αυτό θα μπορούσε να γίνει μέσω των συστηματικών ελέγχων αξιολόγησης των επεμβάσεων για την αποφυγή μέτρων που δεν φέρνουν τα επιθυμητά αποτελέσματα.

## 7. Βιβλιογραφία

- 1 Road Safety Statistics, (2021), [https://ec.europa.eu/transport/modes/road/news/2021-04-20-road-safety-statistics-2020\\_en](https://ec.europa.eu/transport/modes/road/news/2021-04-20-road-safety-statistics-2020_en)
- 2 Τσάλα, Α. Μ. (2015). Η επίδραση της οικονομικής κρίσης στις οδικές εμπορευματικές μεταφορές στην Ελλάδα (Master's thesis, Πανεπιστήμιο Πειραιώς).
- 3 Katrakazas, C., Michelaraki, E., Sekadakis, M., & Yannis, G. (2020). A descriptive analysis of the effect of the COVID-19 pandemic on driving behavior and road safety. *Transportation research interdisciplinary perspectives*, 7, 100186.
- 4 NTUA Road Safety Observatory, NRSO, (2019), <https://www.nrso.ntua.gr/>
- 5 Petraki, V., Ziakopoulos, A., & Yannis, G. (2020). Combined impact of road and traffic characteristic on driver behavior using smartphone sensor data. *Accident Analysis & Prevention*, 144, 105657.
- 6 Oehl, M., Brandenburg, S., & Huemer, A. K. (2019). Cyclists' anger experiences in traffic: the cycling anger scale. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 62, 564-574.
- 7 Hellastron (Hellenic Association of Toll Road Network), 2020
- 8 Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ), 2020.
- 9 Yadav, A. K., & Velaga, N. R. (2021). Investigating the effects of driving environment and driver characteristics on drivers' compliance with speed limits. *Traffic injury prevention*, 1-11.
- 10 Tselentis, D. I., Vlahogianni, E. I., & Yannis, G. (2019). Driving safety efficiency benchmarking using smartphone data. *Transportation research part C: emerging technologies*, 109, 343-357.
- 11 Wang, Q., Liu, Y., Liu, J., Gu, Y., & Kamijo, S. (2018, January). Critical areas detection and vehicle speed estimation system towards intersection-related driving behavior analysis. In *2018 IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE)* (pp. 1-6). IEEE.
- 12 Phuksuksakul, N., Kanitpong, K., & Chantranuwathana, S. (2021). Factors affecting behavior of mobile phone use while driving and effect of mobile phone use on driving performance. *Accident Analysis & Prevention*, 151, 105945.

- 13 Mantouka, E., Barmounakis, E., Vlahogianni, E., & Golias, J. (2020). Smartphone sensing for understanding driving behavior: Current practice and challenges. *International Journal of Transportation Science and Technology*.
- 14 Gupta, M., Pawar, N. M., & Velaga, N. R. (2021). Impact of lockdown and change in mobility patterns on road fatalities during COVID-19 pandemic. *Transportation Letters*, 1-14.
- 15 Stavrinou, D., McManus, B., Mrug, S., He, H., Gresham, B., Albright, M. G., ... & White, D. M. (2020). Adolescent driving behavior before and during restrictions related to COVID-19. *Accident Analysis & Prevention*, 144, 105686.
- 16 Vingilis, E., Beirness, D., Boase, P., Byrne, P., Johnson, J., Jonah, B., ... & Wiesenthal, D. L. (2020). Coronavirus disease 2019: What could be the effects on Road safety?. *Accident Analysis & Prevention*, 144, 105687.
- 17 Pietra, A., Rull, M. V., Etzi, R., Gallace, A., Scurati, G. W., Ferrise, F., & Bordegoni, M. Promoting eco-driving behavior through multisensory stimulation: a preliminary study on the use of visual and haptic feedback in a virtual reality driving simulator. *Virtual Reality*, 1-15.
- 18 Chang, X., Rong, J., Li, H., Wu, Y., & Zhao, X. (2021). Impact of connected vehicle environment on driving performance: A case of an extra-long tunnel scenario. *IET Intelligent Transport Systems*, 15(3), 423-431.
- 19 Haight, F. (1967). *Handbook of the Poisson distribution*. New York: John Wiley & Sons.
- 20 Hojati, M., Bector, C. & Smimou, K. (2005). A simple method for computation of fuzzy linear regression. *European Journal of Operational Research*, 166(1), 172-184.
- 21 Zhang, H., Chu, L. & Diao, Y. (2012). Some properties of the generalized stuttering Poisson distribution and its applications. *Studies in Mathematical Sciences* 5 (1): 11–26.
- 22 Κοκολάκης, Γ. & Σπηλιώτης, Ι. (1999). *Εισαγωγή στη Θεωρία Πιθανοτήτων και Στατιστική*, Εκδόσεις Συμεών, Αθήνα.
- 23 Κόντρας, Μ. & Ευαγγελάρας, Χ. (2010). *Ανάλυση Παλινδρόμησης: Θεωρία και Εφαρμογές*, Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.
- 24 Σιώμοκος, Γ. & Βασιλικοπούλου, Α. (2005). *Εφαρμογή μεθόδων Ανάλυσης στην Έρευνα Αγοράς*, Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α - Ερωτηματολόγιο Οδηγικής Συμπεριφοράς

---

## Α. ΟΔΗΓΙΚΗ ΕΜΠΕΙΡΙΑ – ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ

1. Email Συμμετέχοντα:

2. Πότε αποκτήσατε την άδεια οδήγησης του Ι.Χ. σας;

3. Πόσα χρόνια οδηγική εμπειρία έχετε, ανεξαρτήτως τύπου οχήματος;

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

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

5. Πόσα χιλιόμετρα περίπου οδηγείτε την εβδομάδα;

<20	20-50	50-100	100-150	150+
-----	-------	--------	---------	------

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

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

7. Υποδείξτε το μέσο ημερήσιο μήκος των διαδρομών σας σε χιλιόμετρα:

1-2	3-5	6-9	10-15	16-29	30+
-----	-----	-----	-------	-------	-----

8. Πόσα χιλιόμετρα οδηγείτε περίπου τον χρόνο:

<5.000	5.000-10.000	10.000-15.000	15.000-20.000	>20.000
--------	--------------	---------------	---------------	---------

## B. ΟΧΗΜΑ

### 9. Το όχημα που συνήθως χρησιμοποιείτε:

Ανήκει σε εσάς	Ανήκει σε άλλο μέλος της οικογένειας	Το νοικιάζετε	Είναι εταιρικό όχημα	Άλλο
----------------	--------------------------------------	---------------	----------------------	------

### 10. Ποιος είναι ο κυβισμός του οχήματός σας;

<1001cc	1001-1200cc	1201-1400cc	1401-1600cc	1601-1800cc	1801-2000cc	>2000cc
---------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	---------

### 11. Ποια είναι η ηλικία του οχήματός σας;

<5 ετών	5-10 ετών	10-15 ετών	>15 ετών
---------	-----------	------------	----------

### 12. Ποια είναι η μέση κατανάλωση καυσίμου που παρατηρείτε κατά τις διαδρομές σας;

<5lt/100km	5-7lt/100km	7-9lt/100km	9-12lt/100km	12-15lt/100km	>15lt/100km
------------	-------------	-------------	--------------	---------------	-------------

## Γ. ΟΔΗΓΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ

### 13. Οι παρακάτω ερωτήσεις αφορούν το ιστορικό ατυχημάτων σας, ως οδηγός:

	Μέχρι σήμερα	Τα τελευταία 3 χρόνια
Σε πόσα ατυχήματα έχετε εμπλακεί (είτε με δική σας υπαιτιότητα είτε όχι);		
Από αυτά, σε πόσα ατυχήματα με παθόντες έχετε εμπλακεί;		
Από αυτά, σε πόσα ατυχήματα με υλικές ζημιές μόνο έχετε εμπλακεί;		

	Μέχρι σήμερα	Τα τελευταία 3 χρόνια
--	--------------	-----------------------

Σε πόσα ατυχήματα έχετε εμπλακεί (αποκλειστικά με δική σας υπαιτιότητα);		
Από αυτά, σε πόσα ατυχήματα με παθόντες έχετε εμπλακεί;		
Από αυτά, σε πόσα ατυχήματα με υλικές ζημιές μόνο έχετε εμπλακεί;		

**14. Τα τελευταία τρία χρόνια, πόσες κλήσεις είχατε για παραβάσεις του Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας;**

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

**15. Χαρακτηρίστε την οδηγική σας συμπεριφορά βάσει των παρακάτω δηλώσεων:**

	Ποτέ	Σπάνια	Μερικές φορές	Συχνά	Πάντα
Υπερβαίνω τα όρια ταχύτητας					
Κάνω απότομα φρεναρίσματα					
Κάνω απότομες επιταχύνσεις					
Κάνω απότομες στροφές					
Κάνω χρήση του κινητού μου τηλεφώνου κατά την οδήγηση					

**16. Πόσο σέβεστε τα όρια ταχύτητας όταν οδηγείτε σε:**

	1 καθόλου	2	3	4	5 πάρα πολύ
Αυτοκινητόδρομο					
Επαρχιακή ή εθνική οδό					
Αστική οδό					

**17. Χαρακτηρίστε τον εαυτό σας ως οδηγό;**

	1 καθόλου	2	3	4	5 πάρα πολύ
--	-----------	---	---	---	-------------

Πόσο προσεκτικός/η οδηγός πιστεύετε ότι είστε;					
Πόσο επιθετικός/η οδηγός πιστεύετε ότι είστε;					

#### Δ. ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

**18. Ποιο είναι το φύλο σας;**

Αντρας	Γυναίκα	Άλλο
--------	---------	------

**19. Ποια είναι η ηλικία σας;**

18-24	25-34	35-44	45-54	55-64	≥65
-------	-------	-------	-------	-------	-----

**20. Ποια είναι η οικογενειακή σας κατάσταση;**

Ανύπαντρος/η	Παντρεμένος/η	Διαζευγμένος/η	Χήρος/α
--------------	---------------	----------------	---------

**21. Από πόσα άτομα αποτελείται το νοικοκυριό σας;**

**22. Ποιο είναι το ετήσιο οικογενειακό σας εισόδημα;**

<10.000	10.000-20.000	20.000-30.000	>30.000	Δεν ξέρω/ Δεν απαντώ
---------	---------------	---------------	---------	-------------------------

**23. Ποιο είναι το μορφωτικό σας επίπεδο;**

Πρωτοβάθμια	Δευτεροβάθμια	ΑΕΙ	Μεταπτυχιακό	Διδακτορικό	Άλλο
-------------	---------------	-----	--------------	-------------	------

**24. Βαθμολογήστε την εξοικείωση σας με τις εφαρμογές των Smartphones:**

1 πολύ μικρή	2	3	4	5 πολύ μεγάλη
--------------	---	---	---	---------------



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β – Κατάλογος Μεταβλητών

Μεταβλητή	Περιγραφή
driver_id	κωδική ονομασία οδηγού
name	κωδικός συμμετέχοντα
speed_avg	μέση ταχύτητα
speed_highway_avg	μέση ταχύτητα σε αυτοκινητόδρομο
speed_rural_avg	μέση ταχύτητα σε υπεραστική οδό
speed_urban_avg	μέση ταχύτητα σε αστική οδό
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 υπεραστική οδό (^2)
speeding_urban_sq_avg	μέση ποσοστιαία υπέρβαση του ορίου ταχύτητας σε αστική οδό (^2)
mbu	χρήση κινητού τηλεφώνου κατά τη διάρκεια της οδήγησης
mbu/yes-no	χρήση κινητού τηλεφώνου κατά τη διάρκεια της οδήγησης (κατηγορική μεταβλητή)
mbu_urban	χρήση κινητού τηλεφώνου κατά τη διάρκεια της οδήγησης σε αστική οδό
mbu_urban/yes-no	χρήση κινητού τηλεφώνου κατά τη διάρκεια της οδήγησης σε αστική οδό (κατηγορική μεταβλητή)
mbu_rural	χρήση κινητού τηλεφώνου κατά τη διάρκεια της οδήγησης σε υπεραστική οδό
mbu_rural/yes-no	χρήση κινητού τηλεφώνου κατά τη διάρκεια της οδήγησης σε υπεραστική οδό (κατηγορική μεταβλητή)
mbu_highway	χρήση κινητού τηλεφώνου κατά τη διάρκεια της οδήγησης σε αυτοκινητόδρομο
mbu_highway/yes-no	χρήση κινητού τηλεφώνου κατά τη διάρκεια της οδήγησης σε αυτοκινητόδρομο (κατηγορική μεταβλητή)
acc_highway	μέση επιτάχυνση σε αυτοκινητόδρομο
acc_rural	μέση επιτάχυνση σε υπεραστική οδό
acc_urban	μέση επιτάχυνση σε αστική οδό
dec_highway	μέση επιβράδυνση σε αυτοκινητόδρομο
dec_rural	μέση επιβράδυνση σε υπεραστική οδό
dec_urban	μέση επιβράδυνση σε αστική οδό
acc_avg	μέση επιτάχυνση
acc_30_avg	μέση επιτάχυνση με όριο ταχύτητας 30km/h
acc_3050_avg	μέση επιτάχυνση με όριο ταχύτητας 30-50km/h
acc_5090_avg	μέση επιτάχυνση με όριο ταχύτητας 50-90km/h
acc_90_avg	μέση επιτάχυνση με όριο ταχύτητας 90km/h
dec_avg	μέση επιβράδυνση
dec_30_avg	μέση επιβράδυνση με όριο ταχύτητας 30km/h

dec_3050_avg	μέση επιβράδυνση με όριο ταχύτητας 30-50km/h
dec_5090_avg	μέση επιβράδυνση με όριο ταχύτητας 50-90km/h
dec_90_avg	μέση επιβράδυνση με όριο ταχύτητας 90km/h
acc_highway_sq_avg	μέση ποσοστιαία επιτάχυνση σε αυτοκινητόδρομο (^2)
acc_rural_sq_avg	μέση ποσοστιαία επιτάχυνση σε υπεραστική οδό (^2)
acc_urban_sq_avg	μέση ποσοστιαία επιτάχυνση σε αστική οδό (^2)
dec_highway_sq_avg	μέση ποσοστιαία επιβράδυνση σε αυτοκινητόδρομο (^2)
dec_rural_sq_avg	μέση ποσοστιαία επιβράδυνση σε υπεραστική οδό (^2)
dec_urban_sq_avg	μέση ποσοστιαία επιβράδυνση σε αστική οδό (^2)
distance_total	συνολική απόσταση διαδρομής
distance_urban	απόσταση διαδρομής σε αστική οδό
distance_rural	απόσταση διαδρομής σε υπεραστική οδό
distance_highway	απόσταση διαδρομής σε αυτοκινητόδρομο
distance_30	απόσταση διαδρομής με όριο ταχύτητας 30km/h
distance_3050	απόσταση διαδρομής με όριο ταχύτητας 30-50km/h
distance_5090	απόσταση διαδρομής με όριο ταχύτητας 50-90km/h
distance_90	απόσταση διαδρομής με όριο ταχύτητας 90km/h
duration	συνολική διάρκεια διαδρομής
duration_urban	συνολική διάρκεια διαδρομής σε αστική οδό
duration_rural	συνολική διάρκεια διαδρομής σε υπεραστική οδό
duration_highway	συνολική διάρκεια διαδρομής σε αυτοκινητόδρομο
duration_driving	συνολική διάρκεια οδήγησης (δεν συμπεριλαμβάνεται η διάρκεια των στάσεων)
duration_driving_urban	συνολική διάρκεια οδήγησης σε αστική οδό (δεν συμπεριλαμβάνεται η διάρκεια των στάσεων)
duration_driving_rural	συνολική διάρκεια οδήγησης σε υπεραστική οδό (δεν συμπεριλαμβάνεται η διάρκεια των στάσεων)
duration_driving_highway	συνολική διάρκεια οδήγησης σε αυτοκινητόδρομο (δεν συμπεριλαμβάνεται η διάρκεια των στάσεων)
harsh_acc	απότομη επιτάχυνση (απόλυτος αριθμός)
harsh_acc_30	απότομη επιτάχυνση με όριο ταχύτητας 30km/h (απόλυτος αριθμός)
harsh_acc_3050	απότομη επιτάχυνση με όριο ταχύτητας 30-50km/h (απόλυτος αριθμός)
harsh_acc_5090	απότομη επιτάχυνση με όριο ταχύτητας 50-90km/h (απόλυτος αριθμός)
harsh_acc_90	απότομη επιτάχυνση με όριο ταχύτητας 90km/h (απόλυτος αριθμός)
harsh_acc_highway	απότομη επιτάχυνση σε αυτοκινητόδρομο (απόλυτος αριθμός)
harsh_acc_intensity_highway_low	χαμηλή επιθετικότητα επιτάχυνσης σε αυτοκινητόδρομο
harsh_acc_intensity_highway_medium	μέτρια επιθετικότητα επιτάχυνσης σε αυτοκινητόδρομο
harsh_acc_intensity_highway_high	υψηλή επιθετικότητα επιτάχυνσης σε αυτοκινητόδρομο
harsh_acc_intensity_rural_low	χαμηλή επιθετικότητα επιτάχυνσης σε υπεραστική οδό
harsh_acc_intensity_rural_medium	μέτρια επιθετικότητα επιτάχυνσης σε υπεραστική οδό

harsh_acc_intensity_rural_high	υψηλή επιθετικότητα επιτάχυνσης σε υπεραστική οδό
harsh_acc_intensity_urban_low	χαμηλή επιθετικότητα επιτάχυνσης σε αστική οδό
harsh_acc_intensity_urban_medium	μέτρια επιθετικότητα επιτάχυνσης σε αστική οδό
harsh_acc_intensity_urban_high	υψηλή επιθετικότητα επιτάχυνσης σε αστική οδό
harsh_brk_intensity_highway_low	χαμηλή επιθετικότητα επιβράδυνσης σε αυτοκινητόδρομο
harsh_brk_intensity_highway_medium	μέτρια επιθετικότητα επιβράδυνσης σε αυτοκινητόδρομο
harsh_brk_intensity_highway_high	υψηλή επιθετικότητα επιβράδυνσης σε αυτοκινητόδρομο
harsh_brk_intensity_rural_low	χαμηλή επιθετικότητα επιβράδυνσης σε υπεραστική οδό
harsh_brk_intensity_rural_medium	μέτρια επιθετικότητα επιβράδυνσης σε υπεραστική οδό
harsh_brk_intensity_rural_high	υψηλή επιθετικότητα επιβράδυνσης σε υπεραστική οδό
harsh_brk_intensity_urban_low	χαμηλή επιθετικότητα επιβράδυνσης σε αστική οδό
harsh_brk_intensity_urban_medium	μέτρια επιθετικότητα επιβράδυνσης σε αστική οδό
harsh_brk_intensity_urban_high	υψηλή επιθετικότητα επιβράδυνσης σε αστική οδό
harsh_acc_rural	απότομη επιτάχυνση σε υπεραστική οδό (απόλυτος αριθμός)
harsh_acc_urban	απότομη επιτάχυνση σε αστική οδό (απόλυτος αριθμός)
harsh_brk	απότομο φρενάρισμα/επιβράδυνση (απόλυτος αριθμός)
harsh_brk_30	απότομη επιβράδυνση με όριο ταχύτητας 30km/h (απόλυτος αριθμός)
harsh_brk_3050	απότομη επιβράδυνση με όριο ταχύτητας 30-50km/h (απόλυτος αριθμός)
harsh_brk_5090	απότομη επιβράδυνση με όριο ταχύτητας 50-90km/h (απόλυτος αριθμός)
harsh_brk_90	απότομη επιβράδυνση με όριο ταχύτητας 90km/h (απόλυτος αριθμός)
harsh_brk_highway	απότομο φρενάρισμα/επιβράδυνση σε αυτοκινητόδρομο (απόλυτος αριθμός)
harsh_brk_rural	απότομο φρενάρισμα/επιβράδυνση σε υπεραστική οδό (απόλυτος αριθμός)
harsh_brk_urban	απότομο φρενάρισμα/επιβράδυνση σε αστική οδό (απόλυτος αριθμός)
harsh_crn	απότομη στροφή (απόλυτος αριθμός)
harsh_crn_30	απότομη στροφή με όριο ταχύτητας 30km/h (απόλυτος αριθμός)
harsh_crn_3050	απότομη στροφή με όριο ταχύτητας 30-50km/h (απόλυτος αριθμός)
harsh_crn_5090	απότομη στροφή με όριο ταχύτητας 50-90km/h (απόλυτος αριθμός)
harsh_crn_90	απότομη στροφή με όριο ταχύτητας 90km/h (απόλυτος αριθμός)
harsh_crn_highway	απότομη στροφή σε αυτοκινητόδρομο
harsh_crn_rural	απότομη στροφή σε υπεραστική οδό
harsh_crn_urban	απότομη στροφή σε αστική οδό
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 υπεραστική οδό
speeding_urban_percentage	ποσοστό οδήγησης πάνω από το όριο ταχύτητας σε αστική οδό
distance_risky_hours	οδήγηση σε επικίνδυνες ώρες από τις 22:00 μέχρι τις 05:00
smooth_eco	οικολογική οδήγηση

smooth_eco_highway	οικολογική οδήγηση σε αυτοκινητόδρομο
smooth_eco_rural	οικολογική οδήγηση σε υπεραστική οδό
smooth_eco_urban	οικολογική οδήγηση σε αστική οδό
tripstarted	ημερομηνία και ώρα έναρξης της μετακίνησης
peak_hour	ώρες αιχμής (κατηγορική μεταβλητή)
week_day	ημέρα της εβδομάδας
work_weekend	καθημερινή ή Σαββατοκύριακο (κατηγορική μεταβλητή)
smooth_corner	μέση στροφική ταχύτητα
licence_year	Πότε αποκτήσατε την άδεια οδήγησης του Ι.Χ. σας;
driving_exp	Πόσα χρόνια οδηγική εμπειρία έχετε, ανεξαρτήτως τύπου οχήματος;
days_per_week	Πόσες ημέρες την εβδομάδα χρησιμοποιείτε το Ι.Χ. σας;
km_week	Πόσα χιλιόμετρα περίπου οδηγείτε την εβδομάδα;
roytes_day	Πόσες διαδρομές πραγματοποιείτε κατά μέσο όρο την ημέρα ως οδηγός;
km_avg_day	Ποιο είναι το μέσο ημερήσιο μήκος των διαδρομών σας σε χιλιόμετρα;
km_year	Πόσα χιλιόμετρα οδηγείτε περίπου τον χρόνο;
vehicle_owner	Το όχημα που συνήθως χρησιμοποιείτε
cc	Ποιος είναι ο κυβισμός του οχήματός σας;
vehicle_age	Ποια είναι η ηλικία του οχήματός σας;
routes_fuel_avg	Ποια είναι η μέση κατανάλωση καυσίμου που παρατηρείτε κατά τις διαδρομές σας;
accidents-until_now	Σε πόσα ατυχήματα έχετε εμπλακεί ως οδηγός (είτε με δική σας υπαιτιότητα είτε όχι) μέχρι σήμερα;
accidents-3ly	Σε πόσα ατυχήματα έχετε εμπλακεί ως οδηγός (είτε με δική σας υπαιτιότητα είτε όχι) τα τελευταία 3 χρόνια;
accidents_victims-until_now	Σε πόσα ατυχήματα με παθόντες έχετε εμπλακεί ως οδηγός (είτε με δική σας υπαιτιότητα είτε όχι) μέχρι σήμερα;
accidents_victims-3ly	Σε πόσα ατυχήματα με παθόντες έχετε εμπλακεί ως οδηγός (είτε με δική σας υπαιτιότητα είτε όχι) τα τελευταία 3 χρόνια;
accidents_damages-until_now	Σε πόσα ατυχήματα με υλικές ζημιές μόνο έχετε εμπλακεί ως οδηγός (είτε με δική σας υπαιτιότητα είτε όχι) μέχρι σήμερα;
accidents_damages-3ly	Σε πόσα ατυχήματα με υλικές ζημιές μόνο έχετε εμπλακεί ως οδηγός (είτε με δική σας υπαιτιότητα είτε όχι) τα τελευταία 3 χρόνια;
pers_accident-until_now	Σε πόσα ατυχήματα έχετε εμπλακεί ως οδηγός (αποκλειστικά με δική σας υπαιτιότητα) μέχρι σήμερα;
pers_accident-3ly	Σε πόσα ατυχήματα έχετε εμπλακεί ως οδηγός (αποκλειστικά με δική σας υπαιτιότητα) τα τελευταία 3 χρόνια;
pers_accident_victims-until_now	Σε πόσα ατυχήματα με παθόντες έχετε εμπλακεί ως οδηγός (αποκλειστικά με δική σας υπαιτιότητα) μέχρι σήμερα;
pers_accident_victims-3ly	Σε πόσα ατυχήματα με παθόντες έχετε εμπλακεί ως οδηγός (αποκλειστικά με δική σας υπαιτιότητα) τα τελευταία 3 χρόνια;
pers_accident_damages-until_now	Σε πόσα ατυχήματα με υλικές ζημιές μόνο έχετε εμπλακεί ως οδηγός (αποκλειστικά με δική σας υπαιτιότητα) μέχρι σήμερα;

pers_accident_damages-3ly	Σε πόσα ατυχήματα με υλικές ζημιές μόνο έχετε εμπλακεί ως οδηγός (αποκλειστικά με δική σας υπαιτιότητα) τα τελευταία 3 χρόνια;
finance_3ly	Τα τελευταία τρία χρόνια, πόσες κλήσεις είχατε για παραβάσεις του Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας;
beyond_speed	Κάθε πόσο συχνά υπερβαίνετε τα όρια ταχύτητας;
harsh_braking	Κάθε πόσο συχνά κάνετε απότομα φρεναρίσματα;
harsh_acce	Κάθε πόσο συχνά κάνετε απότομες επιταχύνσεις;
harsh_turns	Κάθε πόσο συχνά κάνετε απότομες στροφές;
mbu2	Κάθε πόσο συχνά κάνετε χρήση του κινητού μου τηλεφώνου κατά την οδήγηση;
sp_lim_highway	Πόσο σέβεστε τα όρια ταχύτητας όταν οδηγείτε σε αυτοκινητόδρομο;
sp_limi_county	Πόσο σέβεστε τα όρια ταχύτητας όταν οδηγείτε σε υπεραστική οδό;
sp_limi_urban	Πόσο σέβεστε τα όρια ταχύτητας όταν οδηγείτε σε αστική οδό;
careful	Πόσο προσεκτικός/η οδηγός πιστεύετε ότι είστε;
aggressive	Πόσο επιθετικός/η οδηγός πιστεύετε ότι είστε;
gender	Ποιο είναι το φύλο σας;
age	Ποια είναι η ηλικία σας;
fam_situation	Ποια είναι η οικογενειακή σας κατάσταση;
fam_memb	Από πόσα άτομα αποτελείται το νοικοκυριό σας;
annual_income	Ποιο είναι το ετήσιο οικογενειακό σας εισόδημα;
education	Ποιο είναι το μορφωτικό σας επίπεδο;
famil_with_smartphones	Ποια είναι η εξοικείωση σας με τις εφαρμογές των Smartphones;