



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ 039F

ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΚΡΙΣΙΜΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΑΥΤΟΔΗΛΟΥΜΕΝΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΤΩΝ ΧΡΗΣΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΠΑΤΙΝΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

Διπλωματική εργασία



ΙΜΠΑΜΠΙ ΧΑΣΙΜ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΓΙΑΝΝΗΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΕΜΠ

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2025

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Γ. Γιαννή, Καθηγητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π., για την ανάθεση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, την υποστήριξη και την πολύτιμη καθοδήγησή του σε όλα τα στάδια εκπόνησής της, καθώς και την εξαιρετική συνεργασία μας.

Θα ήθελα, επίσης, να ευχαριστήσω εξίσου θερμά τον Δημήτρη Νικολάου, Διδάκτορα Ε.Μ.Π., για τις συμβουλές και τις υποδείξεις του πάνω σε σημαντικά θέματα της Διπλωματικής Εργασίας.

Αθήνα, Ιούλιος 2025

Χασίμ Ιμπάμπι

ΚΡΙΣΙΜΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΑΥΤΟΔΗΛΟΥΜΕΝΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΤΩΝ ΧΡΗΣΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΠΑΤΙΝΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

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

ΣΥΝΟΨΗ

Στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι η διερεύνηση κρίσιμων παραγόντων αυτοδηλούμενης συμπεριφοράς και ασφάλειας των χρηστών ηλεκτρικών πατινιών στην Ευρώπη. Για την επίτευξη του στόχου αυτού, αναπτύχθηκαν πέντε μοντέλα Διωνυμικής Λογιστικής Παλινδρόμησης με τυχαίες επιδράσεις για τις εξεταζόμενες χώρες. Οι μεταβλητές αυτές περιλαμβάνουν τη χρήση αλκοόλ κατά την οδήγηση, τη μεταφορά περισσότερων του ενός επιβατών, τη μη χρήση προστατευτικού κράνους, την παραβίαση ερυθρού σηματοδότη και τη χρήση του πεζοδρομίου αντί του οδοστρώματος ή του ποδηλατοδρόμου. Ανακαλύφθηκαν και ποσοτικοποιήθηκαν αρκετές στατιστικές σχέσεις που συσχετίζουν αυτές τις πέντε αυτοδηλούμενες συμπεριφορές με διάφορες ανεξάρτητες μεταβλητές. Τα αποτελέσματα των μοντέλων που αναπτύχθηκαν αναδεικνύουν τη σημασία παραγόντων όπως η αποδοχή επικίνδυνων συμπεριφορών, η ύπαρξη νομοθεσίας, το επίπεδο αστικοποίησης, το φύλο και η ηλικία. Τέλος, παρέχονται ορισμένες προτάσεις που θα μπορούσαν να βελτιώσουν την οδική ασφάλεια των χρηστών ηλεκτρικών πατινιών, όπως η αυστηροποίηση του νομικού πλαισίου, η αυστηρότερη επιτήρηση, καθώς και η βελτίωση των υποδομών.

Λέξεις κλειδιά: Οδική ασφάλεια, Ηλεκτρικό πατίνι, Αυτοδηλούμενη συμπεριφορά, ESRA, Διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση

CRITICAL FACTORS OF SELF REPORTED BEHAVIOUR AND SAFETY OF ELECTRIC SCOOTER USERS IN EUROPE

Ιμπάμπι Χασίμ

Supervisor: George Yannis, Professor, NTUA

ABSTRACT

In recent years, there has been a trend in Europe of citizens using electric scooters, especially for short distances. Their ease of use, avoidance of traffic congestion, cost-effectiveness, as well as zero emissions during use, are the main reasons for their increased usage in recent years. This thesis examines the road safety of electric scooters in Europe through the analysis of user behavior. More specifically, statistical models analyze the factors that lead electric scooter users to engage in dangerous driving behaviors. The results of the developed models highlight the importance of factors such as the acceptance of risky behaviors, the existence of legislation, the level of urbanization, and age. Mandatory helmet use and stricter rules prove to be particularly effective in reducing violations. Finally, some proposals are provided that could improve the road safety of electric scooter users, such as strengthening the legal framework, stricter enforcement, and infrastructure improvement.

Keywords: Road safety, Electric scooter, Self-reported behavior, ESRA, Binary logistic regression

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτέλεσε η **διερεύνηση κρίσιμων παραγόντων αυτοδηλούμενης συμπεριφοράς και ασφάλειας των χρηστών ηλεκτρικών πατινιών στην Ευρώπη**, με τη χρήση στατιστικών μοντέλων. Ειδικότερα, επιχειρείται η διερεύνηση των μεταβλητών που οδηγούν τους χρήστες των ηλεκτρικών πατινιών σε επικίνδυνες και παραβατικές συμπεριφορές.

Η **συλλογή** των απαραίτητων δεδομένων για την στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε από την έρευνα ESRA (E - Survey of Road users safety Attitudes) η οποία περιλαμβάνει στοιχεία οδικών συμπεριφορών και απόψεων για όλα τα είδη χρηστών της οδού. Πιο συγκεκριμένα επιλέχθηκε η έκδοση ESRA3, η οποία πραγματοποιήθηκε το 2023 και περιλαμβάνει στοιχεία για τρεις ηπείρους.

Για τον σκοπό της ανάλυσης χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα που αναφερόταν σε Ευρωπαϊκές χώρες. Την συλλογή των στοιχείων ακολούθησε η κατάλληλη επεξεργασία τους, προκειμένου να επιλεγεί σε επόμενο βήμα η κατάλληλη μεθοδολογία και να πραγματοποιηθεί η στατιστική τους ανάλυση στο λογισμικό R -Studio. Αναπτύχθηκαν πέντε μοντέλα με την μέθοδο της Διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης με τυχαίες επιδράσεις για τις χώρες. Τα μοντέλα αυτά εξετάζουν τον βαθμό που κάποιοι παράγοντες επηρεάζουν πέντε είδη επικίνδυνης συμπεριφοράς που εμφανίζουν οι χρήστες των ηλεκτρικών πατινιών.

Οι εξαρτημένες μεταβλητές αντιπροσωπεύουν συγκεκριμένες μορφές επικίνδυνης συμπεριφοράς από πλευράς των χρηστών ηλεκτρικών πατινιών. Οι μεταβλητές αυτές περιλαμβάνουν τη χρήση αλκοόλ κατά την οδήγηση, τη μεταφορά περισσότερων του ενός επιβατών, τη μη χρήση προστατευτικού κράνους, την παραβίαση ερυθρού σηματοδότη και τη χρήση του πεζοδρομίου αντί του δρόμου ή του ποδηλατόδρομου. Οι ανεξάρτητες μεταβλητές που επιλέχθηκαν για κάθε μοντέλο αφορούν δημογραφικά στοιχεία των ερωτηθέντων, γνώμη των ερωτηθέντων για διάφορες οδηγικές συμπεριφορές, καθώς και συμφωνία ή διαφωνία του ερωτηθέντα με ενδεχόμενο μέτρο πολιτικής.

Κάθε μοντέλο εκτιμήθηκε αρχικά ως απλό λογιστικό μοντέλο με σταθερές επιδράσεις, ενώ στη συνέχεια εφαρμόστηκε και μικτό μοντέλο με τυχαίες επιδράσεις ως προς τη χώρα. Η σύγκριση μεταξύ των δύο μοντέλων έγινε με χρήση κριτηρίων προσαρμογής, όπως το AICc και δοκιμές απόδοσης (π.χ. Hosmer-Lemeshow test). Επίσης, ελέγχθηκε η ύπαρξη πολυσυγγραμμικότητας μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών μέσω του δείκτη VIF, ώστε να διασφαλιστεί η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων.

Τα αποτελέσματα των συγκεκριμένων αναλύσεων παρουσιάζονται αναλυτικά στους παρακάτω πίνακες.

Μοντέλο 1: Δήλωση κατανάλωσης αλκοόλ κατά την οδήγηση ηλεκτρικού πατινιού

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Beta	S.E.	z-	P(> z)	Adj, Odds Ratio (95% CI)
(Σταθερά)	-1,263	0.1464	-8,627	< 2E-	
Φύλο	-0,356	0.1335	-2,663	0,008	0,70 (0,54-0,91)
Ηλικιακή κατηγορία	-0,769	0.2763	-2,782	0,005	0,46 (0,27-0,80)
Φοιτητής;	0,146	0.1454	1,001	0,317	1,16 (0,87-1,53)
Έμπλ_προσ_σε_ατυχ_με_ηλεκτρ_πατ_με_τραυμ_di	0,729	0.3380	2,157	0,031	2,07 (1,07-4,01)
Αποδ_υπερβ_οριου_αλκ_di	1,452	0.1984	7,321	0,000	4,27 (2,90-6,31)
Αποδ_υπερβ_οριου_αλκ_ποδηλ_di	1,147	0.1904	6,024	0,000	3,15 (2,17-4,58)
Αποδ_πεζ_περη_δρ_με_υπερβ_οριου_αλκ_di	0,421	0.1416	2,976	0,003	1,52 (1,15-2,02)
Μικρ_διαδρ_οδηγ_υπό_επήρρεια_αλκ_di	1,589	0.2148	7,397	0,000	4,90 (3,21-7,48)
Απαγ_οδηγ_μετα_από_καταν_αλκ_di	-0,446	0.1509	-2,958	0,003	0,64 (0,48-0,86)
Απαγ_ποδηλ_να_οδηγ_μετά_από_καταν_αλκ_di	-0,506	0.1555	-3,254	0,001	0,60 (0,45-0,82)
AIC	1750,233				
HOSMER & LEMESHOW	0,513				

Μοντέλο 2: Δήλωση οδήγησης ηλεκτρικού πατινιού με πάνω από ένα άτομο

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Beta	S.E.	z-	P(> z)	Adj, Odds Ratio (95% CI)
(Σταθερά)	-0,409	0.152	-2,699	0,007	0,66 (0,50-0,88)
Ηλικιακή κατηγορία	-1,219	0.227	-5,372	0,000	0,30 (0,19-0,45)
Φοιτητής;	0,396	0.113	3,490	0,000	1,49 (1,19-1,84)
Έμπλ_προσ_σε_ατυχ_με_ηλεκτρ_πατ_με_τραυμ_di	0,365	0.284	1,285	0,199	1,44 (0,83-2,49)
Αστικοποίηση	-0,398	0.139	-2,852	0,004	0,67 (0,51-0,88)
Αποδ_γρηγ_οδηγ_σε_δυσμ_συνθήκες_di	1,878	0.169	11,122	< 2e-	6,54 (4,71-9,09)
Περ_οριου_ταχ_στα_30χλ/ώρα_σε_πυκν_περ_di	-0,264	0.101	-2,619	0,009	0,77 (0,63-0,94)
AIC	2563,509				
HOSMER & LEMESHOW	0,517				

Μοντέλο 3: Μη χρήση κράνους ασφαλείας κατά την οδήγηση ηλεκτρικού πατινιού

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Beta	S.E.	z-	P(> z)	Adj, Odds Ratio (95% CI)
Φοιτητής;	0,650	0.193	3,374	0,001	(1,32 - 2,79)
Αστικοποίηση	0,016	0.117	0,141	0,888	(0,81 - 1,28)
Αποδ_μη_χρήσης_κράνους_ασφ_di	-0,445	0.148	-3,004	0,003	(0,48 - 0,85)
Απαίτηση_χρ_κράνους_di	1,952	0.137	14,209	< 2e-	(5,36 - 9,26)
AIC	2562,732				
HOSMER & LEMESHOW	0,639				

Μοντέλο 4: Παραβίαση ερυθρού σηματοδότη κατά την οδήγηση ηλεκτρικού πατινιού

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Beta	S.E.	z-	P(> z)	Adj, Odds Ratio (95% CI)
(Σταθερά)	-1,164	0.124	-9,387	< 2e-	0,31 (0,25 - 0,40)
Φύλο	-0,289	0.119	-2,432	0,015	0,75 (0,59 - 0,95)
Ηλικιακή κατηγορία	-0,874	0.245	-3,571	0,000	0,42 (0,26 - 0,68)
Φοιτητής;	0,192	0.133	1,438	0,150	1,21 (0,93 - 1,57)
Έμπλ_προσ_σε_ατυχ_με_ηλεκτρ_πατ_με_τραυμ_di	0,845	0.334	2,526	0,012	2,33 (1,20 - 4,53)
Αποδ_γρηγ_οδηγ_σε_δυσμ_συνθήκες_di	0,687	0.212	3,244	0,001	1,99 (1,31 - 3,02)
Αποδ_παραβ_ερυθρού_σηματ_di	1,357	0.216	6,272	0,000	3,88 (2,58 - 5,83)
Αποδ_πεζ_παραβ_ερυθρ_σημ_di	1,435	0.199	7,209	0,000	4,20 (2,84 - 6,21)
Πρέπει_οδηγ_γρηγ_αλλιώς_χάνω_χρόνο_di	1,003	0.174	5,754	0,000	2,73 (1,94 - 3,85)
AIC	2055,750				
HOSMER & LEMESHOW	0,278				

Μοντέλο 5: Οδήγηση ηλεκτρικού πατινιού πάνω στο πεζοδρόμιο

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Beta	S.E.	z-	P(> z)	Adj, Odds Ratio (95% CI)
(Σταθερά)	-0,115	0.169	-0,684	0,494	0,89 (0,63 - 1,26)
Φύλο	0,093	0.101	0,923	0,356	1,10 (0,90 - 1,34)
Φοιτητής;	0,246	0.115	2,139	0,032	1,28 (1,02 - 1,60)
Έμπλ_προσ_σε_ατυχ_με_ηλεκτρ_πατ_με_τραυμ_di	0,682	0.304	2,247	0,025	1,98 (1,09 - 3,61)
Αποδ_υπερβ_οριου_ταχύτητας_εντ_κατ_περ_di	1,408	0.176	7,984	0,000	4,09 (2,86 - 5,86)
Τα_μηχ_οχημ_πρέπει_πάντα_να_παραχ_προτ_σε_πεζ_και_ποδ_di	0,326	0.097	3,372	0,001	1,39 (1,14 - 1,70)
AIC	2612,529				
HOSMER & LEMESHOW	0,418				

Από τα διάφορα στάδια εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας προέκυψε μια σειρά συμπερασμάτων που συνδέονται άμεσα με το αντικείμενο και τον αρχικό της στόχο. Στο παρόν υποκεφάλαιο επιχειρείται να δοθεί απάντηση στα ερωτήματα που τέθηκαν, με τη σύνθεση των αποτελεσμάτων των προηγούμενων κεφαλαίων. Τα σημαντικότερα συμπεράσματα συνοψίζονται ως εξής:

- Οι **γυναίκες χρήστες ηλεκτρικών πατινιών παρουσιάζουν πιο ασφαλή οδηγική συμπεριφορά σε σχέση με τους άντρες**. Αυτό πιθανότητα οφείλεται στο γεγονός ότι οι άνδρες υπερεκτιμούν πολλές φορές τις δυνατότητές τους, νιώθοντας πως κατέχουν τον έλεγχο μιας κυκλοφοριακής κατάστασης.
- Η **χρήση του πεζοδρομίου για την κίνηση με ηλεκτρικό πατίνι αποτελεί μια ιδιαίτερα συχνή αλλά επικίνδυνη πρακτική, η οποία φαίνεται να οφείλεται κυρίως σε ελλείψεις υποδομές για μικροκινητικότητα**. Η απουσία διακριτών ποδηλατολωρίδων ή άλλων ασφαλών οδών οδηγεί τους χρήστες σε εναλλακτικές διαδρομές, ακόμα και εις βάρος της ασφάλειας των πεζών.
- Η **αποδοχή των επικίνδυνων συμπεριφορών και η έλλειψη υποστήριξης για ρυθμιστικά μέτρα ασφάλειας φαίνεται να σχετίζονται με υψηλότερα ποσοστά παραβατικών πρακτικών**. Αντίθετα, οι χρήστες που τάσσονται υπέρ της εφαρμογής υποχρεωτικών μέτρων (π.χ. χρήση κράνους) εμφανίζουν πιο συνετή και υπεύθυνη στάση.
- Η **παραβίαση ερυθρού σηματοδότη από τους χρήστες ηλεκτρικών πατινιών σχετίζεται με ευρύτερες στάσεις ανοχής απέναντι σε επικίνδυνες οδηγικές συμπεριφορές**. Χρήστες που δεν θεωρούν σοβαρή την παραβίαση του σηματοδότη εμφανίζουν αυξημένες πιθανότητες εκδήλωσης αυτής της συμπεριφοράς, γεγονός που καθιστά αναγκαία την ενίσχυση της οδικής αγωγής.
- Η **αστικοποίηση επηρεάζει αρνητικά τη χρήση κράνους**, καθώς σε περιοχές με έντονο αστικό χαρακτήρα καταγράφεται χαμηλότερη συμμόρφωση. Οι χρήστες ηλεκτρικών πατινιών διανύουν, κατά κανόνα, μικρότερες αποστάσεις σε σύγκριση με εκείνους σε λιγότερο αστικές περιοχές, γεγονός που οδηγεί σε ψευδή αίσθηση ασφάλειας των χρηστών.
- Οι **νεαρότερες ηλικίες και άτομα με περιορισμένη εμπειρία χρήσης του πατινιού παρουσιάζουν αυξημένες πιθανότητες μεταφοράς δεύτερου επιβάτη**, γεγονός που αυξάνει τους κινδύνους τραυματισμού. Η έλλειψη επίσημης πληροφόρησης και απουσία ρυθμιστικού πλαισίου συμβάλλουν στην εδραίωση αυτής της επικίνδυνης πρακτικής.
- Η ενσωμάτωση τυχαίων επιδράσεων ανά χώρα μέσω των μικτών μοντέλων βελτίωσε σημαντικά τις επιδόσεις των μοντέλων και ανέδειξε **διαφορές στις συμπεριφορές μεταξύ των κρατών**. Αυτές οι διαφορές ενδεχομένως να αποδίδονται σε πολιτισμικά χαρακτηριστικά, διαφορετικά ρυθμιστικά πλαίσια, επίπεδα επιτήρησης και στάσεις απέναντι στην τήρηση των κανόνων κυκλοφορίας.

Περιεχόμενα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	3
1.1 ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	3
1.2 ΣΤΟΧΟΣ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΓΓΡΑΣΙΑΣ	4
1.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	4
1.4 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	8
2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	8
2.2 ΣΥΝΑΦΕΙΣ ΕΡΕΥΝΕΣ	8
2.2.1 Εισαγωγή.....	8
2.2.2 ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΠΑΤΙΝΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ.....	8
2.3 Σύνοψη.....	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ	15
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	15
3.2 ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ	15
3.2.1 Πιθανοτική ανάλυση.....	15
3.2.2 ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ	15
3.3 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟΥ	17
Κεφάλαιο 4: Συλλογή και επεξεργασία στοιχείων.....	19
4.1 Εισαγωγή.....	19
4.2 Η έρευνα ESRA	19
4.2.1 Γενικά για την έρευνα ESRA.....	19
4.2.2 Ορισμός χαρακτηριστικών του δείγματος	20
4.2.3 Θεματολογία των ερωτήσεων	20
4.2.4 Η σημασία της έρευνας ESRA.....	21
4.3 Επεξεργασία δεδομένων	22
4.3.1 Καταχώρηση των στοιχείων της έρευνας και επεξεργασία των δεδομένων	22
4.3.2 Προκαταρκτική ανάλυση δεδομένων.....	23
Κεφάλαιο 5: Εφαρμογή μεθοδολογιών - Αποτελέσματα	30
5.1 Εισαγωγή.....	30
5.2 Κώδικας.....	30
5.2.1 Προεπεξεργασία δεδομένων	30
5.3 Μοντέλα Διωνυμικής Λογιστικής Παλινδρόμησης.....	32

5.3.1 Δήλωση οδήγησης e-scooter μετά από κατανάλωση αλκοόλ.....	35
5.3.2 Δήλωση οδήγησης πατινιού με πάνω από ένα άτομο.....	38
5.3.3. Μη χρήση κράνους ασφαλείας κατά την οδήγηση ηλεκτρικού πατινιού.....	41
5.3.4. Παραβίαση ερυθρού σηματοδότη κατά την οδήγηση ηλεκτρικού πατινιού	44
5.3.5. Οδήγηση ηλεκτρικού πατινιού πάνω στο πεζοδρόμιο.....	47
6. Συμπεράσματα	50
6.1 Εισαγωγή	50
6.2 Συνολικά συμπεράσματα	52
6.3 Προτάσεις.....	53
6.4 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.....	54
Βιβλιογραφία.....	55

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Τα τελευταία χρόνια τα **ηλεκτρικά πατίνια** γνωρίζουν ραγδαία ανάπτυξη σε πολλές ευρωπαϊκές πόλεις αποτελώντας μία νέα, βιώσιμη και ευέλικτη μορφή αστικής μετακίνησης. Η οικονομικότητα τους στην μετακίνηση, η φιλικότητα στο περιβάλλον κατά την χρήση τους καθώς και η κυκλοφοριακή συμφόρηση που επικρατεί σε πολλές ευρωπαϊκές πρωτεύουσες είναι κάποιοι από τους λόγους εξάπλωσης της χρήσης των ηλεκτρικών πατινιών. Ωστόσο, η ξαφνική και εκτεταμένη χρήση των ηλεκτρικών πατινιών στο αστικό οδικό δίκτυο έχει προκαλέσει **έντονες ανησυχίες σχετικά με την οδική ασφάλεια** των οδηγών ηλεκτρικών πατινιών, αλλά και των υπόλοιπων χρηστών του οδικού δικτύου.

Τα στοιχεία που έχουν καταγραφεί μέχρι στιγμής σε διάφορες ευρωπαϊκές χώρες δείχνουν ότι τα ατυχήματα που σχετίζονται με ηλεκτρικά πατίνια αυξάνονται, ενώ σημαντικό ποσοστό εξ' αυτών οδηγεί σε σοβαρό τραυματισμό ή και θάνατο. Πιο συγκεκριμένα το 2023 σημειώθηκαν στην Ευρώπη 110 **θανατηφόρα ατυχήματα** με εμπλοκή ηλεκτρικού πατινιού. Αξίζει αν σημειωθεί ότι στα 46 από αυτά δεν εμπλεκόταν άλλο όχημα ή πεζός, γεγονός που υποδεικνύει την ανάγκη ανάλυσης της συμπεριφοράς των χρηστών ηλεκτρικών πατινιών. Σύμφωνα με την έρευνα του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας, στην οποία συλλέγονται στοιχεία από 27 χώρες, το **2021 το 1% των θανατηφόρων ατυχημάτων** (11900) αφορούσε ηλεκτρικά πατίνια.

Ένας από τους παράγοντες που συμβάλλουν στην επικινδυνότητα της χρήσης τους είναι η **έλλειψη επαρκούς ρυθμιστικού πλαισίου** σχετικά με την χρήση των πατινιών, καθώς η χρήση τους δεν απαιτεί κατοχή άδειας οδήγησης, με αποτέλεσμα να χρησιμοποιούνται (και) από μη κατάλληλους οδηγούς. Η **έλλειψη κατάλληλων υποδομών** είναι άλλος ένας σημαντικός παράγοντας κινδύνου. Σε πολλές πόλεις, οι χρήστες των ηλεκτρικών πατινιών συχνά αναγκάζονται να συνυπάρχουν με τα αυτοκίνητα, τα ποδήλατα και τους πεζούς σε κοινά σημεία του οδικού δικτύου. Η απουσία ειδικών λωρίδων για πατίνια ή ποδηλατοδρόμων αυξάνει σημαντικά τον κίνδυνο ατυχημάτων, καθώς η σύγκρουση με άλλα οχήματα ή πεζούς είναι πιο πιθανή. Επιπλέον, η χρήση κράνους δεν είναι υποχρεωτική σε πολλές χώρες, αν και είναι μία από τις πιο αποτελεσματικές πρακτικές για την αποφυγή σοβαρών τραυματισμών σε περίπτωση ατυχήματος. Ανάμεσα στους επιπλέον παράγοντες κινδύνου περιλαμβάνονται οι συνθήκες της οδού, οι οποίες μπορεί να είναι επικίνδυνες για την οδήγηση ενός ηλεκτρικού πατινιού, όπως ανωμαλίες του οδοστρώματος, κατασκευαστικά έργα ή δυσμενείς καιρικές συνθήκες. Ο έλεγχος της ταχύτητας, η συνείδηση των χρηστών για τους κινδύνους και η εκπαίδευση των οδηγών είναι κρίσιμα για τη μείωση των ατυχημάτων. Επιπλέον, η αναγνώριση του ρόλου της τεχνολογίας στην ασφάλεια, όπως η ενσωμάτωση συστημάτων αντιολισθητικών τροχών και φώτων, μπορεί να συμβάλει στη μείωση των κινδύνων και στην ενίσχυση της οδικής ασφάλειας.

Εν κατακλείδι, ενώ τα ηλεκτρικά πατίνια προσφέρουν πολλές θετικές δυνατότητες για τη βελτίωση της αστικής κινητικότητας, η χρήση τους φέρει και **σημαντικούς κινδύνους**, οι οποίοι απαιτούν την ανάπτυξη ενός πιο αυστηρού κανονιστικού πλαισίου και την επένδυση σε κατάλληλες υποδομές. Προκειμένου να μειωθεί ο κίνδυνος ατυχημάτων και να αυξηθεί η ασφάλεια για τους χρήστες και τους υπόλοιπους συμμετέχοντες στη κυκλοφορία, είναι απαραίτητο να ληφθούν σοβαρά υπόψη οι παραπάνω παράγοντες και να εφαρμοστούν **μέτρα που θα εξασφαλίσουν μια ασφαλή και βιώσιμη χρήση των ηλεκτρικών πατινιών**.

1.2 ΣΤΟΧΟΣ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΓΓΑΣΙΑΣ

Στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι η **διερεύνηση των κρίσιμων παραγόντων αυτοδηλούμενης συμπεριφοράς και ασφάλειας των χρηστών ηλεκτρικών πατινιών στην Ευρώπη**, με τη χρήση στατιστικών μοντέλων. Τα ηλεκτρικά πατίνια, ως μέσο μετακίνησης, έχουν αποκτήσει έντονη παρουσία στις πόλεις της Ευρώπης, προσφέροντας μια βιώσιμη εναλλακτική μετακίνησης. Ωστόσο, η αυξημένη χρήση τους έχει συνοδευτεί από **ανησυχίες σχετικά με την οδική ασφάλεια**, γεγονός που καθιστά επιτακτική την ανάγκη μελέτης των παραγόντων που σχετίζονται με την επικινδυνότητά τους.

Τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται προέρχονται από την **παγκόσμια έρευνα ESRA3** (E-Survey of Road Users' Attitudes), η οποία συλλέγει πληθώρα πληροφοριών σχετικά με τις αντιλήψεις, τις συνήθειες και τη συμπεριφορά των οδηγών και χρηστών διάφορων μέσων μεταφοράς, συμπεριλαμβανομένων των ηλεκτρικών πατινιών. Η ανάλυση εστιάζει τόσο σε ειδικές ερωτήσεις που σχετίζονται με τη χρήση των πατινιών, όσο και σε γενικότερες πτυχές της οδηγικής συμπεριφοράς, όπως η συμμόρφωση με τους κανόνες κυκλοφορίας, η χρήση προστατευτικού εξοπλισμού, η επιθετική ή απρόσεκτη οδήγηση κ.ά.

Η μεθοδολογία της εργασίας βασίζεται στη **στατιστική επεξεργασία των δεδομένων** και στην εφαρμογή λογιστικών μοντέλων (logistic regression) μέσω της γλώσσας προγραμματισμού R, με σκοπό την αναγνώριση των βασικών παραγόντων που επηρεάζουν τις επικίνδυνες συμπεριφορές. Μέσα από την ερμηνεία των ευρημάτων, **επιδιώκεται η ανάδειξη προτύπων και τάσεων συμπεριφοράς των χρηστών**, τα οποία θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν ως βάση για τη διαμόρφωση κατάλληλων πολιτικών οδικής ασφάλειας και ρυθμιστικών παρεμβάσεων τόσο σε εθνικό όσο και σε ευρωπαϊκό επίπεδο.

1.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Για την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας και για την επίτευξη του τελικού στόχου ακολουθήθηκε συγκεκριμένη μεθοδολογία, όπως περιγράφεται παρακάτω.

Αρχικά σε πρώτο στάδιο πραγματοποιήθηκε ο **καθορισμός του αντικειμένου** προς εξέταση καθώς και ο επιδιωκόμενος στόχος. Προκειμένου να επιτευχθεί ο στόχος πραγματοποιήθηκε **βιβλιογραφική ανασκόπηση**. Πιο συγκεκριμένα αναζητήθηκαν έρευνες και επιστημονικά άρθρα με θεματολογία συναφή της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Η μελέτη των πηγών αυτών συνέβαλε τόσο στην κατανόηση του τρόπου ανάλυσης παρόμοιων θεμάτων όσο και στην επιλογή της κατάλληλης μεθοδολογίας για την επεξεργασία των δεδομένων. Παράλληλα μέσω της έρευνας αποκτήθηκε μια ολοκληρωμένη εικόνα στο ευρύτερο πεδίο των ηλεκτρικών πατινιών.

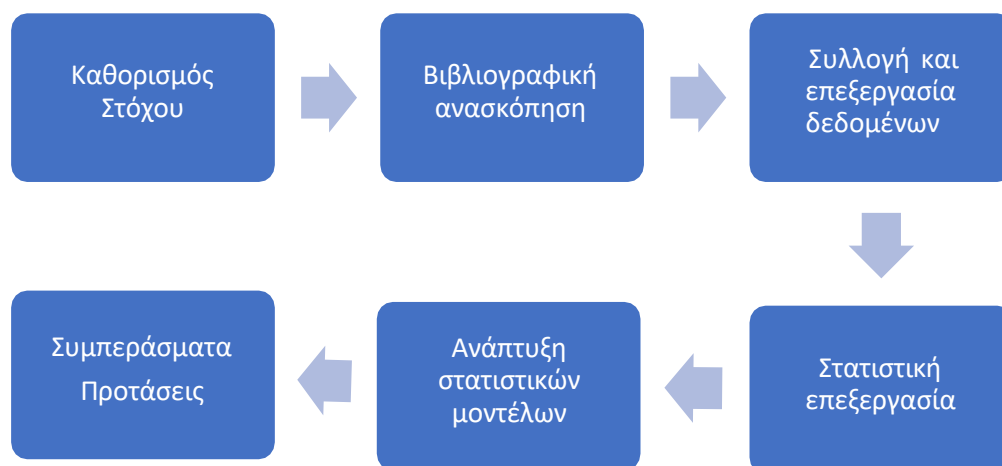
Στην συνέχεια πραγματοποιήθηκε η **συλλογή των απαραίτητων στοιχείων**. Η συλλογή των δεδομένων βασίστηκε στην παγκόσμια έρευνα ESRA3, η οποία πραγματοποιήθηκε το 2023 και περιλαμβάνει αντιπροσωπευτικά δείγματα από πολίτες διαφόρων ευρωπαϊκών χωρών. Οι συμμετέχοντες απάντησαν σε ερωτήσεις που σχετίζονται με την οδική τους συμπεριφορά, τις στάσεις τους απέναντι στην ασφάλεια, καθώς και τη χρήση νέων μορφών μετακίνησης, όπως τα ηλεκτρικά πατίνια. Τα δεδομένα περιλαμβάνουν μεταβλητές που καλύπτουν κοινωνικοδημογραφικά χαρακτηριστικά, συνήθειες μετακίνησης και συγκεκριμένες πρακτικές που σχετίζονται με επικίνδυνες συμπεριφορές κατά τη χρήση ηλεκτρικών πατινιών.

Επόμενο βήμα αποτέλεσε η **επιλογή των μεταβλητών** που κρίθηκαν σχετικές με το αντικείμενο της εργασίας. Οι μεταβλητές που επιλέχθηκαν αφορούν δημογραφικά χαρακτηριστικά των ερωτηθέντων, οδηγικές απόψεις και συμπεριφορές. Ταξινομήθηκαν και επεξεργάστηκαν κατάλληλα σε ηλεκτρονική μορφή, μέσω της γλώσσας προγραμματισμού R.

Αφού ολοκληρώθηκε η συλλογή των δεδομένων, στην συνέχεια πραγματοποιήθηκε η **στατιστική ανάλυση**. Επικεντρώθηκε στη χρήση λογιστικών μοντέλων για την εκτίμηση των παραμέτρων που σχετίζονται με επικίνδυνες συμπεριφορές των χρηστών ηλεκτρικών πατινιών. Συγκεκριμένα, εφαρμόστηκαν **μοντέλα λογιστικής παλινδρόμησης** για να αναγνωριστούν οι σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν τη συμπεριφορά των χρηστών, όπως το φύλο, η ηλικία, η χρήση κράνους, η αστική περιοχή, και η συμπεριφορά στις διαβάσεις πεζών ή το κόκκινο φανάρι. Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκαν έλεγχοι πολυγραμματικής συνδιαλλαγής (VIF) για να αξιολογηθεί η ύπαρξη πολυπλοκότητας μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών, καθώς και το τεστ Hosmer-Lemeshow για να εξεταστεί η ποιότητα των μοντέλων. Επίσης χρησιμοποιήθηκαν μοντέλα random effects για να εκτιμηθεί η συνεισφορά διαφορετικών παραμέτρων στις επικίνδυνες συμπεριφορές, εξετάζοντας την επίδραση της χώρας και άλλων γεωγραφικών παραμέτρων.

Μετά την ολοκλήρωση της στατιστικής ανάλυσης, πραγματοποιήθηκε **αξιολόγηση και ερμηνεία** των αποτελεσμάτων προκειμένου να αναδειχθούν τα πρότυπα επικίνδυνων συμπεριφορών των χρηστών ηλεκτρικών πατινιών. Τα ευρήματα αυτά χρησιμοποιήθηκαν στη **διατύπωση προτάσεων** για την αντιμετώπιση του ζητήματος, ενώ μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για την συνέχιση της έρευνας στο συγκεκριμένο πεδίο.

Παρακάτω παρουσιάζεται το διάγραμμα ροής της εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας.



Διάγραμμα 1.1: Διάγραμμα ροής σταδίων εκπόνησης της Διπλωματικής Εργασίας

1.4 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται η δομή της διπλωματικής εργασίας μέσω συνοπτικής αναφοράς του περιεχομένου κάθε κεφαλαίου.

Στο **πρώτο κεφάλαιο**, το οποίο είναι **εισαγωγικό**, παρέχεται μια ανασκόπηση της αύξησης της χρήσης των ηλεκτρικών πατινιών στην Ευρώπη και των σχετικών ανησυχιών για την οδική ασφάλεια. Στη συνέχεια περιγράφεται το αντικείμενο και ο σκοπός της διπλωματικής εργασίας, ενώ ακολουθεί και μια σύντομη περιγραφή της μεθοδολογίας καθώς και της δομής της διπλωματικής εργασίας.

Στο **δεύτερο κεφάλαιο**, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την **βιβλιογραφική ανασκόπηση** που πραγματοποιήθηκε μέσω της αναζήτησης σχετικών με το αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας ερευνών και επιστημονικών άρθρων. Αναφέρονται συνοπτικά τα αποτελέσματα των ερευνών αυτών, τα οποία αξιολογούνται με βάση την συμβολή τους στο αντικείμενο της παρούσας έρευνας.

Στο **τρίτο κεφάλαιο**, που αποτελεί το **θεωρητικό υπόβαθρο**, αναλύεται η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε για τη συλλογή και ανάλυση των δεδομένων σχετικά με τις επικίνδυνες συμπεριφορές των χρηστών των ηλεκτρικών πατινιών. Εξετάζονται οι βασικές αρχές της στατιστικής ανάλυσης, καθώς και οι τεχνικές που εφαρμόστηκαν, όπως η λογιστική παλινδρόμηση (logistic regression) για τον εντοπισμό παραμέτρων που επηρεάζουν τις επικίνδυνες συμπεριφορές των χρηστών. Επιπλέον, παρουσιάζονται οι παράγοντες που εξετάστηκαν και τα εργαλεία στατιστικής ανάλυσης που χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση των δεδομένων από την έρευνα ESRA3.

Στο **τέταρτο κεφάλαιο**, το οποίο αποτελεί το κεφάλαιο της περιγράφεται η διαδικασία άντλησης στοιχείων από την παγκόσμια έρευνα ESRA3 **συλλογής**

και επεξεργασίας των δεδομένων, η οποία αποτελεί τη βασική πηγή δεδομένων της παρούσας εργασίας. Γίνεται αναφορά στα επιλεγμένα δημογραφικά χαρακτηριστικά και στοιχεία συμπεριφοράς που σχετίζονται με τη χρήση ηλεκτρικών πατινιών. Παρουσιάζονται τα κριτήρια επιλογής των μεταβλητών, καθώς και τα βήματα καθαρισμού και φιλτραρίσματος του δείγματος. Επίσης, καταγράφεται η μετατροπή μεταβλητών σε κατάλληλη μορφή για στατιστική ανάλυση, με στόχο τη διασφάλιση της αξιοπιστίας και εγκυρότητας των αποτελεσμάτων.

Στο **πέμπτο κεφάλαιο**, παρουσιάζεται η **στατιστική προσέγγιση** που υιοθετήθηκε για την ανάλυση της επικινδυνότητας της χρήσης ηλεκτρικών πατινιών. Εφαρμόστηκαν δυαδικά λογιστικά μοντέλα (logistic regression), τόσο με σταθερές όσο και με τυχαίες επιδράσεις, ώστε να εντοπιστούν οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν επικίνδυνες συμπεριφορές. Παράλληλα, έγινε αξιολόγηση της επίδοσης των μοντέλων και έλεγχος καταλληλότητας, ενώ τα αποτελέσματα αναλύθηκαν με στόχο την εξαγωγή ουσιαστικών συμπερασμάτων σε ευρωπαϊκό επίπεδο.

Στο **έκτο κεφάλαιο**, συνοψίζονται τα βασικά **ευρήματα της έρευνας**, εστιάζοντας στους παράγοντες που σχετίζονται με την επικίνδυνη χρήση ηλεκτρικών πατινιών. Παρουσιάζονται οι κυριότερες τάσεις που προέκυψαν από τη στατιστική ανάλυση και συζητείται η σημασία τους σε επίπεδο οδικής ασφάλειας και χάραξης πολιτικής. Τονίζεται η συμβολή της μελέτης στην κατανόηση των συμπεριφορών των χρηστών και προτείνονται κατευθύνσεις για μελλοντικές έρευνες και παρεμβάσεις.

Στο **έβδομο κεφάλαιο**, παρουσιάζεται η **βιβλιογραφία** που χρησιμοποιήθηκε για την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το παρόν κεφάλαιο αποτελεί τη **βιβλιογραφική ανασκόπηση** της εργασίας και έχει ως στόχο την καταγραφή, ανάλυση και σύνθεση των υφιστάμενων ερευνών που σχετίζονται με το αντικείμενο μελέτης. Πιο συγκεκριμένα, εξετάζονται ερευνητικά δεδομένα και πορίσματα από τη διεθνή βιβλιογραφία που αφορούν τη χρήση των **ηλεκτρικών πατινιών**, τις επικίνδυνες ή αποκλίνουσες **συμπεριφορές** των χρηστών, καθώς και τους παράγοντες που επηρεάζουν αυτές τις συμπεριφορές, όπως η ηλικία, το φύλο, η εμπειρία, το είδος του οχήματος (ιδιωτικό ή κοινόχρηστο), αλλά και οι υποδομές της πόλης. Επιπλέον, εντοπίζονται κενά στην υπάρχουσα γνώση, τα οποία μπορούν να καλυφθούν από την παρούσα μελέτη, ενισχύοντας τη σημασία και την αναγκαιότητά της. Η ανασκόπηση αυτή συμβάλλει ουσιαστικά στην εδραίωση του θεωρητικού πλαισίου της εργασίας, καθώς και στη διαμόρφωση των ερευνητικών ερωτημάτων και υποθέσεων. Παράλληλα, τεκμηριώνεται η μεθοδολογική προσέγγιση που υιοθετείται στα επόμενα κεφάλαια, προσφέροντας ένα σταθερό υπόβαθρο για την κατανόηση των δεδομένων και την ερμηνεία των αποτελεσμάτων της έρευνας.

2.2 ΣΥΝΑΦΕΙΣ ΕΡΕΥΝΕΣ

2.2.1 Εισαγωγή

Η **ραγδαία εξάπλωση των ηλεκτρικών πατινιών** (e-scooters) στις ευρωπαϊκές πόλεις έχει αναδείξει σημαντικά ζητήματα οδικής ασφάλειας. Αν και προσφέρουν βιώσιμες εναλλακτικές μετακίνησης, η **αύξηση των ατυχημάτων** και των σοβαρών τραυματισμών έχει προκαλέσει ανησυχία στους αρμόδιους φορείς και την επιστημονική κοινότητα σχετικά με την ασφάλεια των χρηστών τους. Η ελευθερία που προσφέρουν τα ηλεκτρικά πατίνια σε συνδυασμό με την έλλειψη ενοποιημένων κανόνων και υποδομών σε πολλές πόλεις οδηγούν σε μια αύξηση των ατυχημάτων.

2.2.2 ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΠΑΤΙΝΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

Μία σημαντική μελέτη που συμβάλλει στην κατανόηση των κινδύνων που σχετίζονται με τη χρήση ηλεκτρικών πατινιών είναι αυτή των **Yang et al. (2021)**, η οποία εξετάζει τις αλληλεπιδράσεις του περιβάλλοντος με τη συμπεριφορά οδήγησης μέσω πειραμάτων φυσικής οδήγησης. Οι ερευνητές ανέπτυξαν ένα σύστημα κινητής καταγραφής δεδομένων για να συλλέξουν πληροφορίες όπως κραδασμούς, μεταβολές ταχύτητας και απόσταση από άλλα αντικείμενα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα πατίνια είναι πιο επιρρεπή σε έντονους

κραδασμούς και μικρές αποστάσεις από εμπόδια, ειδικά όταν κινούνται σε πεζοδρόμια ή οδοστρώματα με κακή υποδομή. Η έλλειψη κατάλληλων εγκαταστάσεων και οι ασαφείς κανονισμοί εντείνουν τους κινδύνους για χρήστες και πεζούς. Η μελέτη αναδεικνύει την **ανάγκη για στοχευμένες πολιτικές και υποδομές** που να υποστηρίζουν την ασφαλή ενσωμάτωση των ηλεκτρικών πατινιών στις αστικές μετακινήσεις, ένα ζήτημα ιδιαίτερα κρίσιμο και για τις ευρωπαϊκές πόλεις.

Σε άλλη μελέτη οι **Cloud et al. (2023)** ανέλυσαν τα αποτελέσματα της εισαγωγής κοινόχρηστων ηλεκτρικών πατινιών σε 93 μεγάλες πόλεις έξι ευρωπαϊκών χωρών (Αυστρία, Φινλανδία, Γερμανία, Νορβηγία, Σουηδία και Ελβετία), εξετάζοντας την επίδρασή τους στα οδικά ατυχήματα με σωματικές βλάβες. Η μελέτη βασίστηκε σε αστυνομικά δεδομένα από το 2016 έως το 2021 και αξιοποίησε τη σταδιακή κυκλοφορία των υπηρεσιών αυτών για να εκτιμήσει την σχέση τους με τα ατυχήματα, εφαρμόζοντας τη μέθοδο Difference-in-Differences (DiD). Τα αποτελέσματα δείχνουν αύξηση περίπου 8,2% στα μηνιαία οδικά ατυχήματα μετά την εισαγωγή των πατινιών, κυρίως κατά τους θερινούς μήνες, όταν η χρήση είναι αυξημένη. Αντιθέτως, δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική επίδραση κατά τη χειμερινή περίοδο. Η επίδραση διαφοροποιείται επίσης ανάλογα με τα χαρακτηριστικά των πόλεων: σε πόλεις με εκτεταμένη ποδηλατική υποδομή δεν εντοπίζεται αύξηση ατυχημάτων, ενώ στις πόλεις με περιορισμένο δίκτυο ποδηλατοδρόμων και υψηλό αριθμό Ι.Χ. ανά κάτοικο, η αύξηση είναι πιο έντονη. Η μελέτη καταλήγει ότι **η ασφάλεια των πατινιών εξαρτάται άμεσα από την ύπαρξη κατάλληλων υποδομών μικροκινητικότητας** και ότι η δημόσια πολιτική μπορεί να παίξει καθοριστικό ρόλο στον περιορισμό των ατυχημάτων. Τα ευρήματα προσφέρουν πολύτιμες κατευθύνσεις για τον σχεδιασμό ασφαλέστερης και βιώσιμης αστικής κινητικότητας στις ευρωπαϊκές πόλεις.

Στην έκθεση του **International Transport Forum (2020)**, η οποία βασίστηκε σε συγκριτική μελέτη δεδομένων ατυχημάτων και πολιτικών από διάφορες χώρες και πόλεις, εξετάζεται η επικινδυνότητα των πατινιών σε σχέση με άλλα μέσα μεταφοράς, όπως τα ποδήλατα και τα αυτοκίνητα. Τα στοιχεία δείχνουν ότι τα ποσοστά σοβαρών τραυματισμών ή θανάτων από ατυχήματα με e-scooters είναι παρόμοια με εκείνα των ποδηλάτων, ενώ περίπου 80% των σοβαρών ατυχημάτων που εμπλέκουν πατίνια σχετίζονται με σύγκρουση με αυτοκίνητα. Ιδιαίτερη σημασία δίνεται στη σχεδίαση του οχήματος και στην εμπειρία του χρήστη, καθώς η βελτίωση της σταθερότητας, του φωτισμού και των φρένων έχει συμβάλει σε μείωση των ατυχημάτων. Η έκθεση υπογραμμίζει ότι **η ασφάλεια των πατινιών δεν είναι αποκλειστικά θέμα συμπεριφοράς του χρήστη**, αλλά εξαρτάται σημαντικά από την ποιότητα των υποδομών και τη ρύθμιση της κυκλοφορίας. Προτείνονται στοχευμένα μέτρα πολιτικής, μεταξύ των οποίων η μείωση των ορίων ταχύτητας (π.χ. στα 20-30 km/h), η δημιουργία προστατευμένων ποδηλατολωρίδων και η αποτροπή της κυκλοφορίας σε πεζοδρόμια. Επίσης, ενθαρρύνεται η εφαρμογή εκπαιδευτικών προγραμμάτων και η ενσωμάτωση των θεμάτων μικροκινητικότητας στην κυκλοφοριακή αγωγή. Τέλος, η έκθεση καταλήγει ότι **τα ηλεκτρικά πατίνια μπορούν να**

αποτελέσουν ένα ασφαλές και βιώσιμο μέσο μεταφοράς, υπό την προϋπόθεση ότι εντάσσονται σε ένα ευρύτερο σύστημα υποδομών και πολιτικών που προωθούν την οδική ασφάλεια και την πολυτροπικότητα στην αστική κινητικότητα.

Η μελέτη των **Pourfalatoun et al (2023)**, για λογαριασμό του Colorado State University, εξετάζει τις διαφορές μεταξύ χρηστών και μη χρηστών κοινόχρηστων ηλεκτρικών πατινιών, εστιάζοντας σε θέματα ασφάλειας, συμπεριφοράς κατά τη μετακίνηση, προδιάθεσης για ρίσκο και υιοθέτησης νέων τεχνολογιών. Η έρευνα βασίστηκε σε δείγμα 409 ατόμων (210 χρήστες και 199 μη χρήστες) και ανέδειξε σημαντικές διαφορές στις αντιλήψεις και τις συμπεριφορές των δύο ομάδων. Οι χρήστες εμφανίζουν μεγαλύτερη προδιάθεση για ρίσκο και είναι πιο πιθανό να υιοθετήσουν νέες τεχνολογίες. Αντίθετα, οι μη χρήστες δίνουν μεγαλύτερη έμφαση στη χρήση κράνους και εκφράζουν περισσότερες ανησυχίες σχετικά με την ασφάλεια των πατινιών, ιδιαίτερα όσον αφορά τη χρήση τους σε δρόμους και πεζοδρόμια. Επιπλέον, οι χρήστες θεωρούν τα πατίνια πιο ασφαλή και καθαρά σε σύγκριση με τα ηλεκτρικά ποδήλατα, ενώ οι μη χρήστες διατηρούν επιφυλάξεις. Η μελέτη υπογραμμίζει την **ανάγκη για στοχευμένες παρεμβάσεις** από τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής και τους παρόχους μικροκινητικότητας, προκειμένου να αντιμετωπιστούν οι ανησυχίες των μη χρηστών και να ενισχυθεί η υιοθέτηση των κοινόχρηστων πατινιών. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσω της βελτίωσης της υποδομής, της εκπαίδευσης των χρηστών και της προώθησης ασφαλών πρακτικών χρήσης.

Η έρευνα των **James et al (2019)**, η οποία δημοσιεύθηκε στο περιοδικό Sustainability, επικεντρώνεται στην περιοχή Rosslyn της Βιρτζίνια και εξετάζει τις αντιλήψεις πεζών και χρηστών σχετικά με την ασφάλεια και τη στάθμευση των ηλεκτρικών πατινιών. Περιλαμβάνει δύο κύριες μεθοδολογικές προσεγγίσεις: μια **διαδικτυακή έρευνα** με 181 συμμετέχοντες (χρήστες και μη χρήστες) και μια **επιτόπια παρατήρηση** 606 πατινιών σε τρεις πολυσύχναστους διαδρόμους. Τα αποτελέσματα αποκαλύπτουν σημαντικές διαφορές στις αντιλήψεις μεταξύ χρηστών και μη χρηστών. Το 76% των μη χρηστών αισθάνεται «μη ασφαλές» ή «πολύ μη ασφαλές» όταν περπατά κοντά σε πατίνια, ενώ μόνο το 24% των χρηστών συμμερίζεται αυτή την άποψη. Επιπλέον, το 55% των ερωτηθέντων αναφέρει ότι συναντά συχνά πεζοδρόμια μπλοκαρισμένα από πατίνια, με τους μη χρήστες να το αναφέρουν πιο συχνά από τους χρήστες. Η έρευνα έδειξε ότι το 16% των πατινιών ήταν σταθμευμένα ακατάλληλα και το 6% εμπόδιζε την πρόσβαση των πεζών. Επιπλέον, διαπιστώθηκε σύγχυση σχετικά με τους τοπικούς κανονισμούς: μόνο το 57% των χρηστών και το 36% των μη χρηστών γνώριζαν ότι η οδήγηση πατινιών στο πεζοδρόμιο απαγορεύεται στην Arlington County. Υπογραμμίζεται **ανάγκη για σαφέστερη ενημέρωση του κοινού** και καλύτερη ρύθμιση της στάθμευσης των πατινιών, προκειμένου να βελτιωθεί η ασφάλεια και η αποδοχή τους από το ευρύ κοινό.

Στη μελέτη των **Haworth et al. (2021)**, που δημοσιεύτηκε στο *Accident Analysis & Prevention*, **εξετάστηκε η ασφάλεια και η συμπεριφορά των χρηστών κοινόχρηστων και ιδιωτικών ηλεκτρικών πατινιών (e-scooters) στο**

Μπρίσμπεϊν της Αυστραλίας. Η μελέτη αξιοποίησε συνδυασμό ερωτηματολογίων και παρατηρήσεων πεδίου για να εντοπίσει διαφορές στη συμπεριφορά μεταξύ των δύο κατηγοριών χρηστών. Διαπιστώθηκε ότι οι χρήστες ιδιωτικών πατινιών εμφανίζουν μεγαλύτερη πιθανότητα να κινούνται σε πεζοδρόμια, να παραβιάζουν κόκκινα φανάρια ή να χρησιμοποιούν το πατίνι υπό την επήρεια αλκοόλ. Αντίθετα, οι χρήστες κοινόχρηστων πατινιών, που υπόκεινται σε περιορισμούς μέσω της πλατφόρμας χρήσης και πιο εντατικούς ελέγχους, εμφανίζουν περισσότερο υπεύθυνη συμπεριφορά. Ένα ακόμη σημαντικό εύρημα της έρευνας είναι η διαφοροποίηση της αντίληψης του κινδύνου: οι τακτικοί χρήστες ανέφεραν μεγαλύτερη αίσθηση ελέγχου και μειωμένο φόβο σύγκρουσης, γεγονός που ερμηνεύεται ως αποτέλεσμα της αυξημένης εξοικείωσης με το όχημα και το αστικό περιβάλλον. Η μελέτη τονίζει επίσης την **ανάγκη για στοχευμένες πολιτικές**, όπως η προώθηση της χρήσης κοινόχρηστων συστημάτων, η υποχρεωτική χρήση κράνους, και η ενίσχυση της εκπαίδευσης των χρηστών. Συνολικά, τα ευρήματα υποδεικνύουν ότι η κατηγοριοποίηση των χρηστών (ιδιωτικοί έναντι κοινόχρηστοι) αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για την κατανόηση των προτύπων συμπεριφοράς και την πρόληψη των ατυχημάτων με e-scooters σε αστικό πλαίσιο.

Στη μελέτη των **Xie et al. (2022)**, που δημοσιεύτηκε στο *Sustainability*, εξετάστηκε ο ρόλος της ύπαρξης κατάλληλων **κανονισμών** και **υποδομών** για την ασφαλή ενσωμάτωση των **e-scooters** σε αστικά περιβάλλοντα. Οι ερευνητές τόνισαν ότι η έλλειψη **ρυθμιστικού πλαισίου**, η ασαφής χρήση **πεζοδρομίων** και ο ακατάστατος τρόπος **στάθμευσης** των πατινιών αποτελούν βασικά εμπόδια για την ασφαλή και βιώσιμη χρήση τους. Η έρευνα κατέληξε πως η δημιουργία αφιερωμένων **υποδομών μικροκινητικότητας** μπορεί να μειώσει τις συγκρούσεις με πεζούς και οχήματα. Περαιτέρω, η μελέτη ανέδειξε την ανάγκη για σαφή **κανονιστική πολιτική** που να καθορίζει τους χώρους **κυκλοφορίας** και **στάθμευσης** των ηλεκτρικών πατινιών, αποτρέποντας την παράνομη χρήση πεζοδρομίων και την πρόκληση εμποδίων στους πεζούς. Επιπλέον, προτάθηκε η υιοθέτηση μέτρων όπως η επιβολή **προστίμων** και η ανάπτυξη συστημάτων παρακολούθησης μέσω εφαρμογών για τη διασφάλιση της τήρησης των κανόνων. Η συμμετοχή των τοπικών **αρχών** και της **κοινότητας** κρίνεται απαραίτητη για την ευαισθητοποίηση των χρηστών και τη δημιουργία κουλτούρας **οδικής ασφάλειας**. Τέλος, τονίστηκε ότι οι τεχνολογικές καινοτομίες, όπως τα **έξυπνα παρκαρίσματα** και τα γεωγραφικά όρια **ταχύτητας**, μπορούν να συμβάλλουν σημαντικά στη βελτίωση της **ασφάλειας** και της **βιωσιμότητας** των **e-scooters**. Συνολικά, η μελέτη επιβεβαιώνει ότι η ανάπτυξη κατάλληλων **υποδομών** και **κανονισμών** αποτελεί κλειδί για την επιτυχή ένταξη των ηλεκτρικών πατινιών στο αστικό κυκλοφοριακό σύστημα, μειώνοντας τους κινδύνους για όλους τους χρήστες του δρόμου.

Στη μελέτη των **Namiri et al. (2020)**, η οποία δημοσιεύτηκε στο *The American Journal of Emergency Medicine*, πραγματοποιήθηκε ανασκόπηση αναφορών **τραυματισμών** από **e-scooters**. Ειδική έμφαση δόθηκε στους **πεζούς**, οι

οποίοι συχνά τραυματίζονται είτε από **σύγκρουση** είτε από εμπλοκή με παρατημένα **πατίνια**. Η ανάλυση των **επείγοντων περιστατικών** έδειξε αύξηση των τραυματισμών σε περιοχές χωρίς ξεκάθαρη **ρύθμιση χρήσης** των e-scooters. Η μελέτη προτείνει αυστηρότερες **πολιτικές** για τον περιορισμό της κυκλοφορίας των πατινιών σε **πεζοδρόμια**. Επιπλέον, τονίζεται η ανάγκη για βελτιωμένη **εκπαίδευση** των χρηστών και την προώθηση της **ευαισθητοποίησης** σχετικά με τους κινδύνους που προκύπτουν από την ακατάλληλη χρήση των e-scooters, τόσο για τους ίδιους όσο και για τους πεζούς. Η μελέτη υπογραμμίζει ότι η αυξημένη χρήση αυτών των μέσων μικροκινητικότητας, χωρίς παράλληλη ενίσχυση της **ρυθμιστικής** και **υποδομής**, μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική επιβάρυνση των υπηρεσιών υγείας, με αυξημένο αριθμό **τραυματισμών** και ατυχημάτων. Επίσης, αναδεικνύεται η σημασία της δημιουργίας σαφών κανόνων για τη στάθμευση των **e-scooters**, ώστε να αποφεύγονται εμπόδια και κίνδυνοι για τους πεζούς, ιδιαίτερα για ευπαθείς ομάδες όπως τα άτομα με κινητικά προβλήματα και οι ηλικιωμένοι. Τέλος, η μελέτη προτείνει την ενσωμάτωση των ηλεκτρικών πατινιών στα υφιστάμενα συστήματα **δημόσιας μεταφοράς**, ώστε να επιτυγχάνεται ολιστική και ασφαλής προσέγγιση στην αστική κινητικότητα.

Στη μελέτη των **Dorman & Yazdani (2022)**, η οποία πραγματοποιήθηκε από το **Indiana University**, διερευνήθηκαν οι απόψεις **χρηστών** και **μη χρηστών e-scooters** ως προς την **ασφάλεια** και την επίδραση των πατινιών στη **δημόσια υγεία**. Σύμφωνα με τα ευρήματα, σχεδόν οι μισοί συμμετέχοντες θεωρούν ότι τα e-scooters αποτελούν **απειλή** για τη δημόσια υγεία, ενώ η χρήση **προστατευτικού εξοπλισμού** είναι εξαιρετικά περιορισμένη. Η μελέτη υπογραμμίζει την ανάγκη για **καμπάνιες ενημέρωσης** και αυστηρότερους **κανονισμούς**. Περαιτέρω, αναδείχθηκε η σημαντική επίδραση της **αντιλήψεως κινδύνου** στη συμπεριφορά των χρηστών, με όσους θεωρούν τα e-scooters πιο επικίνδυνα να εφαρμόζουν πιο προσεκτικές πρακτικές, όπως η χρήση κράνους και η αποφυγή επικίνδυνων διαδρομών. Ωστόσο, η έλλειψη κατάλληλων **εκπαιδευτικών προγραμμάτων** και η χαμηλή συμμόρφωση στους κανόνες οδικής ασφάλειας παραμένουν σημαντικά προβλήματα. Οι συμμετέχοντες επίσης αναφέρουν έλλειψη σαφών **οδηγιών** και **ρυθμίσεων** από τις τοπικές αρχές, γεγονός που δυσχεραίνει την ασφαλή χρήση. Η μελέτη τονίζει την ανάγκη για ολοκληρωμένες **πολιτικές** που θα συνδυάζουν την αυστηροποίηση των **κανόνων** κυκλοφορίας, την ενίσχυση της **υποδομής** και την εκπαίδευση του κοινού. Επιπλέον, προτείνεται η συνεργασία μεταξύ των **δημοτικών αρχών**, των εταιρειών παροχής υπηρεσιών e-scooter και των χρηστών για τη δημιουργία ενός **ασφαλούς** και **βιώσιμου** περιβάλλοντος κινητικότητας. Η ευαισθητοποίηση και η συμμετοχή της κοινότητας κρίνεται απαραίτητη για την επιτυχία αυτών των μέτρων.

Σύμφωνα με την **ευρωπαϊκή θεματική έκθεση** της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (2024) για τις **Συσκευές Προσωπικής Κινητικότητας (PMDs)**, τα **ηλεκτρικά**

πατίνια (e-scooters) αποτελούν μια ταχέως αναπτυσσόμενη κατηγορία μικροκινητικότητας, που χρησιμοποιούνται κυρίως για αναψυχή και μετακίνηση στην πόλη. Η έκθεση αναφέρει ότι η πλειονότητα των ατυχημάτων με PMDs προκαλούνται από **πτώσεις**, με τις πιο συχνές κακώσεις να περιλαμβάνουν **κρανιοεγκεφαλικές βλάβες**, κατάγματα άκρων, κακώσεις μαλακών μορίων και τραύματα στο πρόσωπο και τον αυχένα. Η **χρήση κράνους** αναγνωρίζεται ως κρίσιμη για την πρόληψη σοβαρών τραυματισμών, ωστόσο η συμμόρφωση παραμένει χαμηλή. Η έκθεση προτείνει την ενίσχυση της **εκπαίδευσης χρηστών**, την ανάπτυξη **κατάλληλων υποδομών** και την εφαρμογή **νομοθετικών μέτρων** για την αύξηση της ασφάλειας. Επιπλέον, η έκθεση τονίζει την ανάγκη για **ευρωπαϊκή εναρμόνιση** των κανονισμών, προτείνοντας τη δημιουργία ενιαίου πλαισίου έγκρισης για PMDs με μέγιστη ταχύτητα 25 km/h και βάρος έως 250 kg. Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται στη σημασία της παρακολούθησης και ανάλυσης των δεδομένων ατυχημάτων, ώστε να εντοπίζονται τα βασικά αίτια και να αναπτύσσονται στοχευμένες παρεμβάσεις. Η μελέτη υπογραμμίζει τη σημασία της **συνεργασίας** μεταξύ των **δημοτικών αρχών**, των **παρόχων υπηρεσιών** και των **χρηστών** για την ανάπτυξη ενός ασφαλούς και βιώσιμου περιβάλλοντος μικροκινητικότητας. Επίσης, επισημαίνεται η ανάγκη για ευρύτερη ευαισθητοποίηση του κοινού σχετικά με τους κανόνες κυκλοφορίας και την υπεύθυνη χρήση των e-scooters, προκειμένου να μειωθούν οι κίνδυνοι και να προαχθεί η οδική ασφάλεια σε όλες τις ηλικιακές ομάδες.

Τέλος, στη μελέτη των **Nikiforiadis et al. (2023)**, δημοσιευμένη στο *Sustainability*, αναλύθηκαν οι **παραγοντικοί παράγοντες** που επηρεάζουν τις επιλογές **διαδρομής**, την **αντίληψη ασφάλειας** και τη χρήση **κράνους** από τους χρήστες **e-scooters**. Βρέθηκε ότι οι περισσότεροι χρήστες αποφεύγουν περιοχές με **πυκνή κυκλοφορία** και επιλέγουν διαδρομές με **χαμηλό ρίσκο**, ωστόσο η χρήση κράνους παραμένει περιορισμένη. Οι ερευνητές προτείνουν τη δημιουργία πιο **ασφαλών διαδρομών** και την ενίσχυση **εκπαιδευτικών δράσεων**. Περαιτέρω, η μελέτη υπογραμμίζει ότι η αντίληψη του **κινδύνου** παίζει καθοριστικό ρόλο στη συμπεριφορά των χρηστών. Όσοι αντιλαμβάνονται υψηλότερο κίνδυνο είναι πιο πιθανό να φορούν κράνος και να επιλέγουν πιο ασφαλείς διαδρομές, ενώ οι λιγότερο προσεκτικοί χρήστες τείνουν να εκτίθενται σε περισσότερους κινδύνους. Επιπλέον, η έλλειψη κατάλληλων **υποδομών** για την ασφαλή κυκλοφορία των e-scooters σε πολλές πόλεις εντείνει το πρόβλημα, οδηγώντας τους χρήστες είτε να κυκλοφορούν σε δρόμους με βαριά κυκλοφορία είτε να χρησιμοποιούν πεζοδρόμια, θέτοντας σε κίνδυνο τόσο τους ίδιους όσο και τους πεζούς. Η μελέτη τονίζει την ανάγκη για τη δημιουργία **ειδικών ποδηλατοδρόμων** και διαδρομών μικροκινητικότητας που θα μειώνουν τις συγκρούσεις και τα ατυχήματα. Παράλληλα, προτείνεται η υιοθέτηση στοχευμένων **εκπαιδευτικών προγραμμάτων** που θα ευαισθητοποιούν τους χρήστες σχετικά με τη σημασία της χρήσης κράνους και της τήρησης των κανόνων οδικής ασφάλειας. Τέλος, επισημαίνεται η ανάγκη για

συνεργασία μεταξύ **δημοτικών αρχών**, παρόχων υπηρεσιών και κοινού, ώστε να προωθηθεί μια **κουλτούρα ασφάλειας** και βιώσιμης αστικής κινητικότητας.

2.3 Σύνοψη

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάστηκαν μελέτες, οι οποίες ερευνούν τους κινδύνους και τις προκλήσεις που σχετίζονται με τη χρήση των ηλεκτρικών πατινιών, εστιάζοντας τόσο στις υποδομές όσο και στη συμπεριφορά των χρηστών και των υπολοίπων χρηστών του δημόσιου χώρου. Από τη σύνθεση των βασικών τους αποτελεσμάτων, προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Η **ποιότητα των υποδομών** είναι καθοριστική για την ασφαλή χρήση των πατινιών. Κακά συντηρημένοι δρόμοι και πεζοδρόμια αυξάνουν την πιθανότητα ατυχημάτων.
- Η εισαγωγή **κοινόχρηστων πατινιών** συνδέεται με αύξηση των οδικών ατυχημάτων, κυρίως σε περιοχές με ελλιπή δίκτυα ποδηλατοδρόμων, αλλά και με μείωση του κινδύνου (λιγότερα ατυχήματα ανά οχηματο-χιλιόμετρα).
- Οι περιοχές με καλύτερη ποδηλατική υποδομή παρουσιάζουν μικρότερη αύξηση των ατυχημάτων, γεγονός που αναδεικνύει τη σημασία του **σχεδιασμού του δημόσιου χώρου**.
- Οι **χρήστες των πατινιών** εμφανίζονται λιγότερο ευαισθητοποιημένοι ως προς την ασφάλεια και περισσότερο δεκτικοί στην καινοτομία σε σύγκριση με τους μη χρήστες.
- Οι μη χρήστες εκφράζουν αυξημένη ανησυχία για την παρουσία πατινιών σε **πεζοδρόμια** και δρόμους, κυρίως λόγω κινδύνου σύγκρουσης και ακατάστατης στάθμευσης.
- Οι χρήστες κοινόχρηστων πατινιών φαίνεται να είναι πιο συμμορφωμένοι με **κανόνες** και κανονισμούς σε σχέση με τους ιδιοκτήτες ιδιωτικών πατινιών.
- Η απουσία σαφούς **ρυθμιστικού πλαισίου** και ειδικών ζωνών κίνησης αυξάνει τον κίνδυνο τραυματισμών.

Η συνύπαρξη ηλεκτρικών πατινιών με πεζούς και ποδηλάτες απαιτεί σχεδιαστικές και πολιτικές παρεμβάσεις για τη μείωση των συγκρούσεων και τη βελτίωση της ασφάλειας όλων των χρηστών του δημόσιου χώρου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται το **θεωρητικό υπόβαθρο** που αξιοποιήθηκε για την ανάλυση του αντικειμένου της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Πιο συγκεκριμένα, θα γίνει μια επεξήγηση βασικών εννοιών της στατιστικής και της λογιστικής παλινδρόμησης που χρησιμοποιήθηκε, με σκοπό την βαθύτερη κατανόηση του αντικειμένου.

3.2 ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ

3.2.1 Πιθανοτική ανάλυση

Η **πιθανοτική ανάλυση τύπου *probit*** αποτελεί ένα στατιστικό μοντέλο που μπορεί να εφαρμοστεί σε περιπτώσεις όπου η εξαρτημένη μεταβλητή παίρνει είτε διακριτές (π.χ. κατηγορικές) είτε συνεχείς τιμές. Στο πλαίσιο αυτής της ανάλυσης, γίνεται υπολογισμός της λεγόμενης συνάρτησης χρησιμότητας, η οποία βασίζεται σε μια γραμμική σχέση ανάμεσα στις μεταβλητές. Παράλληλα, υπολογίζεται και η πιθανότητα εμφάνισης ενός συγκεκριμένου αποτελέσματος, με τρόπο παρόμοιο με εκείνον της γραμμικής παλινδρόμησης.

Για να εφαρμοστεί αποτελεσματικά το μοντέλο *probit*, **απαιτείται ο μετασχηματισμός των ανεξάρτητων μεταβλητών σε πιθανότητες**, οι οποίες εκφράζονται σε τιμές που κυμαίνονται μεταξύ 0 και 1. Ο μετασχηματισμός αυτός είναι ουσιαστικός για τη λειτουργία του μοντέλου, όμως πρέπει να γίνεται με προσοχή. Είναι σημαντικό να διασφαλιστεί ότι, ακόμη και μετά τον μετασχηματισμό, η επίδραση των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη μεταβλητή δεν αλλοιώνεται, ώστε να διατηρείται η αξιοπιστία και η ερμηνευτική ισχύς του μοντέλου.

Το μοντέλο της πιθανοτικής ανάλυσης είναι ιδιαίτερα πολύπλοκο όσο αφορά στην χρήση του και για αυτό το λόγο επιλέχθηκε να μην χρησιμοποιηθεί εν τέλει στην παρούσα Διπλωματική Εργασία

3.2.2 ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

Η **λογιστική παλινδρόμηση (logistic regression)** αποτελεί στατιστική μέθοδο που χρησιμοποιείται όταν η εξαρτημένη μεταβλητή είναι διακριτή, δηλαδή παίρνει διακριτές τιμές, όπως για παράδειγμα η επιλογή χρήσης ή μη χρήσης ηλεκτρικού πατινιού. Σε αντίθεση με το μοντέλο της γραμμικής παλινδρόμησης, όπου η εξαρτημένη μεταβλητή είναι συνεχής, μέσω του μοντέλου της **λογιστικής παλινδρόμησης (logistic regression)** εκτιμάται η πιθανότητα εμφάνισης ενός γεγονότος βάσει των ανεξάρτητων μεταβλητών.

Μέσω του μοντέλου αυτού αναπτύσσεται μια **μαθηματική συνάρτηση** που προβλέπει την πιθανότητα επιλογής ενός συγκεκριμένου σεναρίου,

λαμβάνοντας υπόψη διάφορους παράγοντες που ενδέχεται να επηρεάζουν την απόφαση. Βασίζεται στην υπόθεση ότι η λογαριθμική πιθανότητα (logit) του γεγονότος έχει **γραμμική σχέση με τις ανεξάρτητες μεταβλητές**. Αυτό επιτρέπει την εκτίμηση του τρόπου και του μεγέθους της επίδρασης κάθε παράγοντα στην πιθανότητα επιλογής ενός συγκεκριμένου αποτελέσματος.

Η μαθηματική έκφραση είναι:

$$P(y = \frac{1}{x}) = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n)}}$$

Όπου:

- $P(y = \frac{1}{x})$ είναι η πιθανότητα να εμφανιστεί το γεγονός
- $X_1, X_2, \dots, X_n$ είναι οι ανεξάρτητες μεταβλητές
- $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_n$ είναι οι παράμετροι του μοντέλου

Η λογιστική παλινδρόμηση χρησιμοποιεί την **μέθοδο μέγιστης πιθανότητας** για την εκτίμηση των παραμέτρων του μοντέλου. Αυτή η μέθοδος εξασφαλίζει ότι οι εκτιμήσεις των παραμέτρων μεγιστοποιούν την πιθανότητα των παρατηρούμενων δεδομένων.

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε η προσέγγιση **μικτών λογιστικών μοντέλων παλινδρόμησης** στο πλαίσιο των γενικευμένων γραμμικών μικτών μοντέλων (GLMMs). Τα GLMMs αποτελούν επέκταση των γραμμικών μικτών μοντέλων, καθώς επιτρέπουν εξαρτημένες μεταβλητές που ακολουθούν διαφορετικές κατανομές, όπως είναι οι δυαδικές (binary) αποκρίσεις. Η μικτή λογιστική παλινδρόμηση χρησιμοποιείται για τη μοντελοποίηση δυαδικών εξαρτημένων μεταβλητών, όπου οι λογάριθμοι των πιθανοτήτων εμφάνισης του αποτελέσματος εκφράζονται ως γραμμικός συνδυασμός των ανεξάρτητων μεταβλητών, όταν υπάρχουν τόσο σταθερά (fixed) όσο και τυχαία (random) αποτελέσματα.

Η παρακάτω εξίσωση δείχνει τη γενική μορφή του μοντέλου σε μητρωϊκή αναπαράσταση:

$$Y = X\beta + Zu + \varepsilon$$

Όπου:

- Y είναι ένας διανύσματος στήλης διαστάσεων $N \times 1$ που περιέχει τη μεταβλητή αποτέλεσμα,
- X είναι ένας πίνακας διαστάσεων $N \times p$ με τις p ανεξάρτητες μεταβλητές,
- β είναι ένας διανύσματος στήλης $p \times 1$ με τους συντελεστές παλινδρόμησης των σταθερών επιδράσεων,
- Z είναι ο πίνακας σχεδίασης διαστάσεων $N \times q$ για τις q τυχαίες επιδράσεις (το τυχαίο συμπλήρωμα του X),
- u είναι διάνυσμα $q \times 1$ των τυχαίων επιδράσεων (το τυχαίο συμπλήρωμα του β),

- ϵ είναι διάνυσμα στήλης $N \times 1$ που περιέχει τους όρους σφάλματος.

Ο **προσαρμοσμένος λόγος πιθανοτήτων (adjusted odds ratio - OR)**, δηλαδή αυτός που ελέγχει για άλλες ανεξάρτητες μεταβλητές, αποτελεί ένα χρήσιμο μέτρο συσχέτισης μεταξύ της ανεξάρτητης μεταβλητής και του αποτελέσματος και συχνά χρησιμοποιείται για την ευκολότερη ερμηνεία. Συγκεκριμένα, ο λόγος πιθανοτήτων είναι ο λόγος της πιθανότητας εμφάνισης του γεγονότος όταν $X = 1$ σε σύγκριση με όταν $X = 0$. Λαμβάνοντας τον αντίστροφο λογάριθμο του συντελεστή παλινδρόμησης, προκύπτει ο λόγος πιθανοτήτων. **Τιμή μεγαλύτερη του 1 υποδηλώνει θετική συσχέτιση** μεταξύ της εξαρτημένης και της ανεξάρτητης μεταβλητής, ενώ **τιμή μικρότερη του 1 υποδηλώνει αρνητική συσχέτιση**. Όταν ο λόγος πιθανοτήτων ισούται με 1, δεν υπάρχει καμία συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών.

Το **διορθωμένο κριτήριο πληροφορίας του Akaike (AICc)**, το οποίο λαμβάνει υπόψη και διορθώνει τον αριθμό των ανεξάρτητων μεταβλητών, χρησιμοποιείται για την επιλογή του κατάλληλου μοντέλου μεταξύ διαφορετικών συνδυασμών εξηγητικών μεταβλητών. Σημαντικό είναι επίσης ότι η επιπλέον αξία των τυχαίων επιδράσεων αξιολογείται με τη διεξαγωγή προσαρμοσμένου ANOVA (δοκιμή λογαριθμικής πιθανοφάνειας- log-likelihood test) μεταξύ του δυαδικού γενικευμένου γραμμικού μοντέλου (GLM) με μόνο σταθερές επιδράσεις και των GLMMs που περιλαμβάνουν τυχαίες επιδράσεις.

3.3 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Τα **κριτήρια** βάσει των οποίων πραγματοποιείται αξιολόγηση ενός μαθηματικού μοντέλου μετά την διαμόρφωση του είναι τα πρόσημα και οι τιμές των συντελεστών β_i της εκάστοτε εξίσωσης, η στατιστική σημαντικότητα των μεταβλητών, η ποιότητα του μοντέλου καθώς και το σφάλμα της εξίσωσης.

- **Λογική ερμηνεία των πρόσημων των συντελεστών**

Το πρόσημο ενός συντελεστή β_i υποδηλώνει αν η εξαρτημένη μεταβλητή είναι ανάλογη ή αντιστρόφως ανάλογη με την εκάστοτε ανεξάρτητη μεταβλητή. Θετικό πρόσημο ενός συντελεστή β_i έχει ως επακόλουθο αύξηση της εξαρτημένης μεταβλητής με την αύξηση της ανεξάρτητης. Αντίθετα αρνητικό πρόσημο συνεπάγεται , μείωση της εξαρτημένης μεταβλητής με την αύξηση της ανεξάρτητης.

Επιπλέον, **το μέγεθος του συντελεστή β_i δείχνει το βαθμό επίδρασης** της ανεξάρτητης μεταβλητής στην εξαρτημένη. Συγκεκριμένα, μια μεταβολή κατά μία μονάδα στην ανεξάρτητη μεταβλητή οδηγεί σε μεταβολή της εξαρτημένης μεταβλητής κατά β_i μονάδες, υπό την προϋπόθεση ότι όλες οι άλλες μεταβλητές παραμένουν σταθερές.

- **Στατιστική σημαντικότητα**

Η στατιστική σημαντικότητα αποτελεί **θεμελιώδη έννοια στην στατιστική ανάλυση**. Αξιολογεί αν η επίδραση μιας ανεξάρτητης μεταβλητής στην εξαρτημένη μεταβλητή είναι αρκετά ισχυρή ώστε να θεωρηθεί πραγματική ή αν είναι τυχαιακή.

Στο πλαίσιο μοντέλων παλινδρόμησης, η στατιστική σημαντικότητα των συντελεστών εξετάζεται μέσω του **t-test του Student**, το οποίο ελέγχει αν κάθε συντελεστής διαφέρει στατιστικά σημαντικά από το μηδέν (δηλαδή αν η ανεξάρτητη μεταβλητή έχει επίδραση στη μεταβλητή απόκρισης).

Η **t-τιμή** προκύπτει διαιρώντας τον εκτιμημένο συντελεστή με το τυπικό του σφάλμα. Όσο μεγαλύτερη είναι η απόλυτη τιμή του t, τόσο ισχυρότερη η ένδειξη ότι ο συντελεστής διαφέρει από το μηδέν. Η t-τιμή συνοδεύεται από μια **p-value**, η οποία δείχνει την πιθανότητα να παρατηρηθεί τέτοια ή μεγαλύτερη απόκλιση, εφόσον η μηδενική υπόθεση ισχύει. Αν η p-value είναι μικρότερη από το προκαθορισμένο επίπεδο σημαντικότητας (συνήθως 0.05), απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση και γίνεται αποδεκτό ότι ο συντελεστής είναι στατιστικά σημαντικός.

- **Το τεστ Hosmer-Lemeshow**

Για την αξιολόγηση των μοντέλων λογιστικής παλινδρόμησης εφαρμόζεται και ο **στατιστικός έλεγχος Hosmer-Lemeshow test** (Hosmer & Lemeshow, 2000), ο οποίος **θεωρείται πιο αξιόπιστος από το συντελεστή R^2** λόγω της πιθανής μη γραμμικότητας των αναλύσεων. Πολλές φορές εισάγεται ως σημαντικότητα του ελέγχου μία συγκεκριμένη τιμή την οποία ο έλεγχος πρέπει να υπερβεί, και για το επίπεδο εμπιστοσύνης 95% η τιμή ορίζεται στο 0,05.

Κεφάλαιο 4: Συλλογή και επεξεργασία στοιχείων

4.1 Εισαγωγή

Όπως προαναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 1.2, κύριο στόχο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί η εις βάθος ανάλυση της επικινδυνότητας που συνδέεται με τη χρήση των ηλεκτρικών πατινιών στο ευρωπαϊκό αστικό περιβάλλον, με ιδιαίτερη έμφαση στη συμπεριφορά των χρηστών του οδικού δικτύου.

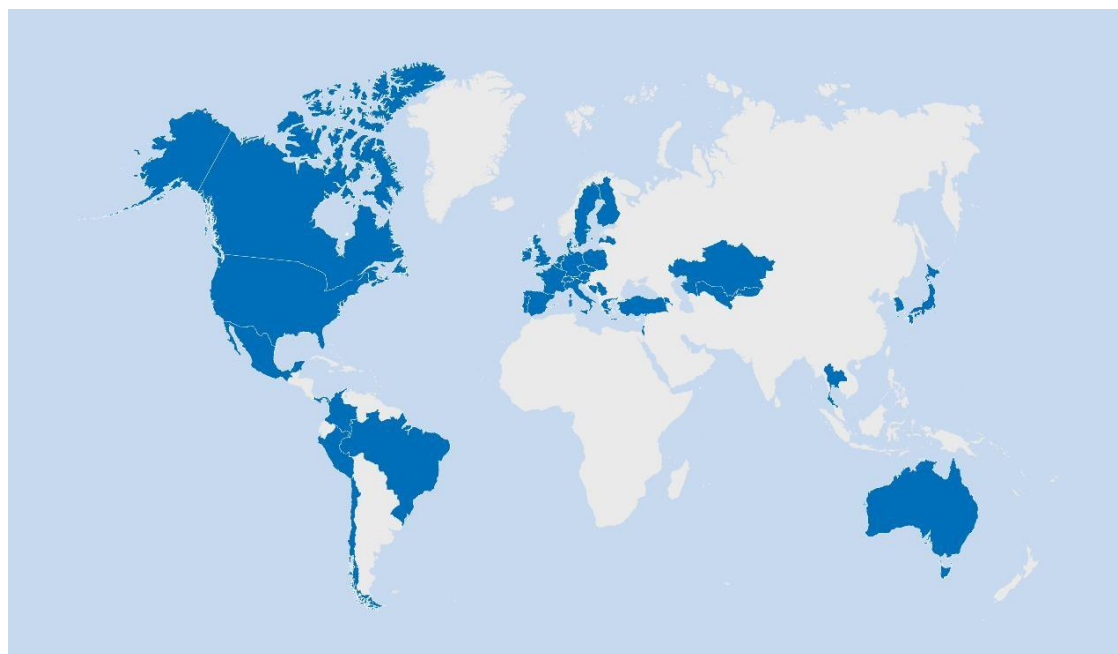
Τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται, αντλήθηκαν από την **πανευρωπαϊκή έρευνα ESRA 3**. Τα δεδομένα αυτά υποβλήθηκαν σε στατιστική ανάλυση προκειμένου να εξεταστεί η σημαντικότητά τους.

4.2 Η έρευνα ESRA

4.2.1 Γενικά για την έρευνα ESRA

Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας, βασική πηγή άντλησης ποσοτικών και ποιοτικών δεδομένων αποτέλεσε η διεθνής έρευνα **ESRA 3 (E-Survey of Road users Safety Attitudes)**. Η ESRA 3 **πραγματοποιήθηκε κατά την διάρκεια του 2023 μέσω διαδικτυακών ερωτηματολογίων** και περιλάμβανε, μεταξύ άλλων, ερωτήσεις που σχετίζονται με τη χρήση ηλεκτρικών πατινιών, τη συχνότητα ατυχημάτων, τη χρήση εξοπλισμού ασφαλείας (π.χ. κράνος), καθώς και την αντίληψη των χρηστών για την επικινδυνότητα των συγκεκριμένων μέσων μετακίνησης.

Στον παρακάτω χάρτη φαίνονται οι χώρες οι οποίες συμμετείχαν στην έρευνα.



Εικόνα 1: Χώρες που συμμετείχαν στην έρευνα ESRA 3

Στόχος της έρευνας ESRA 3 είναι η συλλογή αξιόπιστων και συγκρίσιμων δεδομένων για τις αντιλήψεις, τις συμπεριφορές και τις εμπειρίες των χρηστών του οδικού δικτύου, ώστε να ενημερώνονται οι πολιτικές οδικής ασφάλειας σε διεθνές επίπεδο. Αξίζει να σημειωθεί ότι για τις ανάγκες της εργασίας χρησιμοποιήθηκαν κυρίως τα συγκεντρωτικά ευρωπαϊκά δεδομένα ώστε να καταγραφεί η γενική εικόνα κατάστασης ασφαλείας σε πανευρωπαϊκό επίπεδο.

Τα αποτελέσματα της ESRA 3 δείχνουν ότι **περίπου 1 στους 4 χρήστες ηλεκτρικών πατινιών στην Ευρώπη έχει εμπλακεί ή γίνει μάρτυρας ατυχήματος**, ενώ η χρήση προστατευτικού εξοπλισμού παραμένει περιορισμένη. Επίσης, καταγράφεται υψηλό ποσοστό αντίληψης κινδύνου, κυρίως μεταξύ ηλικιών άνω των 35 ετών και μεταξύ των πεζών που αισθάνονται ευάλωτοι στους κοινούς δρόμους.

Η **αξιοπιστία** της έρευνας ESRA 3, η **αντιπροσωπευτικότητα** του δείγματος και η **ευρεία γεωγραφική της κάλυψη** προσφέρουν μια στέρεη βάση για την αποτύπωση των συμπεριφορών και των κινδύνων που συνδέονται με τη χρήση των ηλεκτρικών πατινιών. Επομένως, η ESRA 3 αποτέλεσε κεντρική πηγή για τη συγκρότηση των στατιστικών στοιχείων και την ερμηνεία των τάσεων ασφαλείας στο πλαίσιο αυτής της διπλωματικής εργασίας.

4.2.2 Ορισμός χαρακτηριστικών του δείγματος

Παρακάτω παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά των ερωτώμενων της έρευνας ESRA 3.

- Άνδρες/Γυναίκες
- Ηλικίας άνω των 18 ετών
- Οδηγοί αυτοκινήτων και επιβάτες
- Οδηγού μοτοποδηλάτων και μοτοσικλετών
- Ποδηλάτες
- Πεζοί
- Χρήστες ηλεκτρικών πατινιών

4.2.3 Θεματολογία των ερωτήσεων

Παρακάτω παρουσιάζεται επιγραμματικά η θεματολογία του ερωτηματολογίου της έρευνας ESRA 3.

Κύρια θέματα

- Κινητικότητα και έκθεση σε κίνδυνο
- Δήλωση ασφαλούς και μη ασφαλούς οδηγικής συμπεριφοράς
- Αποδοχή της ασφαλούς και μη ασφαλούς οδηγικής συμπεριφοράς
- Στάση απέναντι στην ασφαλή και μη ασφαλή οδηγική συμπεριφορά
- Υποκειμενική ασφάλεια και αντίληψη κινδύνου
- Υποστήριξη μέτρων πολιτικής

- Εφαρμογή μέτρων
- Εμπλοκή σε οδικά ατυχήματα
- Γενικές ερωτήσεις
- Κοινωνικο-δημογραφικές πληροφορίες
- Υποδομές

Κύρια θέματα οδικής ασφάλειας

- Οδήγηση υπό την επήρεια ναρκωτικών, αλκοόλ και φαρμακευτικής αγωγής
- Υπερβολική ταχύτητα
- Χρήση μέτρων προστασίας (ζώνη, κράνος)
- Διάσπαση προσοχής και κόπωση

4.2.4 Η σημασία της έρευνας ESRA

Η έρευνα ESRA έχει μεγάλη σημασία για τις ευρωπαϊκές χώρες και την ευρωπαϊκή πολιτική στον τομέα της οδικής ασφάλειας, για τους εξής λόγους:

- **Αναδεικνύει** πώς εξελίσσονται και επηρεάζουν τους Ευρωπαίους οδηγούς οι προσπάθειες ενημέρωσης, η υποστήριξη και τα μέτρα που λαμβάνονται για την οδική ασφάλεια μέσα στον χρόνο.
- **Στοχεύει** στο να κατανοήσει καλύτερα τον ανθρώπινο παράγοντα που εμπλέκεται στα τροχαία ατυχήματα, δίνοντας έμφαση στην κοινωνική διάσταση της στάσης των οδηγών απέναντι στην οδική ασφάλεια. Σε ορισμένες χώρες, η ESRA είναι η μοναδική πηγή που παρέχει πληροφορίες σχετικά με τις απόψεις των ίδιων των οδηγών για τα ζητήματα αυτά.
- **Παρέχει μια σαφή εικόνα για τις τάσεις και τις αλλαγές στην τοπική κοινωνία**, καθώς και για το επίπεδο ευαισθητοποίησης του κοινού σε θέματα οδικής ασφάλειας, συμπεριλαμβάνοντας σύγχρονα ζητήματα όπως η χρήση κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση, η ψυχολογία των οδηγών, και η εφαρμογή νέων τεχνολογιών που προάγουν την ασφάλεια (π.χ. συσκευές περιορισμού ταχύτητας, αλκοολόμετρα με κλείδωμα, κάμερες κυκλοφορίας).
- **Επιτρέπει τη σύγκριση των αποτελεσμάτων** ανάμεσα στις συμμετέχουσες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, βοηθώντας να εντοπιστούν κοινά σημεία και διαφορές. Έτσι, μπορούν να αναδειχθούν καλές πρακτικές που αξίζει να υιοθετηθούν και προβλήματα που χρειάζονται αντιμετώπιση.
- **Αποτελεί πολύτιμο εργαλείο για την αξιολόγηση των μέτρων που έχουν εφαρμοστεί**, προκειμένου να διαπιστωθεί αν είχαν θετική ή αρνητική επίδραση στους οδηγούς. Μέσω αυτής της διαδικασίας, μπορούν να εντοπιστούν λανθασμένες αντιλήψεις ή ελλείψεις στην

ενημέρωση των οδηγών, ώστε οι αρμόδιες αρχές να σχεδιάσουν καλύτερα και πιο αποτελεσματικά μέτρα για ένα ασφαλέστερο οδικό δίκτυο και ομαλότερη διαχείριση της κυκλοφορίας.

4.3 Επεξεργασία δεδομένων

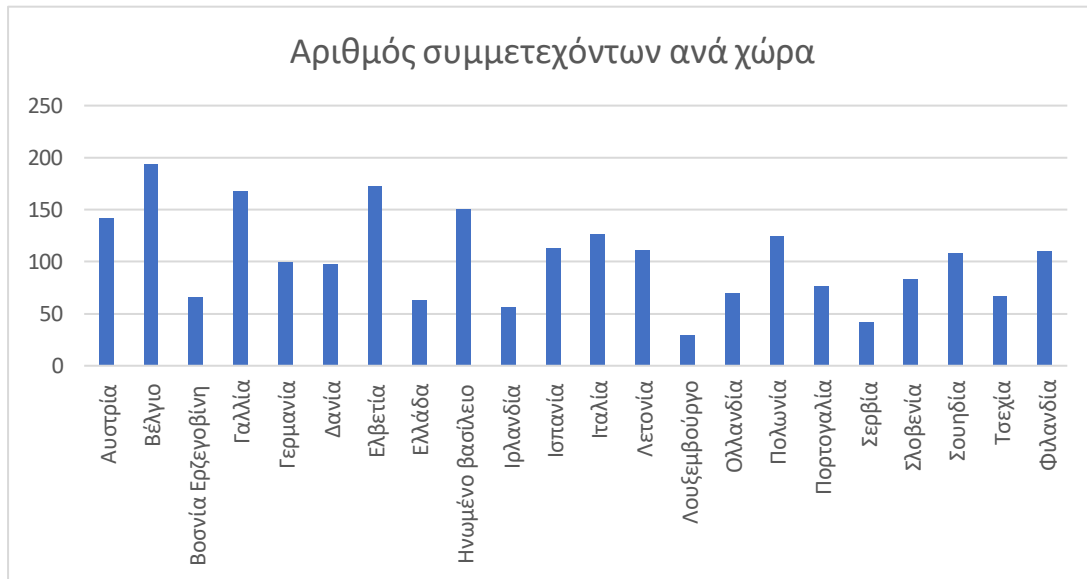
Επόμενο βήμα αποτέλεσε η **κατάλληλη επεξεργασία των δεδομένων** που αντλήθηκαν από την πανευρωπαϊκή έρευνα ESRA 3, με σκοπό να αναλυθούν στην γλώσσα προγραμματισμού R. Πραγματοποιήθηκε **διαλογή** των ανεξάρτητων μεταβλητών για κάθε μοντέλο. Επιπλέον, από την αρχική βάση δεδομένων, επιλέχθηκαν για την έρευνα οι εγγραφές όπου οι ερωτηθέντες διαμένουν στην Ευρώπη.

4.3.1 Καταχώρηση των στοιχείων της έρευνας και επεξεργασία των δεδομένων

Στην παρούσα διπλωματική εργασία αναλύθηκαν τα αποτελέσματα της έρευνας ESRA από **22 ευρωπαϊκές χώρες** που συμμετείχαν σε αυτή. Οι χώρες αυτές, οι αντίστοιχοι κωδικοί τους καθώς και ο αριθμός των συμμετεχόντων από κάθε χώρα αποτυπώνονται στον παρακάτω πίνακα, καθώς και στο διάγραμμα.

Κωδικός	Αριθμός συμμετεχόντων	Χώρα
1	142	Αυστρία
2	194	Βέλγιο
3	172	Ελβετία
4	99	Γερμανία
5	97	Δανία
6	63	Ελλάδα
7	113	Ισπανία
8	110	Φιλανδία
9	168	Γαλλία
10	56	Ιρλανδία
11	126	Ιταλία
12	70	Ολλανδία
13	124	Πολωνία
14	76	Πορτογαλία
15	108	Σουηδία
16	83	Σλοβενία
17	150	Ηνωμένο βασίλειο
19	67	Τσεχία
39	42	Σερβία
54	29	Λουξεμβούργο
62	66	Βοσνία Ερζεγοβίνη
63	111	Λετονία

Πίνακας 4.1: Χώρες συμμετοχής και αριθμός συμμετεχόντων ανά χώρα

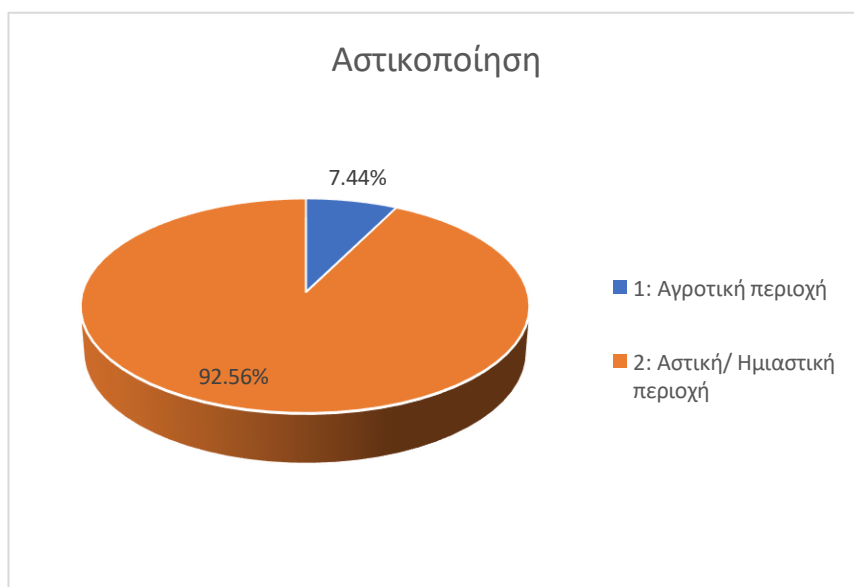
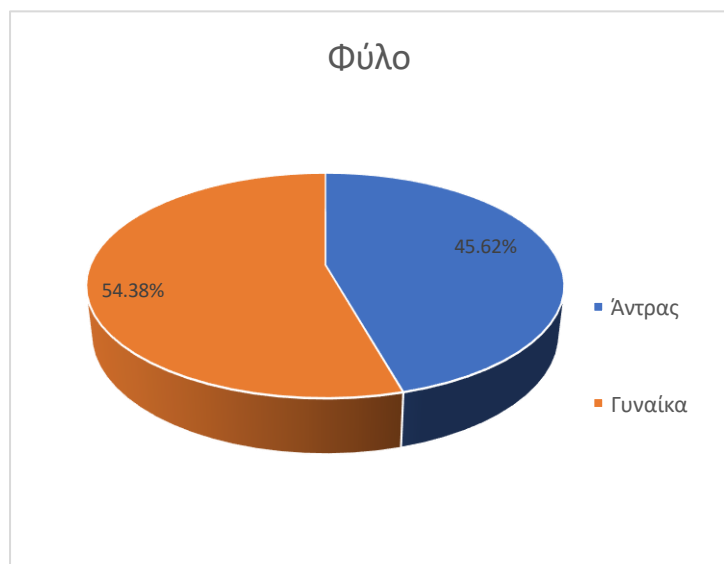


Γράφημα 4.1: Αριθμός συμμετεχόντων ανά χώρα

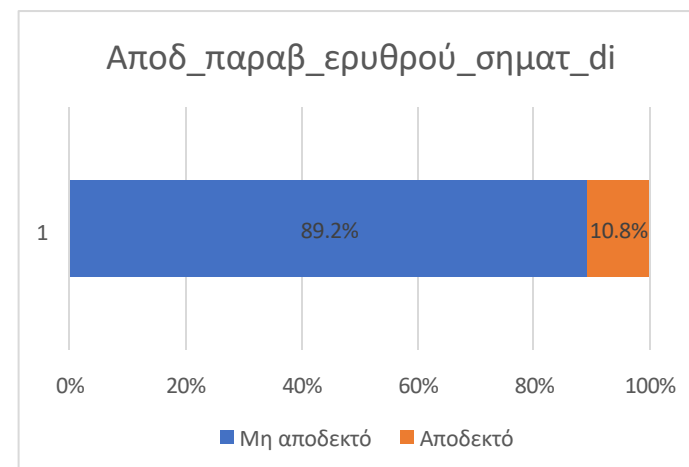
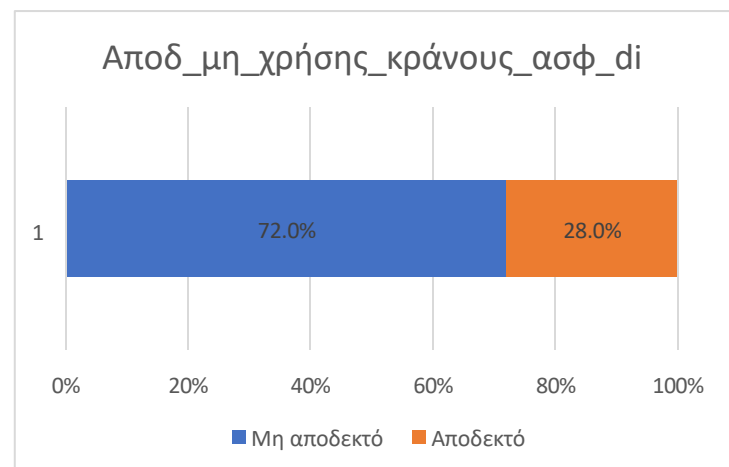
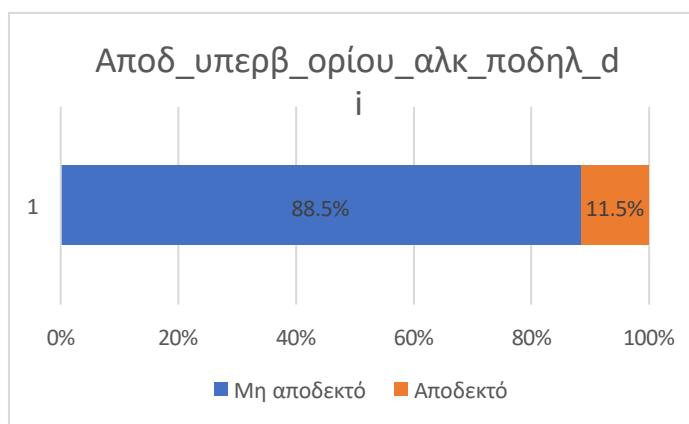
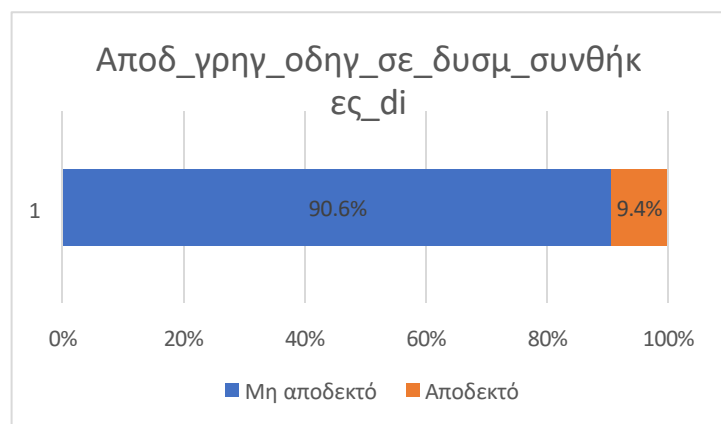
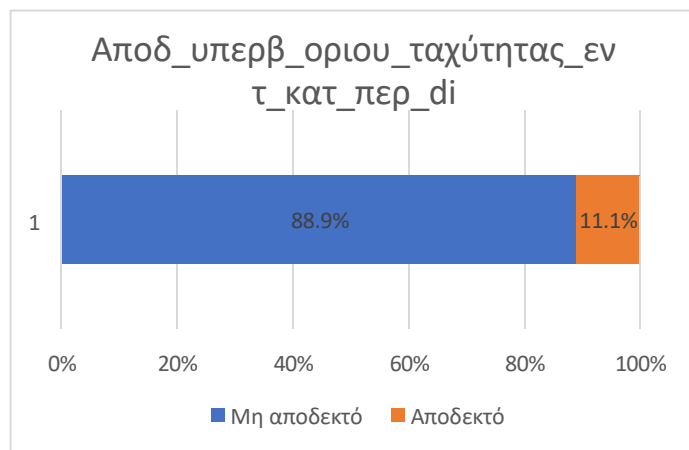
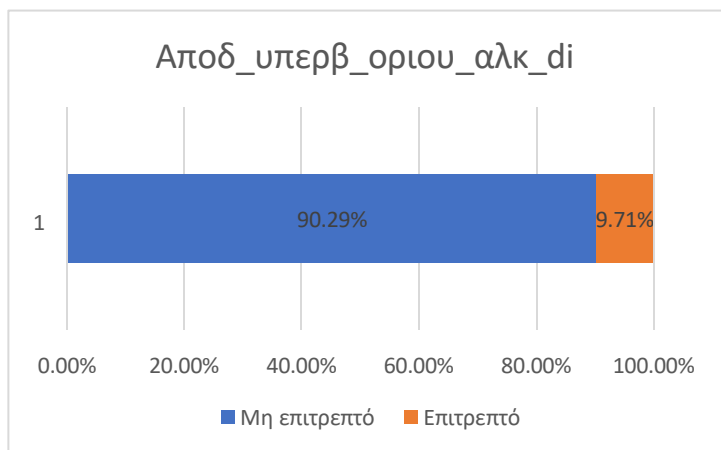
Το ερωτηματολόγιο της έρευνας είναι ενιαίο για όλες τις συμμετέχουσες χώρες, μεταφρασμένο στην εκάστοτε γλώσσα. Από τις κωδικοποιημένες απαντήσεις που συλλέχθηκαν, **επιλέχθηκαν εκείνες που θεωρήθηκαν πιο κατάλληλες** για την κάλυψη των στόχων της παρούσας μελέτης. Πιο συγκεκριμένα, επιλέχθηκαν αρχικά οι ερωτήσεις που αφορούσαν κοινωνικά-δημογραφικά χαρακτηριστικά. Στην συνέχεια επιλέχθηκαν ερωτήσεις που αφορούν τόσο την οδηγική συμπεριφορά των ίδιων των συμμετεχόντων, όσο και την άποψη του για τις συμπεριφορές άλλων οδηγών. Οι ερωτήσεις αυτές εξετάζουν την στάση τους απέναντι σε διάφορους παράγοντες που επηρεάζουν την οδηγική συμπεριφορά και την οδική ασφάλεια, όπως η υπερβολική ταχύτητα, η απόσπαση προσοχής και η κόπωση κατά την οδήγηση. Επιπλέον, περιλαμβάνονται ερωτήσεις σχετικά με την υποστήριξη ή μη των ερωτηθέντων σε υποκείμενες νομοθεσίες.

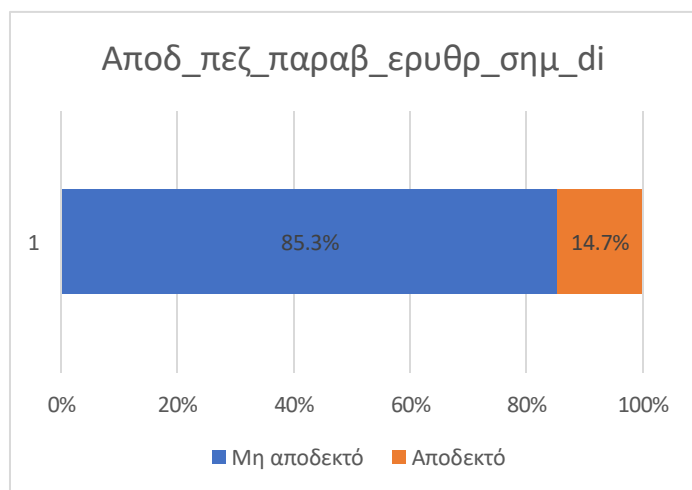
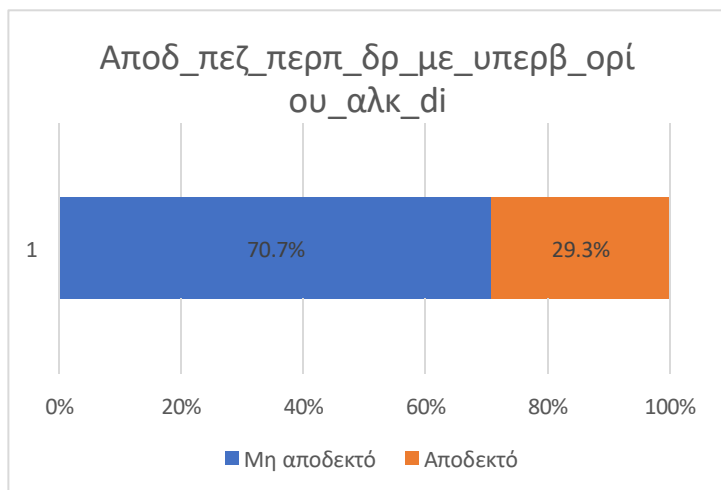
4.3.2 Προκαταρκτική ανάλυση δεδομένων

Παρακάτω **παρουσιάζονται υπό μορφή διαγραμμάτων**, ορισμένες επιλεγμένες κωδικοποιημένες ερωτήσεις, όπως διατυπώθηκαν στην έρευνα ESRA, καθώς **και η κατανομή των απαντήσεων** των συμμετεχόντων σε κάθε μια από αυτές, ενώ το ερωτηματολόγιο στη πλήρη του μορφή παρατίθεται στο παράρτημα. Η γραφική αυτή αποτύπωση αποτελεί ένα πρώτο βήμα ανάλυσης των δεδομένων, το οποίο συμβάλλει στην αρχική ερμηνεία των αποτελεσμάτων και διευκολύνει την εξαγωγή βασικών ποιοτικών συμπερασμάτων.

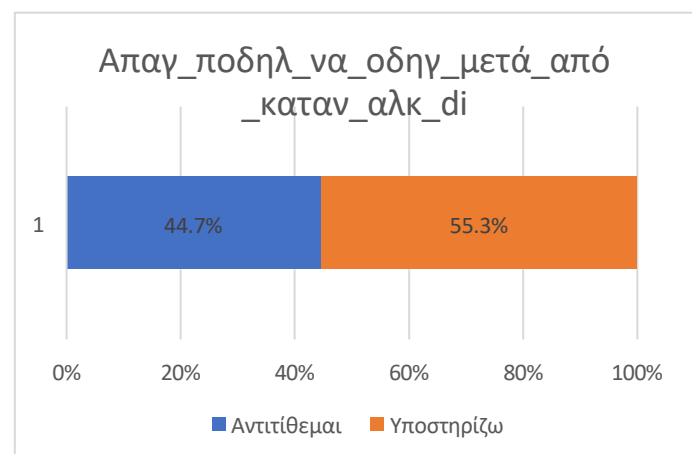
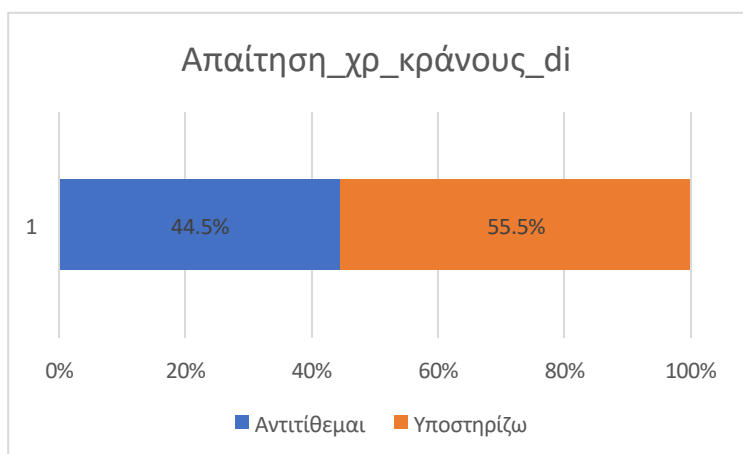
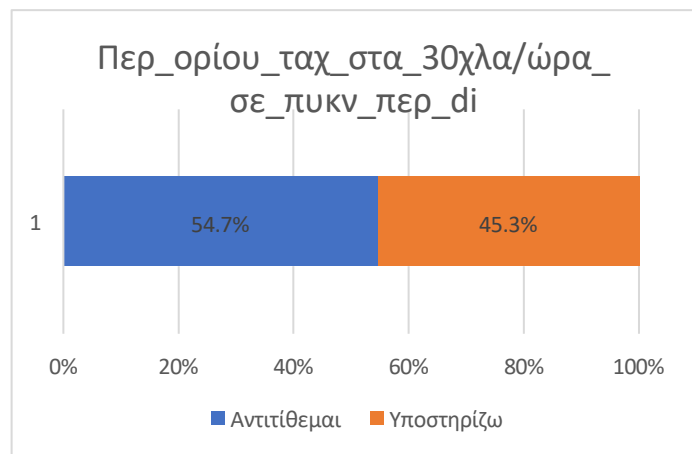
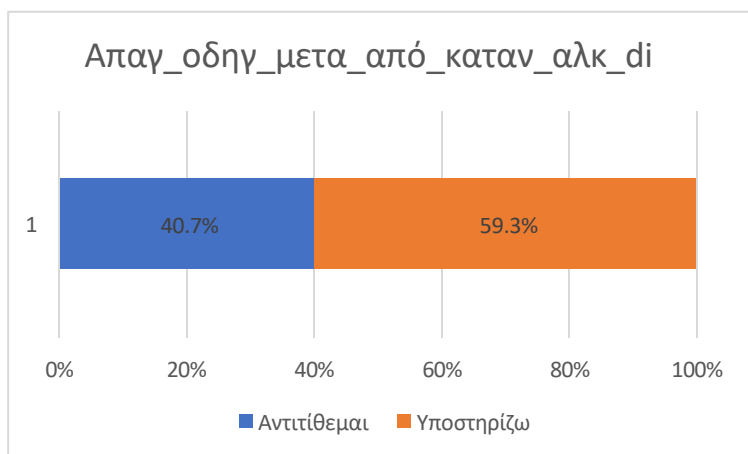


Διάγραμμα 4.2: Δημογραφικά χαρακτηριστικά

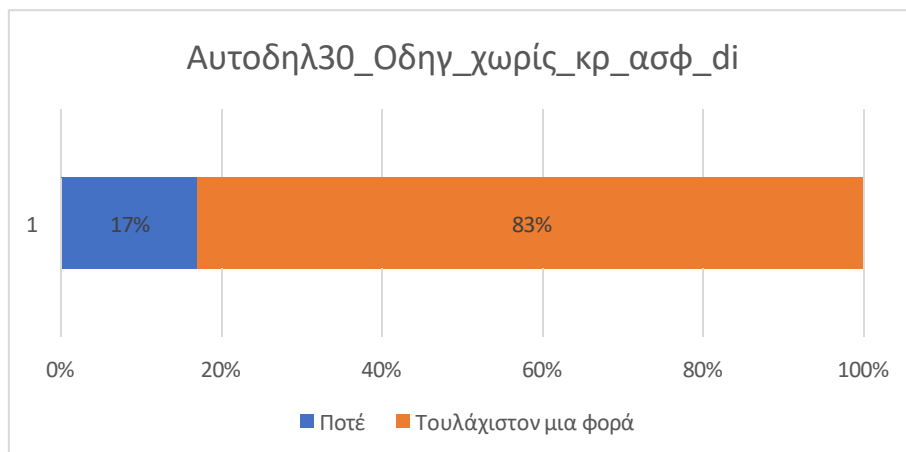
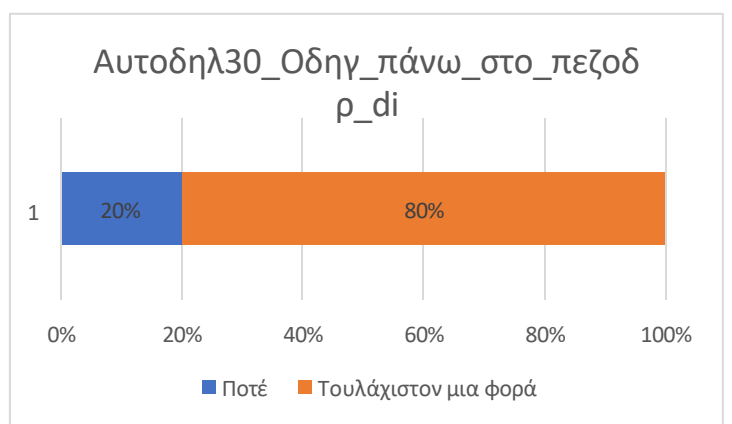
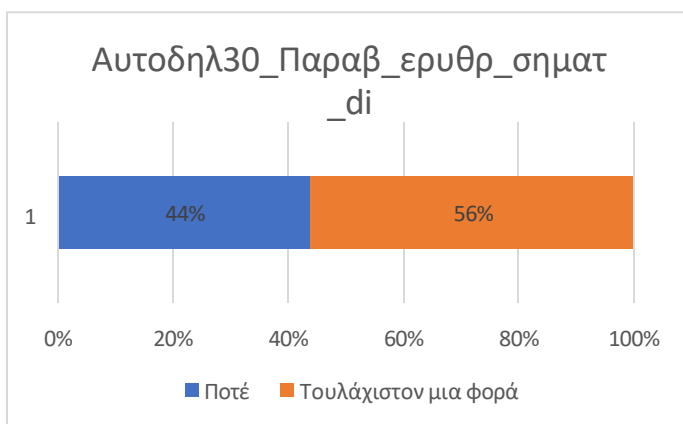
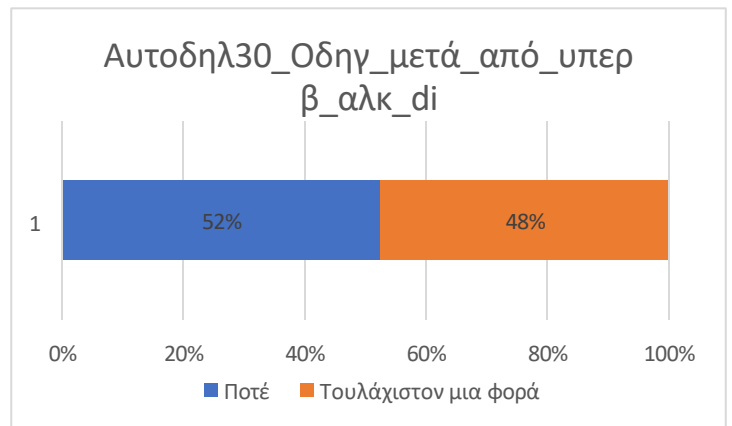
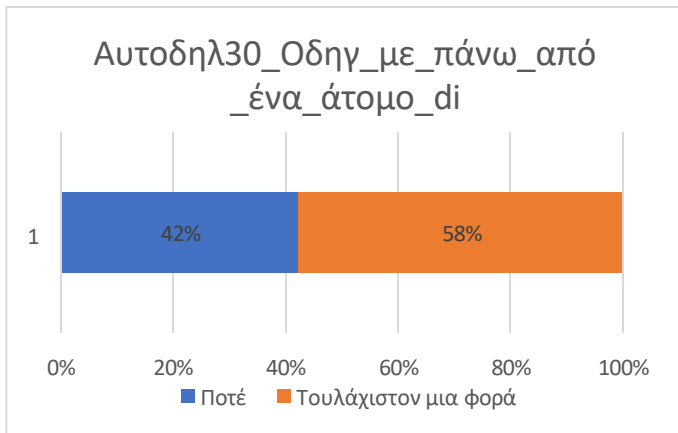




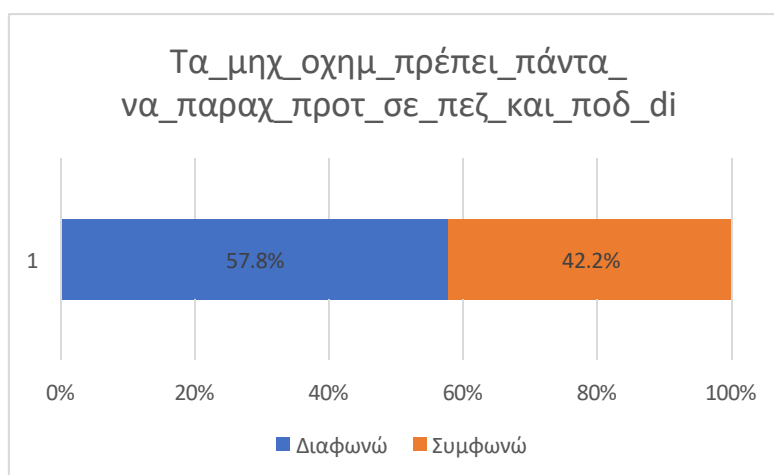
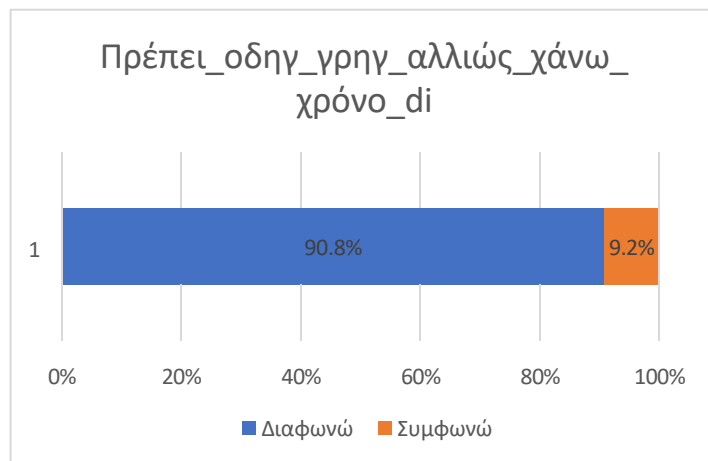
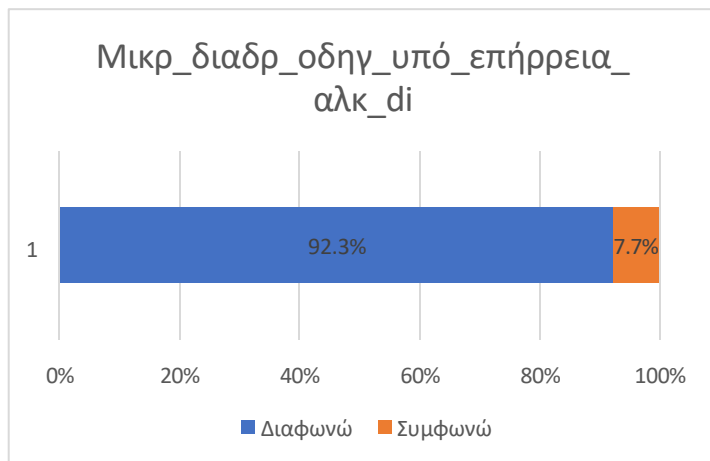
Διάγραμμα 4.3: Απόψεις οδικής ασφάλειας για οδηγούς αυτοκινήτου



Διάγραμμα 4.4: Υποστήριξη μέτρων πολιτικής



Διάγραμμα 4.5: Αυτοδηλούμενη συμπεριφορά



Διάγραμμα 6: Κοινωνική αποδοχή - Σε τι βαθμό συμφωνείτε με τα παρακάτω;

Παρατηρώντας τα παραπάνω διαγράμματα, καθώς και αυτά που βρίσκονται στο παράρτημα, προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Περίπου το ίδιο ποσοστό ανδρών και γυναικών απάντησαν στην έρευνα. Όσον αφορά τις ηλικιακές κατηγορίες, οι περισσότεροι ερωτηθέντες βρίσκονται στις ηλικίες 25-34, 35-44 και 45-64, ενώ η συντριπτική πλειοψηφία των ερωτηθέντων ζει σε αστική ή ημιαστική περιοχή.
- Σχετικά με τις απόψεις οδικής ασφάλειας η πλειοψηφία των ερωτηθέντων (88,05%) θεωρεί μη αποδεκτή (ή διατηρεί ουδέτερη στάση) την οδήγηση μετά από υπέρβαση του ορίου κατανάλωσης αλκοόλ. Επίσης μη αποδεκτή θεωρείται από την πλειοψηφία (86,62%) η υπέρβαση του ορίου ταχύτητας εντός κατοικημένης περιοχής. Περίπου οι 9 στους 10 ερωτηθέντες (89,14%) δεν αποδέχονται την γρήγορη οδήγηση σε δυσμενείς συνθήκες, όπως είναι η κακή ορατότητα, πυκνή κυκλοφορία, παρουσία ευάλωτων χρηστών

του δικτύου. Τέλος, το 86,98% των ερωτηθέντων δεν θεωρεί αποδεκτή την χρήση κινητού τηλεφώνου κατά την διάρκεια της οδήγησης.

- Σχετικά με την **υποστήριξη μέτρων πολιτικής** η πλειονότητα των ερωτηθέντων συμφωνεί με την αυστηροποίηση τους. Πιο συγκεκριμένα, το 95,55% συμφωνεί με την απαγόρευση οδήγησης μετά από κατανάλωση αλκοόλ. Το 92,65% υποστηρίζει τον περιορισμό της ταχύτητας στα 30χλμ/ώρα σε πυκνοκατοικημένες περιοχές. Επιπλέον η υποχρεωτική χρήση κράνους υποστηρίζεται από το 94,89% των ερωτηθέντων.
- Σχετικά με την **αυτοδηλούμενη συμπεριφορά** των ερωτηθέντων κατά τον τελευταίο μήνα, μόλις το 33,66% δήλωσε ότι δεν έχει χρησιμοποιήσει ποτέ κινητό τηλέφωνο κατά την οδήγηση, ενώ το 11,04% δηλώνει συχνή χρήση κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση. Αντίστοιχα το 26,07% δήλωσε ότι δεν ξεπέρασε το όριο ταχύτητας εντός κατοικημένης περιοχής, ενώ το 11,19% το παραβίαζε τακτικά. Όσον αφορά τους χρήστες ηλεκτρικών πατινιών **το 52,44% δήλωσε ότι ποτέ δεν οδήγησε μετά από υπερβολική κατανάλωση αλκοόλ τις τελευταίες 30 ημέρες**. Τέλος, το 47,64% δήλωσε ότι χρησιμοποιεί σχεδόν πάντα κράνος ασφαλείας κατά την οδήγηση ηλεκτρικού πατινιού, ενώ σχεδόν 2 στους 10 ερωτηθέντες (17,10%) δεν χρησιμοποιεί ποτέ.
- Τέλος, σχετικά με τις ερωτήσεις που εξετάζουν την **κοινωνική αποδοχή** το μεγαλύτερο ποσοστό (88,37%) διαφωνεί με την οδήγηση υπό επήρεια αλκοόλ για μικρές αποστάσεις. Επιπλέον σχεδόν οι 9 στους 10 ερωτηθέντες (91,49%) πιστεύουν ότι τα μηχανοκίνητα οχήματα πρέπει πάντα να δίνουν προτεραιότητα στους πεζούς ή στους ποδηλάτες.

Κεφάλαιο 5: Εφαρμογή μεθοδολογιών - Αποτελέσματα

5.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό περιλαμβάνεται η αναλυτική **περιγραφή της μεθοδολογίας** που ακολουθήθηκε, καθώς και η **παρουσίαση των αποτελεσμάτων** της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, μετά την συλλογή και διαλογή των δεδομένων, επόμενο βήμα αποτέλεσε η στατιστική τους επεξεργασία, η οποία έγινε με την μέθοδο της λογιστικής παλινδρόμησης.

Στη συνέχεια περιγράφονται αναλυτικά τα βήματα που έγιναν κατά την εφαρμογή της μεθοδολογίας και παρουσιάζεται η διαδικασία ανάπτυξης των κατάλληλων μοντέλων. Σημαντικό κομμάτι των αποτελεσμάτων, αποτελούν οι **στατιστικοί έλεγχοι** που απαιτούνται για την αποδοχή ή απόρριψη των μοντέλων. Τέλος, παρατίθενται τα **αποτελέσματα** που προκύπτουν από την εφαρμογή των μεθοδολογιών, η περιγραφή τους, και η **ερμηνεία** τους με βάση το γενικότερο πλαίσιο της έρευνας.

5.2 Κώδικας

5.2.1 Προεπεξεργασία δεδομένων

Στο παρόν υποκεφάλαιο αναλύεται το πρώτο κομμάτι του κώδικα όπου γίνεται καθαρισμός και προετοιμασία των δεδομένων πριν από την εφαρμογή των μεθόδων στατιστικής ανάλυσης.

Σε πρώτο στάδιο δημιουργείται το script, δηλαδή το περιβάλλον της συγγραφής του κώδικα, μέσω της εντολής File -> New File -> R Script.

Ξεκινώντας γίνεται **εγκατάσταση των απαραίτητων εντολών** από την βιβλιοθήκη του προγράμματος. Πιο συγκεκριμένα οι εντολές αυτές αφορούν την εισαγωγή (haven) και διαχείριση δεδομένων μορφής “.sav” (dplyr, car), την στατιστική μοντελοποίηση (lme4, MuMIn, lmerTest, pscl), την οπτικοποίηση (ggplot2), την εμφάνιση αποτελεσμάτων (epiDisplay) καθώς και τον έλεγχο των μοντέλων (performance).

Έπειτα μέσω της εντολής **setwd** ορίστηκε η διαδρομή του φακέλου όπου βρίσκεται το αρχείο δεδομένων το οποίο αφορά μόνο τις χώρες της Ευρώπης, ώστε να μπορεί να το διαβάσει.

Στην συνέχεια έγινε διαλογή των μεταβλητών όπου κρίθηκαν άμεσα συνδεδεμένες με τον σκοπό της έρευνας. Οι μεταβλητές που επιλέχθηκαν φαίνονται αναλυτικά στον παρακάτω πίνακα.

Κωδικοποίηση	Αυτοδηλούμενη συμπεριφορά - Τις τελευταίες 30 ημέρες, πόσο συχνά ως οδηγός ηλεκτρικού πατινιού.....;
Οδηγ_με_πάνω_από_ένα_άτομο_di	Οδηγήσατε με πάνω από 1 άτομο στο ηλεκτρικό πατίνι
Οδηγ_μετά_από_υπερβ_αλκ_di	Οδηγήσατε ενώ είχατε πειε πολύ αλκοόλ
Παραβ_ερυθρ_σηματ_di	Παραβιάσατε ερυθρό σηματοδότη
Οδηγ_πάνω_στο_πεζοδρ_di	Οδηγήσατε επάνω στο πεζοδρόμιο
Οδηγ_χωρίς_κρ_ασφ_di	Οδηγήσατε χωρίς την χρήση προστατευτικού κράνους ασφαλείας
Κωδικοποίηση	Δημογραφικά χαρακτηριστικά
Φύλο	Φύλο [1: Άντρας, 2: Γυναίκα]
Ηλικιακή κατηγορία	Ηλικιακή κατηγορία [1: 18-34, 2: 35-54, 3: 55-74]
Αστικοποίηση	Βαθμός αστικοποίησης [1: αστική περιοχή, 2: ημι-αστική ή επαρχιακή περιοχή]
Φοιτητής;	Είστε φοιτητής [0: Όχι, 1: Ναι]
Κωδικοποίηση	Απόψεις οδικής ασφάλειας - Πόσο αποδεκτό θεωρείται στην περιοχή που κατοικείται, ένας οδηγός αυτοκινήτου να:
Αποδ_υπερβ_ορίου_αλκ_di	οδηγεί ενώ πιθανόν έχει ξεπεράσει το επιτρεπόμενο όριο κατανάλωσης αλκοόλ πριν την οδήγηση
Αποδ_υπερβ_ορίου_ταχύτητας_εντ_κατ_περ_di	οδηγεί εντός κατοικημένης περιοχής με ταχύτητα μεγαλύτερη από το επιτρεπόμενο όριο
Αποδ_γρηγ_οδηγ_σε_δυσμ_συνθήκες_di	οδηγεί πολύ γρήγορα για τις εκάστοτε οδικές/κυκλοφοριακές συνθήκες (π.χ. κακή ορατότητα, πυκνή κυκλοφορία, παρουσία ευάλωτων χρηστών του οδικού δικτύου)
Κωδικοποίηση	Απόψεις οδικής ασφάλειας - Πόσο αποδεκτό θεωρείτε εσείς προσωπικά για έναν ποδηλάτη να:
Αποδ_υπερβ_ορίου_αλκ_ποδηλ_di	κυκλοφορήσει ενώ πιθανόν έχει καταναλώσει πολύ αλκοόλ
Αποδ_μη_χρήσης_κράνους_ασφ_di	μην χρησιμοποιήσει κράνος ασφαλείας
Αποδ_παραβ_ερυθρού_σηματ_di	διασχίσει την οδό όταν ο φωτεινός σηματοδότης είναι κόκκινος
Αποδ_πεζ_περ_δρ_με_υπερβ_ορίου_αλκ_di	Πόσο αποδεκτό θεωρείτε για έναν πεζό να περπατάει στον δρόμο όταν έχει καταναλώσει πολύ αλκοόλ
Αποδ_πεζ_παραβ_ερυθρ_σημ_di	Πόσο αποδεκτό θεωρείτε για έναν πεζό να παραβιάζει τον ερυθρό σηματοδότη των πεζών ενώ διασχίζει τον δρόμο
Κωδικοποίηση	Κοινωνική αποδοχή - Σε τι βαθμό συμφωνείτε με τα παρακάτω:
Μικρ_διαδρ_οδηγ_υπό_επάρρεια_αλκ_di	Για μικρές διαδρομές, κάποιος μπορεί να ρισκάρει να οδηγήσει υπό την επάρρεια αλκοόλ.
Πρέπει_οδηγ_γρηγ_αλλιώς_χάνω_χρόνο_di	Πρέπει να οδηγώ γρήγορα, αλλιώς έχω την εντύπωση ότι χάνω χρόνο.
Τα_μηχ_οχημ_πρέπει_πάντα_να_παραχ_προτ_σε_πεζ_και_ποδ_di	Τα μηχανοκίνητα οχήματα πρέπει πάντα να παραχωρούν προτεραιότητα στους πεζούς ή τους ποδηλάτες.
Κωδικοποίηση	Υποστήριξη μέτρων πολιτικής - Αντιτίθεστε ή υποστηρίζετε μια νομική υποχρέωση ...;
Απαγ_οδηγ_μετα_από_καταν_αλκ_di	Απαγόρευση σε όλους τους οδηγούς μηχανοκίνητων οχημάτων να οδηγούν με συγκέντρωση αλκοόλ στο αίμα άνω του 0,0 ‰ (μηδενική ανοχή)
Περ_ορίου_ταχ_στα_30χλμ/ώρα_σε_πυκν_περ_di	Περιορισμός του ορίου ταχύτητας στα 30 χλμ./ώρα σε όλες τις πυκνοκατοικημένες περιοχές (εκτός από τις κεντρικές οδούς)
Απαίτηση_χρ_κράνους_di	Απαιτείται από όλους τους ποδηλάτες να φοράνε κράνος
Απαγ_ποδηλ_να_οδηγ_μετά_από_καταν_αλκ_di	Απαγόρευση σε όλους τους ποδηλάτες να οδηγούν με συγκέντρωση αλκοόλ στο αίμα άνω του 0,0‰ (μηδενική ανοχή)
Έμπλ_προσ_σε_ατυχ_με_ηλεκτρ_πατ_με_τραυμ_di	Έχετε εμπλακεί προσωπικά σε ατύχημα με ηλεκτρικό πατίνι, όπου τουλάχιστον ένας άνθρωπος τραυματίστηκε;

Πίνακας 5.1: Οι μεταβλητές που επιλέχθηκαν

Αφού επιλέχθηκαν οι μεταβλητές ορίστηκε ένα υποσύνολο από το αρχικό σύνολο δεδομένων. Αυτή η ενέργεια μειώνει την πολυπλοκότητα του dataset και επικεντρώνει την ανάλυση σε μεταβλητές σχετικές με τους στόχους της έρευνας.

Στην συνέχεια όλες οι μεταβλητές από τη στήλη 1 έως 49 μετατρέπονται σε κατηγορικές (factor), καθώς αντιπροσωπεύουν **ποιοτικά ή κωδικοποιημένα δεδομένα** (όπως δημογραφικά στοιχεία, συμπεριφορές κ.λπ.). Παράλληλα, οι ηλικιακές μεταβλητές μετατρέπονται επίσης σε **κατηγορικές**, διευκολύνοντας την κατηγοριοποίηση και τη χρήση τους σε πολυπαραγοντικά μοντέλα.

Η **μεταβλητή που αναφέρεται στο φύλο** των συμμετεχόντων, το οποίο τυπικά κωδικοποιείται ως εξής: 1 = Άνδρας, 2 = Γυναίκα, και 3 = Άλλο. Δεδομένου ότι η κατηγορία Άλλο (τιμή 3) εκπροσωπείται από πολύ μικρό αριθμό παρατηρήσεων, δεν θα μπορούσε να υποστηριχθεί αναλυτικά σε στατιστικά μοντέλα ή συγκρίσεις χωρίς να επηρεαστεί η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων. Για τον λόγο αυτό, οι εν λόγω παρατηρήσεις **αποκλείστηκαν από το σύνολο δεδομένων**, με τη χρήση του κριτηρίου `as.numeric(v02) < 2.1`.

Στη συνέχεια, εφαρμόστηκε η εντολή `droplevels()` με σκοπό την **αφαίρεση των πλέον μη χρησιμοποιούμενων επιπέδων της μεταβλητής**, αποφεύγοντας έτσι ενδεχόμενα σφάλματα σε αναλύσεις που βασίζονται σε παραγοντικές μεταβλητές (factors), και διασφαλίζοντας καθαρότερη και ακριβέστερη αναπαράσταση των δεδομένων.

Η **μεταβλητή που αναφέρεται στις χώρες** είχε αριθμητικές τιμές. Μέσω της εντολής `recode_factor` ανακωδικοποιήθηκε σε ονοματικές τιμές χωρών, με σκοπό την διευκόλυνση της ανάγνωσης και ερμηνείας των αποτελεσμάτων.

Τέλος, παρέχεται μία **σύνοψη του τελικού dataset** με χρήση της `summary()` και πίνακας συχνοτήτων ανά χώρα μέσω `table()`. Τα στατιστικά αυτά βοηθούν στην **επιβεβαίωση του καθαρισμού** και στον ποσοτικό προσδιορισμό της κατανομής των δεδομένων, π.χ., πλήθος συμμετεχόντων ανά χώρα και εύρος μεταβλητών.

5.3 Μοντέλα Διωνυμικής Λογιστικής Παλινδρόμησης

Στο πλαίσιο της παρούσας ανάλυσης πραγματοποιείται η εκτίμηση **πέντε λογιστικών μοντέλων** (μοντέλα λογιστικής παλινδρόμησης), **με σκοπό τη διερεύνηση διαφόρων επικίνδυνων συμπεριφορών που επιδεικνύουν οι χρήστες ηλεκτρικών πατινιών**. Κάθε μοντέλο εστιάζει σε διαφορετική πτυχή της συμπεριφοράς των αναβατών, επιτρέποντας μια λεπτομερή κατανόηση των παραγόντων που συμβάλλουν σε επικίνδυνες πρακτικές. Η προσέγγιση αυτή διευκολύνει την αναγνώριση και ανάλυση των κινδύνων που σχετίζονται με τη χρήση των ηλεκτρικών πατινιών, συμβάλλοντας στην ανάπτυξη στοχευμένων παρεμβάσεων για την ενίσχυση της ασφάλειας των χρηστών.

Η κάθε μια από τις **εξαρτημένες μεταβλητές** των μοντέλων αντιστοιχεί σε διαφορετική **επικίνδυνη συμπεριφορά**. Ειδικότερα:

- Μοντέλο 1: v14_6_2di, Οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ
- Μοντέλο 2: v14_6_1di, Μεταφορά δεύτερου ατόμου στο πατίνι
- Μοντέλο 3: v14_6_5di, Χρήση κράνους
- Μοντέλο 4: v14_6_3di, Παράβαση ερυθρού σηματοδότη
- Μοντέλο 5: v14_6_4di, Οδήγηση σε πεζοδρόμιο

Σημειώνεται ότι κάθε μια από τις μεταβλητές αυτές είναι **δихοτομική** και εκφράζει αν ο ερωτώμενος έχει επιδείξει αυτήν την συμπεριφορά τουλάχιστον μία φορά τις τελευταίες 30 μέρες.

Η προσέγγιση για κάθε μοντέλο περιλαμβάνει **δύο στάδια**. Πρώτο στάδιο αποτέλεσε η **εκτίμηση μοντέλου σταθερών επιδράσεων** (fixed effects). Χρησιμοποιώντας την συνάρτηση glm και οικογένεια κατανομών (binomial(link = 'logit')) έγινε **εκτίμηση των βασικών λογιστικών μοντέλων**. Οι ανεξάρτητες μεταβλητές που συμπεριλήφθηκαν σε αυτά τα μοντέλα αφορούν φύλο, ηλικιακή κατηγορία, μορφωτικό επίπεδο, προηγούμενη εμπειρία με πατίνια, καθώς και χωρικών χαρακτηριστικών όπως η αστικοποίηση της περιοχής διαμονής (urbanization).

Για κάθε ένα από τα μοντέλα που εκτιμήθηκαν πραγματοποιήθηκε μια σειρά από **ελέγχους** ώστε να εξεταστεί τόσο η εγκυρότητα των αποτελεσμάτων όσο και η ποιότητα της προσαρμογής τους. Οι έλεγχοι αυτοί είναι:

- **Οι εκτιμήσεις των συντελεστών (β)**, καθώς και οι αντίστοιχοι λόγοι πιθανοτήτων (*odds ratios*), μέσω της συνάρτησης `logistic.display()`. Οι εκτιμήσεις αυτές επιτρέπουν την ποσοτική αξιολόγηση της επίδρασης κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής στην εξαρτημένη μεταβλητή, στο πλαίσιο της λογιστικής παλινδρόμησης.
- Το **τροποποιημένο κριτήριο AIC**, το οποίο χρησιμοποιείται για την **εκτίμηση της ποιότητας προσαρμογής** του μοντέλου, λαμβάνοντας υπόψη και το μέγεθος του δείγματος. Το κριτήριο αυτό είναι αρκετά χρήσιμο όταν ο αριθμός των παραμέτρων είναι συγκρίσιμος με το μέγεθος του δείγματος.
- Η **δοκιμή Hosmer – Lemeshow**, μέσω της συνάρτησης `hoslem.test()`, η οποία αξιολογεί κατά πόσο το μοντέλο περιγράφει ικανοποιητικά την κατανομή των δεδομένων. Πρόκειται για έναν **έλεγχο καλής προσαρμογής** που βασίζεται στην σύγκριση των παρατηρούμενων και αναμενόμενων συχνοτήτων.
- Ο **έλεγχος πολυσυγγραμμικότητας** μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών μέσω του **δείκτη διόγκωσης διασποράς (Variance Inflation Factor) VIF**. Η παρουσία υψηλών τιμών VIF υποδηλώνει ότι υπάρχουν ισχυρές συσχετίσεις μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών, γεγονός που μπορεί να επηρεάσει την αξιοπιστία των εκτιμήσεων των συντελεστών.

Στο δεύτερο στάδιο πραγματοποιήθηκε **εκτίμηση μικτών μοντέλων** με τυχαία σταθερά ανά χώρα (random intercepts). Η προσθήκη της τυχαίας σταθεράς αποσκοπεί στην **καλύτερη αποτύπωση της διακρατικής ετερογένειας**, λαμβάνοντας υπόψη ότι η συχνότητα και οι κοινωνικές νόρμες γύρω από τη χρήση e-scooter ενδέχεται να διαφέρουν σημαντικά από χώρα σε χώρα. Μέσω αυτής της μεθόδου, αντιμετωπίζεται η μη ανεξαρτησία των παρατηρήσεων εντός της ίδιας χώρας, ενώ ενισχύεται η εξωτερική εγκυρότητα (external validity) και η γενικευσιμότητα των αποτελεσμάτων.

Η **αξιολόγηση της συνεισφοράς των τυχαίων σταθερών** στη βελτίωση της προσαρμογής επιτρέπει την εκτίμηση του κατά πόσο η γεωγραφική καταγωγή έχει **ουσιαστική επίδραση** στη συμπεριφορά των χρηστών, ανεξαρτήτως των ατομικών τους χαρακτηριστικών.

Αναγνωρίζοντας ότι οι συμμετέχοντες προέρχονται από διαφορετικά εθνικά και πολιτισμικά πλαίσια, εκτιμήθηκαν **μικτά μοντέλα λογιστικής παλινδρόμησης**, ενσωματώνοντας την παράμετρο της **τυχαίας σταθεράς ανά χώρα** μέσω της συνάρτησης `glmer()` από το πακέτο `lme4`. Με αυτόν τον τρόπο δίνεται η δυνατότητα να έχει την δική της βασική πιθανότητα εμφάνισης της συμπεριφοράς χωρίς να αλλοιώνεται η επίδραση των υπόλοιπων μεταβλητών. Η επίδοση των μικτών μοντέλων συγκρίθηκε με τα αντίστοιχα μοντέλα σταθερών επιδράσεων μέσω των:

- `compare_performance()` και `test_performance()` από το πακέτο `performance`, για σύγκριση ποιότητας προσαρμογής
- Τιμών **AIC**, όπου μικρότερη τιμή υποδεικνύει καλύτερη προσαρμογή
- **Οπτικής αξιολόγησης των τυχαίων επιδράσεων** μέσω Q-Q plots και caterpillar plots (`ranef()` και `lattice::dotplot()`)

Στον παρακάτω πίνακα αποτυπώνεται μια σύντομη ανάλυση του κάθε μοντέλου. Παρακάτω πραγματοποιείται εκτενέστερη ανάλυση για το κάθε μοντέλο.

Μοντέλο	Εξαρτημένη μεταβλητή	Περιγραφή μοντέλου
Μοντέλο 1	Οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ	Πλήρες μοντέλο με δημογραφικά, στάσεις και εμπειρία
Μοντέλο 2	Οδήγηση με πάνω από ένα άτομο	Περιλαμβάνει ηλικία, εκπαίδευση, εμπειρία και αστικοποίηση
Μοντέλο 3	Χρήση κράνους	Ελέγχει επίδραση κινήτρων και περιβάλλοντος
Μοντέλο 4	Παραβίαση ερυθρού σηματοδότη	Συσχετίζεται με ηλικία, στάσεις, προηγούμενες πρακτικές
Μοντέλο 5	Οδήγηση σε πεζοδρόμιο	Εστιάζει σε χαρακτηριστικά προσώπου και εμπειρίας

Πίνακας 5.2: Σύνοψη ανάλυσης ανά μοντέλο

5.3.1 Δήλωση οδήγησης e-scooter μετά από κατανάλωση αλκοόλ

Το **πρώτο λογιστικό μοντέλο** (Model 1) εξετάζει τους παράγοντες που σχετίζονται με την **πιθανότητα ένα άτομο να δηλώνει ότι οδήγησε ηλεκτρικό πατίνι υπό την επήρεια αλκοόλ** τουλάχιστον μία φορά τις τελευταίες 30 μέρες. Η ανάλυση πραγματοποιείται με χρήση **δυναμικής λογιστικής παλινδρόμησης** (binary logistic regression), με την εξαρτημένη μεταβλητή να λαμβάνει δυαδικές τιμές (1 = "Ναι", 0 = "Όχι"). Σκοπός του μοντέλου είναι να εντοπίσει σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ της εξεταζόμενης συμπεριφοράς και ενός συνόλου κοινωνικό-δημογραφικών, γνωστικών και συμπεριφορικών μεταβλητών.

Το μοντέλο περιλαμβάνει ως ανεξάρτητες μεταβλητές τα εξής:

- Φύλο: Είστε άντρας ή γυναίκα.
- Φοιτητής: Είστε φοιτητής;
- Ηλικιακή κατηγορία
- Έμπλ_προσ_σε_ατυχ_με_ηλεκτρ_πατ_με_τραυμ_di: Έχετε εμπλακεί προσωπικά σε ατύχημα με ηλεκτρικό πατίνι;
- Αποδ_υπερβ_οριου_αλκ_di: Πόσο αποδεκτό θεωρείται στην περιοχή σας ένας οδηγός αυτοκινήτου να οδηγεί ενώ πιθανόν έχει ξεπεράσει το επιτρεπόμενο όριο κατανάλωσης αλκοόλ πριν την οδήγηση
- Αποδ_υπερβ_οριου_αλκ_ποδηλ_di: Πόσο αποδεκτό θεωρείτε εσείς προσωπικά για έναν ποδηλάτη να κυκλοφορήσει ενώ πιθανόν έχει καταναλώσει πολύ αλκοόλ
- Αποδ_πεζ_περη_δρ_με_υπερβ_di: Πόσο αποδεκτό θεωρείτε για έναν πεζό να περπατάει στον δρόμο όταν έχει καταναλώσει πολύ αλκοόλ;
- Μικρ_διαδρ_οδηγ_υπό_επήρεια_αλκ_di: Για μικρές διαδρομές, κάποιος μπορεί να ρισκάρει να οδηγήσει υπό την επήρεια αλκοόλ.
- Απαγ_οδηγ_μετα_από_καταν_αλκ_di: Απαγόρευση σε όλους τους οδηγούς μηχανοκίνητων οχημάτων να οδηγούν
- Απαγ_ποδηλ_να_οδηγ_μετά_από_καταν_αλκ_di: Απαγόρευση σε όλους τους ποδηλάτες να οδηγούν με συγκέντρωση αλκοόλ στο αίμα άνω του 0,0‰ (μηδενική ανοχή).

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την στατιστική ανάλυση.

Μοντέλο 1: Δήλωση κατανάλωσης αλκοόλ κατά την οδήγηση ηλεκτρικού πατινιού

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Beta estimate	S.E.	z-value	P(> z)	Adj, Odds Ratio (95% CI)
(Σταθερά)	-1,263	0.1464	-8,627	< 2E-16	0,28 (0,21-0,38)
Φύλο	-0,356	0.1335	-2,663	0,008	0,70 (0,54-0,91)
Ηλικιακή κατηγορία (35-54)	-0,141	0.136	-1,032	0,302	0,87 (0,67-1,14)
Ηλικιακή κατηγορία (55-74)	-0,769	0.2763	-2,782	0,005	0,46 (0,27-0,80)
Είστε φοιτητής;	0,146	0.1454	1,001	0,317	1,16 (0,87-1,53)
Έχετε εμπλακεί προσωπικά σε ατύχημα με ηλεκτρικό πατίνι, όπου τουλάχιστον ένας άνθρωπος τραυματίστηκε;	0,729	0.3380	2,157	0,031	2,07 (1,07-4,01)
Πόσο αποδεκτό θεωρείται στην περιοχή που κατοικείται, ένας οδηγός αυτοκινήτου να οδηγεί ενώ πιθανόν έχει ξεπεράσει το επιτρεπόμενο όριο κατανάλωσης αλκοόλ πριν την οδήγηση;	1,452	0.1984	7,321	0	4,27 (2,90-6,31)
Πόσο αποδεκτό θεωρείτε εσείς προσωπικά για έναν ποδηλάτη να κυκλοφορήσει ενώ πιθανόν έχει καταναλώσει πολύ αλκοόλ	1,147	0.1904	6,024	0	3,15 (2,17-4,58)
Πόσο αποδεκτό θεωρείτε για έναν πεζό να περπατάει στον δρόμο όταν έχει καταναλώσει πολύ αλκοόλ	0,421	0.1416	2,976	0,003	1,52 (1,15-2,02)
Συμφωνείτε ή διαφωνείτε: Για μικρές διαδρομές, κάποιος μπορεί να ρισκάρει να οδηγήσει υπό την επήρεια αλκοόλ.	1,589	0.2148	7,397	0	4,90 (3,21-7,48)
Αντιτίθεστε ή υποστηρίζετε: Απαγόρευση σε όλους τους οδηγούς μηχανοκίνητων οχημάτων να οδηγούν με συγκέντρωση αλκοόλ στο αίμα άνω του 0,0 ‰ (μηδενική ανοχή)	-0,446	0.1509	-2,958	0,003	0,64 (0,48-0,86)
Απαγόρευση σε όλους τους ποδηλάτες να οδηγούν με συγκέντρωση αλκοόλ στο αίμα άνω του 0,0‰ (μηδενική ανοχή)	-0,506	0.1555	-3,254	0,001	0,60 (0,45-0,82)
AIC	1750,23				
HOSMER & LEMESHOW	0,513				

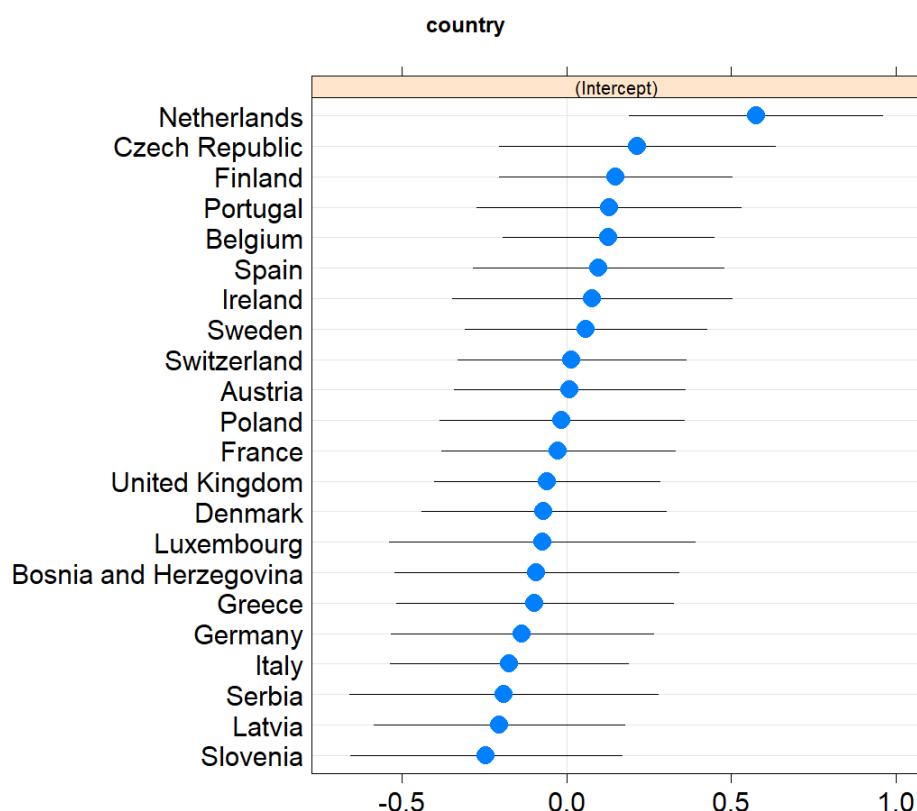
Πίνακας 2: Αποτελέσματα Μοντέλου Διωνυμικής Λογιστικής Παλινδρόμησης για την οδήγηση e scooter μετά από χρήση αλκοόλ

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης στον παραπάνω πίνακα καταλήγουμε στα εξής συμπεράσματα:

- Οι **γυναίκες παρουσιάζουν 30% μικρότερη πιθανότητα** να οδηγήσουν ηλεκτρικό πατίνι υπό την επήρεια αλκοόλ σε σύγκριση με τους άνδρες, ενδεχομένως διότι είναι πιο προσεκτικές στην οδήγηση και αναλαμβάνουν λιγότερα ρίσκα όπως επιβεβαιώνεται και από τη διεθνή βιβλιογραφία.

- Τα άτομα ηλικίας **55-74 ετών εμφανίζουν 54,6% μικρότερη πιθανότητα** να επιδείξουν αυτή τη συμπεριφορά σε σχέση με την ηλικιακή ομάδα 18-34, πιθανώς διότι οι ηλικιωμένοι οδηγοί είναι πιο προσεκτικοί στην οδήγηση όπως επιβεβαιώνεται και από τη διεθνή βιβλιογραφία
- Τα άτομα ηλικίας **35-54 ετών εμφανίζουν 13% μικρότερη πιθανότητα** να οδηγήσουν ηλεκτρικό πατίνι μετά από χρήση αλκοόλ σε σχέση με την ηλικιακή ομάδα 18-34, ίσως διότι οι νέοι οδηγοί αναλαμβάνουν περισσότερα ρίσκα σύμφωνα και με τη διεθνή βιβλιογραφία.
- Όσοι έχουν εμπλακεί σε ατύχημα με ηλεκτρικό πατίνι με τραυματισμό παρουσιάζουν περίπου **διπλάσια πιθανότητα** να οδηγήσουν υπό την επήρεια αλκοόλ, ενδεχομένως διότι η εμπλοκή στο ατύχημα σχετίζεται με γενικότερη επικίνδυνη συμπεριφορά.
- Οι ερωτηθέντες που θεωρούν αποδεκτή την οδήγηση αυτοκινήτου υπό την επήρεια αλκοόλ έχουν **4,27 φορές μεγαλύτερη πιθανότητα** να οδηγήσουν ηλεκτρικό πατίνι υπό την επήρεια, πιθανώς διότι δεν θεωρούν επικίνδυνη αυτήν την συμπεριφορά.
- Όσοι θεωρούν αποδεκτή την οδήγηση ποδηλάτη υπό την επήρεια αλκοόλ έχουν **3,15 φορές μεγαλύτερη πιθανότητα** να εκδηλώσουν την ίδια συμπεριφορά, ίσως διότι έχουν μειωμένη αίσθηση κινδύνου.
- Η αποδοχή του να περπατά κανείς υπό την επήρεια αλκοόλ συνδέεται με **52% αυξημένη πιθανότητα** οδήγησης πατινιού υπό την επήρεια, πιθανώς διότι η γενικότερη αποδοχή συμπεριφορών υπό την επήρεια αλκοόλ μειώνει την αντίληψη του κινδύνου και ενθαρρύνει πιο χαλαρή στάση απέναντι σε επικίνδυνες ενέργειες..
- Η συμφωνία με τη δήλωση ότι για μικρές αποστάσεις είναι αποδεκτό να οδηγεί κανείς υπό την επήρεια αλκοόλ σχετίζεται με **4,90 φορές αυξημένη πιθανότητα**, ενδεχομένως διότι η υποτίμηση του κινδύνου σε μικρές αποστάσεις δημιουργεί ψευδή αίσθηση ασφάλειας και ενθαρρύνει την επικίνδυνη οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ.
- Η υποστήριξη της πολιτικής μηδενικής ανοχής για την οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ από οδηγούς μηχανοκίνητων οχημάτων συνδέεται με **36% μικρότερη πιθανότητα** οδήγησης ηλεκτρικού πατινιού υπό την επήρεια αλκοόλ, ενδεχομένως διότι η αποδοχή αυστηρών κανόνων ενισχύει την ευαισθητοποίηση και προωθεί υπεύθυνη συμπεριφορά στην οδήγηση.
- Η υποστήριξη της πλήρους απαγόρευσης οδήγησης υπό την επήρεια αλκοόλ για ποδηλάτες συνδέεται με **39,6% μικρότερη πιθανότητα**, διότι η αποδοχή αυστηρών μέτρων για όλους τους τύπους οδήγησης μειώνει την ανοχή σε επικίνδυνες συμπεριφορές και ενισχύει την πρόληψη.

Στο παρακάτω διάγραμμα αποτυπώνονται οι τυχαίες επιδράσεις των χωρών στο μοντέλο. Παρατηρείται ότι η μεγαλύτερη απόκλιση από την σταθερή τιμή της σταθεράς στην δηλωθείσα συμπεριφορά οδήγησης ηλεκτρικού πατινιού μετά από κατανάλωση αλκοόλ την έχει η Ολλανδία, ενώ την μεγαλύτερη αρνητική απόκλιση την έχει η Σλοβενία. Οι τυχαίες αυτές σταθερές αναδεικνύουν την σημαντική διακρατική μεταβλητότητα στην δηλωθείσα συμπεριφορά κάθε χώρας, υπογραμμίζοντας έτσι την ανάγκη ενσωμάτωσης τους στο μοντέλο.



Διάγραμμα 5.1: Τυχαίες επιδράσεις των χωρών στο μοντέλο

5.3.2 Δήλωση οδήγησης πατινιού με πάνω από ένα άτομο

Η εξαρτημένη μεταβλητή για το **δεύτερο μοντέλο** ελέγχει αν **ο χρήστης ηλεκτρικού πατινιού έχει μεταφέρει άλλον επιβάτη** τουλάχιστον μία φορά τις τελευταίες 30 μέρες. Η ανάλυση πραγματοποιείται με **χρήση δυαδικής λογιστικής παλινδρόμησης** (binary logistic regression), με την εξαρτημένη μεταβλητή να λαμβάνει δυαδικές τιμές (1 = "Ναι", 0 = "Όχι"). Στόχος του μοντέλου είναι να προσδιορίσει ποιες μεταβλητές συσχετίζονται θετικά ή αρνητικά με αυτήν την συμπεριφορά.

Οι ανεξάρτητες μεταβλητές που συμπεριλήφθηκαν ήταν:

- Φοιτητής: Είστε φοιτητής;
- Ηλικιακή κατηγορία
- Αστικοποίηση: Βαθμός αστικοποίησης
- Έμπλ_προσ_σε_ατυχ_με_ηλεκτρ_πατ_με_τραυμ_di: Έχετε εμπλακεί προσωπικά σε ατύχημα με ηλεκτρικό πατίνι;
- Αποδ_γρηγ_οδηγ_σε_δυσμ_συνθήκες_di: Πόσο αποδεκτό θεωρείται στην περιοχή που κατοικείτε, ένας οδηγός αυτοκινήτου να οδηγεί πολύ γρήγορα για τις εκάστοτε οδικές/κυκλοφοριακές συνθήκες (π.χ. κακή ορατότητα, πυκνή κυκλοφορία, παρουσία ευάλωτων χρηστών του οδικού δικτύου)
- Περ_ορίου_ταχ_στα_30χλμ/ώρα_σε_πυκν_περ_di: Αντιτίθεστε ή υποστηρίζετε τον περιορισμό του ορίου ταχύτητας στα 30 χλμ./ώρα σε όλες τις πυκνοκατοικημένες περιοχές (εκτός από τις κεντρικές οδούς);

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την στατιστική ανάλυση.

Μοντέλο 2: Δήλωση οδήγησης ηλεκτρικού πατινιού με πάνω από ένα άτομο

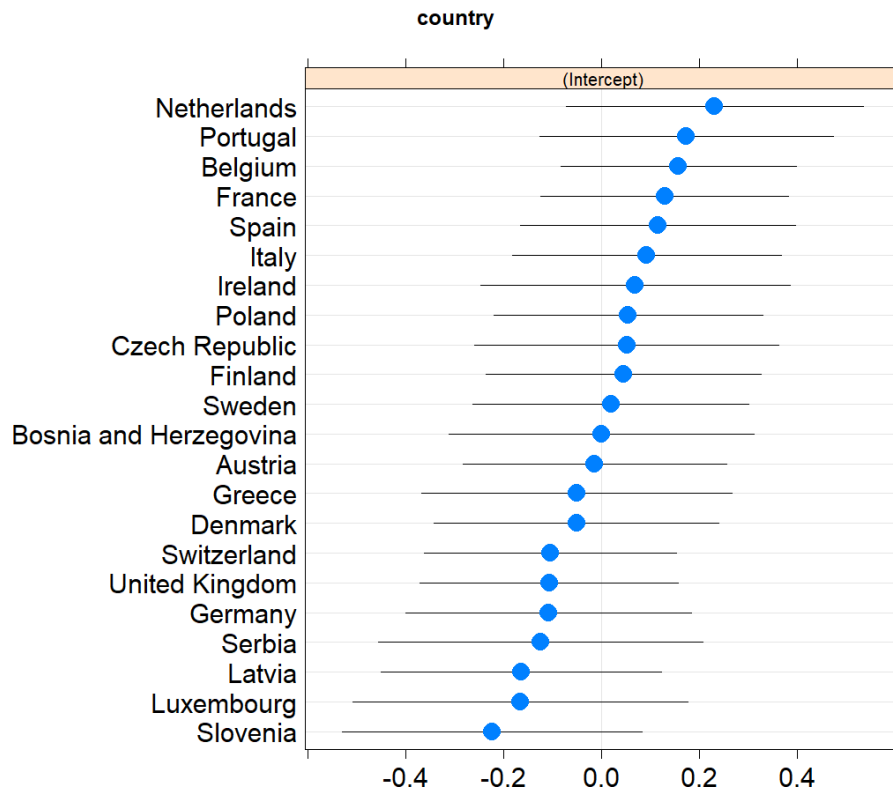
Ανεξάρτητες μεταβλητές	Beta estimate	S.E.	z-value	P(> z)	Adj. Odds Ratio (95% CI)
(Σταθερά)	-0,409	0,152	-2,699	0,007	0,66 (0,50-0,88)
Ηλικιακή κατηγορία (35-54)	-0,47	-0,107	-4,376	1.21e-05	0,63 (0,51-0,77)
Ηλικιακή κατηγορία (55-74)	-1,219	0,227	-5,372	0	0,30 (0,19-0,45)
Είστε Φοιτητής;	0,396	0,113	3,49	0	1,49 (1,19-1,84)
Έχετε εμπλακεί προσωπικά σε ατύχημα με ηλεκτρικό πατίνι, όπου τουλάχιστον ένας άνθρωπος τραυματίστηκε;	0,365	0,284	1,285	0,199	1,44 (0,83-2,49)
Μένετε σε αστική περιοχή;	-0,398	0,139	-2,852	0,004	0,67 (0,51-0,88)
Πόσο αποδεκτό θεωρείται στην περιοχή που κατοικείται, ένας οδηγός αυτοκινήτου να οδηγεί πολύ γρήγορα για τις εκάστοτε οδικές/κυκλοφοριακές συνθήκες (π.χ. κακή ορατότητα, πυκνή κυκλοφορία, παρουσία ευάλωτων χρηστών του οδικού δικτύου);	1,878	0,169	11,122	< 2e-16	6,54 (4,71-9,09)
Αντιτίθεστε ή υποστηρίζετε μια νομική υποχρέωση που προβλέπει περιορισμό του ορίου ταχύτητας στα 30 χλμ./ώρα σε όλες τις πυκνοκατοικημένες περιοχές (εκτός από τις κεντρικές οδούς)	-0,264	0,101	-2,619	0,009	0,77 (0,63-0,94)
AIC	2563,509				
HOSMER & LEMESHOW	0,517				

Πίνακας 3.3: Αποτελέσματα Μοντέλου Διωνυμικής Λογιστικής Παλινδρόμησης για την οδήγηση e scooter με πάνω από ένα άτομο

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης στον παραπάνω πίνακα καταλήγουμε στα εξής συμπεράσματα:

- Τα άτομα που ανήκουν στην ηλικιακή κατηγορία **55-74 παρουσιάζουν 70% μικρότερη πιθανότητα** να οδηγήσουν ηλεκτρικό πατίνι με πάνω από ένα άτομο σε σχέση με την ηλικιακή ομάδα 18-34, ενδεχομένως διότι οι μεγαλύτερης ηλικίας οδηγοί είναι πιο προσεκτικοί και αποφεύγουν επικίνδυνες ή μη ασφαλείς συμπεριφορές.
- Τα άτομα που ανήκουν στην ηλικιακή κατηγορία **35-54 εμφανίζουν 37% μικρότερη πιθανότητα** να επιδείξουν αυτήν την συμπεριφορά σε σχέση με τα άτομα που ανήκουν στην κατηγορία 18-34, ίσως διότι σύμφωνα με έρευνες η μέση ηλικία σχετίζεται με πιο ώριμη και υπεύθυνη οδήγηση από τους νεότερους.
- Οι **φοιτητές** έχουν **49% μεγαλύτερη πιθανότητα** να οδηγήσουν ηλεκτρικό πατίνι με πάνω από ένα άτομο σε σύγκριση με μη φοιτητές, ενδεχομένως διότι τείνουν να έχουν πιο κοινωνική συμπεριφορά και επιδιώκουν κοινή μετακίνηση.
- Η **εμπλοκή σε ατύχημα με ηλεκτρικό πατίνι με τραυματισμό** δεν φαίνεται να επηρεάζει σημαντικά την πιθανότητα οδήγησης με περισσότερα από ένα άτομα, ενδεχομένως διότι η εμπλοκή στο ατύχημα σχετίζεται με γενικότερη επικίνδυνη συμπεριφορά.
- Η **αστικοποίηση** μειώνει την πιθανότητα οδήγησης ηλεκτρικού πατινιού με πάνω από ένα άτομο κατά **33%**, πιθανώς διότι στις αστικές περιοχές οι χρήστες είναι περισσότερο εκτεθειμένοι.
- Η **αποδοχή της οδήγησης υπό δυσμενείς συνθήκες** σχετίζεται με **6,5 φορές μεγαλύτερη πιθανότητα** για οδήγηση με περισσότερα από ένα άτομα, ίσως διότι η αποδοχή του ρίσκου ενθαρρύνει γενικότερα επικίνδυνες συμπεριφορές.
- Η υποστήριξη του **περιορισμού ταχύτητας στα 30 χλμ/ώρα** σε πυκνή κυκλοφορία μειώνει την πιθανότητα αυτή κατά **23%**, ενδεχομένως διότι η αποδοχή αυστηρών κανόνων οδήγησης προάγει πιο ασφαλή συμπεριφορά.

Στο παρακάτω διάγραμμα αποτυπώνονται οι τυχαίες επιδράσεις των χωρών στο μοντέλο. Παρατηρείται ότι η μεγαλύτερη απόκλιση από την σταθερή τιμή της σταθεράς στην δηλωθείσα συμπεριφορά οδήγησης ηλεκτρικού πατινιού με πάνω από ένα άτομο την έχει η Ολλανδία, ενώ την μεγαλύτερη αρνητική απόκλιση την έχει η Σλοβενία. Οι τυχαίες αυτές σταθερές αναδεικνύουν την σημαντική διακρατική μεταβλητότητα στην δηλωθείσα συμπεριφορά κάθε χώρας, υπογραμμίζοντας έτσι την ανάγκη ενσωμάτωσης τους στο μοντέλο.



Διάγραμμα 5.2: Τυχαίες επιδράσεις των χωρών στο δεύτερο μοντέλο

5.3.3. Μη χρήση κράνους ασφαλείας κατά την οδήγηση ηλεκτρικού πατινιού

Στην συνέχεια έγινε ανάλυση του **τρίτου μοντέλου** λογιστικής παλινδρόμησης, το οποίο έχει ως σκοπό να εντοπίσει τους παράγοντες που επηρεάζουν την πιθανότητα **ένα άτομο να μην χρησιμοποιεί κράνος κατά τη διάρκεια της οδήγησης**. Η εξαρτημένη μεταβλητή είναι διχοτομική και κωδικοποιείται ως 1 για άτομα που αναφέρουν ότι δεν χρησιμοποίησαν κράνος κατά την οδήγηση ηλεκτρικού πατινιού τουλάχιστον μια φορά τις τελευταίες 30 μέρες και 0 για εκείνα που δήλωσαν «ποτέ» στη μη χρήση κράνους.

Το μοντέλο περιλαμβάνει τις εξής ανεξάρτητες μεταβλητές:

- Φοιτητής: Είστε φοιτητής;
- Αστικοποίηση: Βαθμός αστικοποίησης
- Αποδ_μη_χρήσης_κράνους_ασφ_di: Πόσο αποδεκτό θεωρείτε εσείς προσωπικά για έναν ποδηλάτη να μην χρησιμοποιήσει κράνος ασφαλείας;
- Απαίτηση_χρ_κράνους_di: Αντιτίθεστε ή υποστηρίζετε μια νομική υποχρέωση όπου απαιτείται από όλους τους ποδηλάτες να φοράνε κράνος;

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την στατιστική ανάλυση.

Μοντέλο 3: Μη χρήση κράνους ασφαλείας κατά την οδήγηση ηλεκτρικού πατινιού

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Beta estimate	S.E.	z-value	P(> z)	Adj, Odds Ratio (95% CI)
(Σταθερά)	0,65	0,193	3,374	0,001	1,92 (1,32 - 2,79)
Είστε φοιτητής;	0,016	0,117	0,141	0,888	1,02 (0,81 - 1,28)
Μένετε σε αστική περιοχή;	-0,445	0,148	-3,004	0,003	0,64 (0,48 - 0,85)
Πόσο αποδεκτό θεωρείτε εσείς προσωπικά για έναν ποδηλάτη να μην χρησιμοποιήσει κράνος ασφαλείας	1,952	0,137	14,209	< 2e-16	7,04 (5,36 - 9,26)
Αντιτίθεστε ή υποστηρίζετε μια νομική υποχρέωση, όπου απαιτείται από όλους τους ποδηλάτες να φοράνε κράνος	-0,702	0,102	-6,865	0	0,50 (0,41 - 0,62)
AIC	2562,732				
HOSMER & LEMESHOW	0,639				

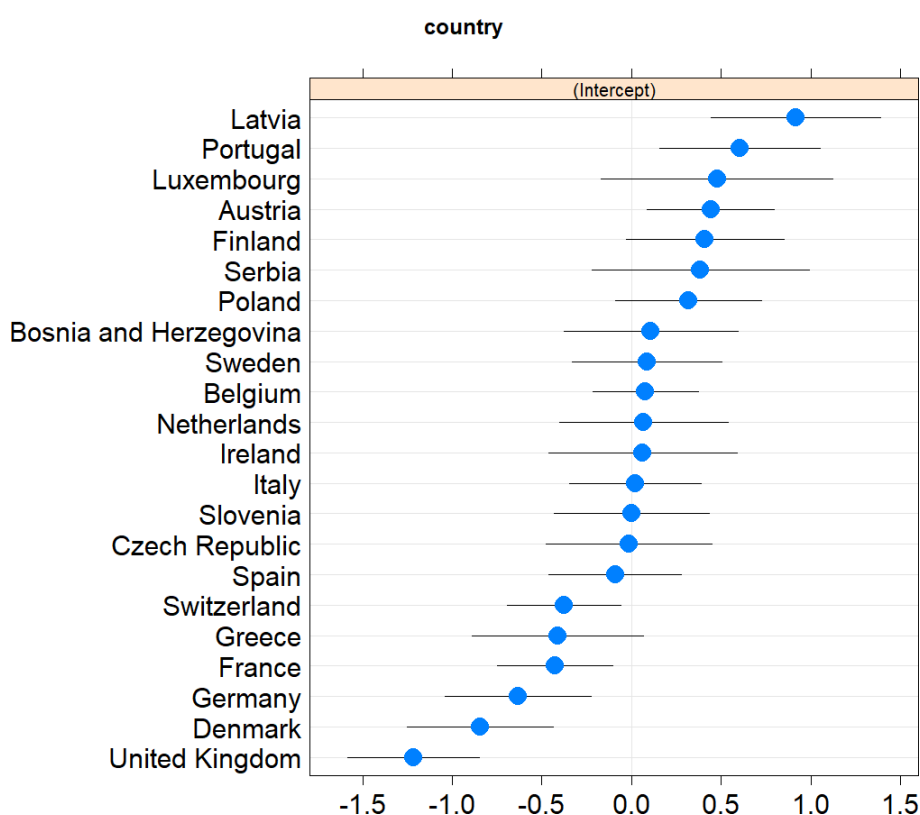
Πίνακας 5.4: Αποτελέσματα Μοντέλου Διωνυμικής Λογιστικής Παλινδρόμησης για την χρήση κράνους ασφαλείας κατά την οδήγηση ηλεκτρικού πατινιού

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης στον παραπάνω πίνακα καταλήγουμε στα εξής συμπεράσματα:

- Η **ιδιότητα του φοιτητή** δεν φαίνεται να σχετίζεται σημαντικά με τη **χρήση κράνους**, καθώς η μεταβλητή δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική επίδραση στη συμπεριφορά.
- Οι χρήστες που ζουν σε αστικές περιοχές εμφανίζουν **36% μικρότερη πιθανότητα μη χρήσης κράνους** κατά την οδήγηση ηλεκτρικού πατινιού σε σύγκριση με τους χρήστες στις **μη αστικές περιοχές**, ενδεχομένως διότι οι κίνδυνοι σε αστικές περιοχές είναι περισσότεροι.
- Η **αποδοχή της μη χρήσης κράνους** σε επικίνδυνες καταστάσεις αυξάνει σημαντικά την πιθανότητα μη συμμόρφωσης, καθώς σχετίζεται με **7 φορές μεγαλύτερη πιθανότητα μη χρήσης κράνους**, ίσως διότι η γενικότερη στάση ανοχής απέναντι στον κίνδυνο οδηγεί σε υποτίμηση της σημασίας του κράνους ακόμη και σε καταστάσεις υψηλού ρίσκου.
- Η **απαίτηση για υποχρεωτική χρήση κράνους** μειώνει την πιθανότητα μη συμμόρφωσης κατά **50%**, γεγονός που αναδεικνύει τη **σημασία των κανονιστικών ρυθμίσεων** για την ενίσχυση της **ασφάλειας**, πιθανώς

διότι οι υποχρεωτικοί κανόνες λειτουργούν αποτρεπτικά και ενισχύουν την αίσθηση ευθύνης των χρηστών κατά την οδήγηση.

Στο παρακάτω διάγραμμα αποτυπώνονται **οι τυχαίες επιδράσεις** των χωρών στο μοντέλο. Παρατηρείται ότι η μεγαλύτερη απόκλιση από την σταθερή τιμή της σταθεράς στην μη χρήση κράνους ασφαλείας την έχει η Λετονία, ενώ την μεγαλύτερη αρνητική απόκλιση την έχει το Ηνωμένο Βασίλειο. Οι τυχαίες αυτές σταθερές αναδεικνύουν την σημαντική διακρατική μεταβλητότητα στην δηλωθείσα συμπεριφορά κάθε χώρας, υπογραμμίζοντας έτσι την ανάγκη ενσωμάτωσης τους στο μοντέλο.



Διάγραμμα 5.3: Τυχαίες επιδράσεις των χωρών στο τρίτο μοντέλο

5.3.4. Παραβίαση ερυθρού σηματοδότη κατά την οδήγηση ηλεκτρικού πατινιού

Το **τέταρτο μοντέλο** εστιάζει στην πιθανότητα παραβίασης ερυθρού σηματοδότη από χρήστες ηλεκτρικών πατινιών (e-scooters), όπως προκύπτει από την εφαρμογή λογιστικών μοντέλων παλινδρόμησης. Η εξαρτημένη μεταβλητή, η οποία είναι διχοτομική, αναφέρεται σε δηλωμένη συμπεριφορά παραβίασης ερυθρού σηματοδότη τουλάχιστον μια φορά τις τελευταίες 30 μέρες (0: Όχι, 1: Ναι). Μέσω των μοντέλων εξετάζεται η επίδραση δημογραφικών, συμπεριφορικών και γνωστικών μεταβλητών στη συγκεκριμένη επικίνδυνη συμπεριφορά, με στόχο την κατανόηση των παραγόντων κινδύνου και τη διαμόρφωση κατάλληλων παρεμβάσεων στον τομέα της μικροκινητικότητας.

Το μοντέλο περιλαμβάνει τις εξής ανεξάρτητες μεταβλητές:

- Φύλο: Είστε άντρας ή γυναίκα.
- Φοιτητής: Είστε φοιτητής;
- Ηλικιακή κατηγορία
- Έμπλ_προσ_σε_ατυχ_με_ηλεκτρ_πατ_με_τραυμ_di: Έχετε εμπλακεί προσωπικά σε ατύχημα με ηλεκτρικό πατίνι;
- Αποδ_γρηγ_οδηγ_σε_δυσμ_συνθήκες_di: Πόσο αποδεκτό θεωρείται στην περιοχή που κατοικείτε, ένας οδηγός αυτοκινήτου να οδηγεί πολύ γρήγορα για τις εκάστοτε οδικές/κυκλοφοριακές συνθήκες (π.χ. κακή ορατότητα, πυκνή κυκλοφορία, παρουσία ευάλωτων χρηστών του οδικού δικτύου);
- Αποδ_παραβ_ερυθρού_σηματ_di: Πόσο αποδεκτό θεωρείτε εσείς προσωπικά για έναν ποδηλάτη να διασχίσει την οδό όταν ο φωτεινός σηματοδότης είναι κόκκινος;
- Πρέπει_οδηγ_γρηγ_αλλιώς_χάνω_χρόνο_di: Συμφωνείτε ή διαφωνείτε με την παρακάτω πρόταση: Πρέπει να οδηγώ γρήγορα, αλλιώς έχω την εντύπωση ότι χάνω χρόνο

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την στατιστική ανάλυση.

Μοντέλο 4: Παραβίαση ερυθρού σηματοδότη κατά την οδήγηση ηλεκτρικού πατινιού

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Beta estimate	S.E.	z-value	P(> z)	Adj, Odds Ratio (95% CI)
(Σταθερά)	-1,164	0,124	-9,387	< 2e-16	0,31 (0,25 - 0,40)
Φύλο	-0,289	0,119	-2,432	0,015	0,75 (0,59 - 0,95)
Ηλικιακή κατηγορία (35-54)	-0,418	0,124	-3,37	0,001	0,66 (0,52-0,84)
Ηλικιακή κατηγορία (55-74)	-0,874	0,245	-3,571	0	0,42 (0,26 - 0,68)
Είστε φοιτητής;	0,192	0,133	1,438	0,15	1,21 (0,93 - 1,57)
Έχετε εμπλακεί προσωπικά σε ατύχημα με ηλεκτρικό πατίνι, όπου τουλάχιστον ένας άνθρωπος τραυματίστηκε;	0,845	0,334	2,526	0,012	2,33 (1,20 - 4,53)
Πόσο αποδεκτό θεωρείται στην περιοχή που κατοικείται, ένας οδηγός αυτοκινήτου να οδηγεί πολύ γρήγορα για τις εκάστοτε οδικές/κυκλοφοριακές συνθήκες (π.χ. κακή ορατότητα, πυκνή κυκλοφορία, παρουσία ευάλωτων χρηστών του οδικού δικτύου);	0,687	0,212	3,244	0,001	1,99 (1,31 - 3,02)
Πόσο αποδεκτό θεωρείτε εσείς προσωπικά για έναν ποδηλάτη να διασχίσει την οδό όταν ο φωτεινός σηματοδότης είναι κόκκινος	1,357	0,216	6,272	0	3,88 (2,58 - 5,83)
Πόσο αποδεκτό θεωρείτε εσείς προσωπικά για έναν πεζό να διασχίσει την οδό όταν ο φωτεινός σηματοδότης είναι κόκκινος	1,435	0,199	7,209	0	4,20 (2,84 - 6,21)
Σε τι βαθμό συμφωνείτε: Πρέπει να οδηγώ γρήγορα, αλλιώς έχω την εντύπωση ότι χάνω χρόνο.	1,003	0,174	5,754	0	2,73 (1,94 - 3,85)
AIC	2055,75				
HOSMER & LEMESHOW	0,278				

Πίνακας 5.5: Αποτελέσματα Μοντέλου Διωνυμικής Λογιστικής Παλινδρόμησης για την παραβίαση ερυθρού σηματοδότη κατά την οδήγηση ηλεκτρικού πατινιού

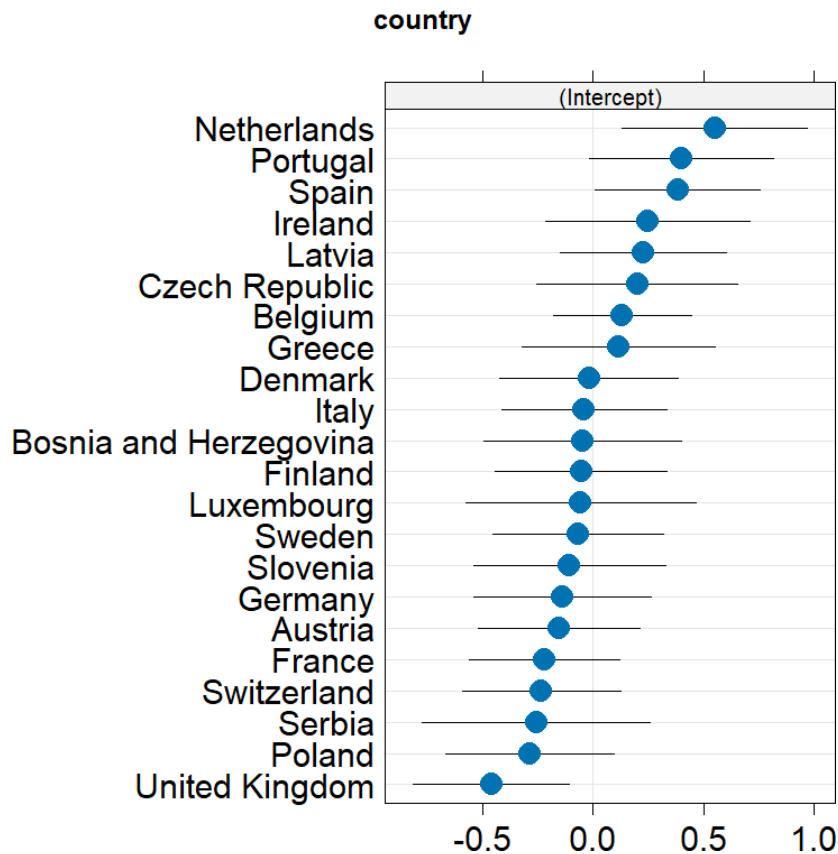
Παρατηρώντας τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης στον παραπάνω πίνακα καταλήγουμε στα εξής συμπεράσματα:

- Το **φύλο** σχετίζεται σημαντικά με την **παραβίαση ερυθρού σηματοδότη**, με τις **γυναίκες** να έχουν **25% μικρότερη πιθανότητα** παραβίασης σε σχέση με τους άνδρες, πιθανώς διότι είναι πιο προσεκτικές στην οδήγηση και αναλαμβάνουν λιγότερα ρίσκα όπως επιβεβαιώνεται και από τη διεθνή βιβλιογραφία..
- Τα άτομα ηλικίας **35-54 εμφανίζουν 34% μικρότερη πιθανότητα να παραβιάσουν ερυθρό σηματοδότη** κατά την οδήγηση ηλεκτρικού πατινιού σε σχέση με τα άτομα ηλικίας 18-34, ίσως διότι οι νέοι οδηγοί

αναλαμβάνουν περισσότερα ρίσκα σύμφωνα και με τη διεθνή βιβλιογραφία..

- Τα άτομα που ανήκουν στην ηλικιακή κατηγορία 55-74 εμφανίζουν **58% μικρότερη πιθανότητα** να επιδείξουν αυτήν την συμπεριφορά σε σχέση με τα άτομα που ανήκουν στην ηλικιακή κατηγορία 18-34, πιθανώς διότι οι ηλικιωμένοι οδηγοί είναι πιο προσεκτικοί στην οδήγηση όπως επιβεβαιώνεται και από τη διεθνή βιβλιογραφία.
- Η ιδιότητα του **φοιτητή** δεν επηρεάζει σημαντικά την παραβίαση ερυθρού σηματοδότη.
- Η εμπλοκή σε ατύχημα με ηλεκτρικό πατίνι που οδήγησε σε τραυματισμό σχετίζεται με **2,3 φορές μεγαλύτερη πιθανότητα** παραβίασης ερυθρού σηματοδότη, ενδεχομένως διότι η εμπλοκή στο ατύχημα σχετίζεται με γενικότερη επικίνδυνη συμπεριφορά.
- Η αποδοχή γρήγορης οδήγησης υπό **δυσμενείς συνθήκες** σχετίζεται με **διπλάσια πιθανότητα** παραβίασης ερυθρού σηματοδότη, πιθανώς διότι η γενική ανοχή στον κίνδυνο οδηγεί σε μη τήρηση κανόνων ασφαλείας.
- Η αποδοχή παραβίασης ερυθρού σηματοδότη σχετίζεται με σχεδόν **τετραπλάσια πιθανότητα** παραβίασης, ενδεχομένως διότι η ανοχή απέναντι σε αυτήν την συμπεριφορά φανερώνει και προδιάθεση εμφάνισης της.
- Η παραβίαση ερυθρού σηματοδότη από **πεζούς** σχετίζεται με **4,2 φορές μεγαλύτερη πιθανότητα** παραβίασης, πιθανώς διότι η συνήθεια παραβίασης από πεζούς υποδηλώνει γενικότερη έλλειψη σεβασμού στους κανόνες κυκλοφορίας, που μπορεί να επηρεάσει και την οδική συμπεριφορά των οδηγών πατινιών.

Στο παρακάτω διάγραμμα αποτυπώνονται **οι τυχαίες επιδράσεις** των χωρών στο μοντέλο. Παρατηρείται ότι η μεγαλύτερη απόκλιση από την σταθερή τιμή της σταθεράς στην παραβίαση ερυθρού σηματοδότη την έχει η Ολλανδία, ενώ την μεγαλύτερη αρνητική απόκλιση την έχει το Ηνωμένο Βασίλειο. Οι τυχαίες αυτές σταθερές αναδεικνύουν την σημαντική διακρατική μεταβλητότητα στην δηλωθείσα συμπεριφορά κάθε χώρας, υπογραμμίζοντας έτσι την ανάγκη ενσωμάτωσης τους στο μοντέλο.



Διάγραμμα 5.4: Τυχαίες επιδράσεις των χωρών στο μοντέλο

5.3.5. Οδήγηση ηλεκτρικού πατινιού πάνω στο πεζοδρόμιο

Το **τελευταίο μοντέλο** εστιάζει στην πιθανότητα οδήγησης ηλεκτρικού πατινιού πάνω σε πεζοδρόμιο, όπως προκύπτει από την εφαρμογή λογιστικών μοντέλων παλινδρόμησης. Η εξαρτημένη μεταβλητή, η οποία είναι διχοτομική, αναφέρεται σε δηλωμένη συμπεριφορά οδήγησης πάνω σε πεζοδρόμιο τουλάχιστον μια φορά τις τελευταίες 30 μέρες. Μέσω του μοντέλου εξετάζεται η επίδραση δημογραφικών, συμπεριφορικών και άλλων σχετικών μεταβλητών στη συγκεκριμένη επικίνδυνη συμπεριφορά.

Το μοντέλο περιλαμβάνει τις εξής ανεξάρτητες μεταβλητές:

- Φύλο: Είστε άντρας ή γυναίκα.
- Φοιτητής: Είστε φοιτητής;
- Έμπλ_προσ_σε_ατυχ_με_ηλεκτρ_πατ_με_τραυμ_di: Έχετε εμπλακεί προσωπικά σε ατύχημα με ηλεκτρικό πατίνι;
- Αποδ_υπερβ_οριου_ταχύτητας_εντ_κατ_περ_di: Πόσο αποδεκτό θεωρείται στην περιοχή που κατοικείτε, ένας οδηγός αυτοκινήτου να οδηγεί εντός κατοικημένης περιοχής με ταχύτητα μεγαλύτερη από το επιτρεπόμενο όριο;

- Τα_μηχ_οχημ_πρέπει_πάντα_να_παραχ_προτ_σε_πεζ_και_ποδ_di:
Σε τι βαθμό συμφωνείτε με την παρακάτω πρόταση: «Τα μηχανοκίνητα οχήματα πρέπει πάντα να παραχωρούν προτεραιότητα στους πεζούς ή τους ποδηλάτες.»

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την στατιστική ανάλυση.

Μοντέλο 5: Οδήγηση ηλεκτρικού πατινιού πάνω στο πεζοδρόμιο

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Beta estimate	S.E.	z-value	P(> z)	Adj, Odds Ratio (95% CI)
(Σταθερά)	-0,115	0,169	-0,684	0,494	0,89 (0,63 - 1,26)
Φύλο	0,093	0,101	0,923	0,356	1,10 (0,90 - 1,34)
Είστε φοιτητής;	0,246	0,115	2,139	0,032	1,28 (1,02 - 1,60)
Έχετε εμπλακεί προσωπικά σε ατύχημα με ηλεκτρικό πατίνι,όπου τουλάχιστον ένας άνθρωπος τραυματίστηκε;	0,682	0,304	2,247	0,025	1,98 (1,09 - 3,61)
Πόσο αποδεκτό θεωρείται στην περιοχή που κατοικείται, ένας οδηγός αυτοκινήτου να οδηγεί εντός κατοικημένης περιοχής με ταχύτητα μεγαλύτερη από το επιτρεπόμενο όριο	1,408	0,176	7,984	0	4,09 (2,86 - 5,86)
Τα μηχανοκίνητα οχήματα πρέπει πάντα να παραχωρούν προτεραιότητα στους πεζούς ή τους ποδηλάτες.	0,326	0,097	3,372	0,001	1,39 (1,14 - 1,70)
AIC	2612,529				
HOSMER & LEMESHOW	0,418				

Πίνακας 5.6: Αποτελέσματα Μοντέλου Διωνυμικής Λογιστικής Παλινδρόμησης για την οδήγηση ηλεκτρικού πατινιού στο πεζοδρόμιο

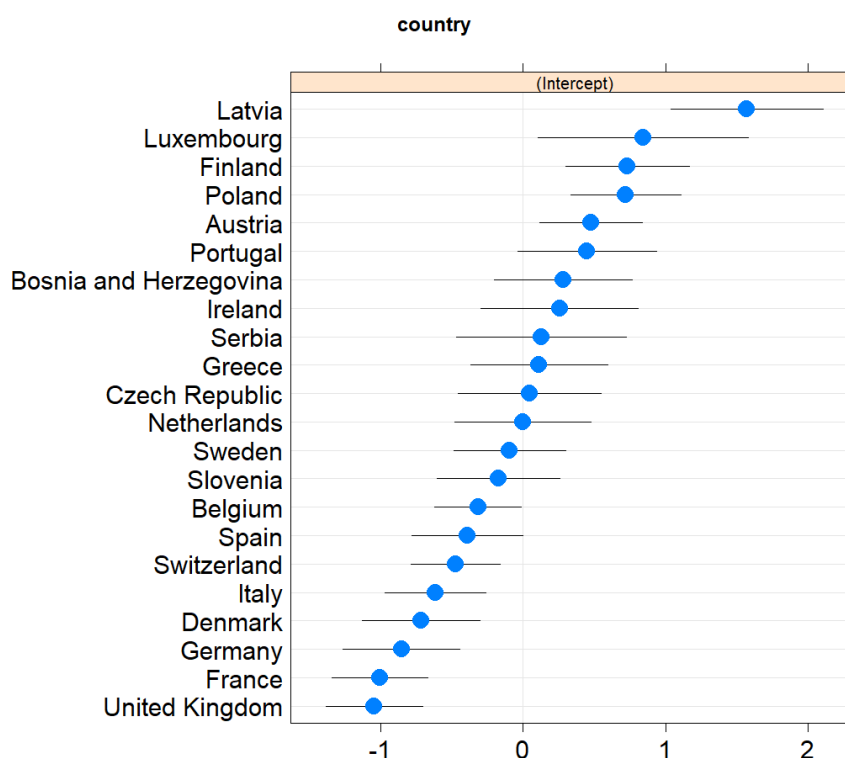
Παρατηρώντας τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης στον παραπάνω πίνακα καταλήγουμε στα εξής συμπεράσματα:

- Το **φύλο** δεν φαίνεται να σχετίζεται σημαντικά με την οδήγηση ηλεκτρικού πατινιού στο πεζοδρόμιο, ενδεχομένως διότι εξαρτάται από συμπεριφορικούς παράγοντες.
- Η ιδιότητα του **φοιτητή** αυξάνει σημαντικά την πιθανότητα οδήγησης στο πεζοδρόμιο κατά περίπου **28%**, ενδεχομένως λόγω της νεαρής ηλικίας και της ανάγκης για γρήγορη μετακίνηση.
- Η **εμπλοκή σε ατύχημα με ηλεκτρικό πατίνι που οδήγησε σε τραυματισμό** σχετίζεται με **διπλάσια πιθανότητα** οδήγησης στο

πεζοδρόμιο, πιθανώς διότι αισθάνονται μεγαλύτερη ασφάλεια στο πεζοδρόμιο.

- Η αποδοχή υπερβολικής ταχύτητας εντός κατοικημένης περιοχής σχετίζεται με **4 φορές μεγαλύτερη πιθανότητα** οδήγησης στο πεζοδρόμιο, ίσως διότι οι οδηγοί που θεωρούν αποδεκτή την υπερβολική ταχύτητα τείνουν να παραβιάζουν και άλλους κανόνες όπως η οδήγηση σε απαγορευμένους χώρους.
- Η πεποίθηση ότι **τα μηχανοκίνητα οχήματα πρέπει πάντα να παραχωρούν προτεραιότητα σε πεζούς και ποδηλάτες** σχετίζεται με **39% μεγαλύτερη πιθανότητα** οδήγησης στο πεζοδρόμιο, ενδεχομένως διότι οι οδηγοί πατινιών που πιστεύουν ότι πρέπει να έχουν προτεραιότητα, νιώθουν πιο ασφαλείς να κινούνται στο πεζοδρόμιο,

Στο παρακάτω διάγραμμα αποτυπώνονται **οι τυχαίες επιδράσεις** των χωρών στο μοντέλο. Παρατηρείται ότι η μεγαλύτερη απόκλιση από την σταθερή τιμή της σταθεράς στην οδήγηση επάνω στο πεζοδρόμιο την έχει η Ολλανδία, ενώ την μεγαλύτερη αρνητική απόκλιση την έχει το Ηνωμένο Βασίλειο. Οι τυχαίες αυτές σταθερές αναδεικνύουν την σημαντική διακρατική μεταβλητότητα στην δηλωθείσα συμπεριφορά κάθε χώρας, υπογραμμίζοντας έτσι την ανάγκη ενσωμάτωσης τους στο μοντέλο.



Διάγραμμα 5.5: Τυχαίες επιδράσεις των χωρών στο μοντέλο

6. Συμπεράσματα

6.1 Εισαγωγή

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτέλεσε η **διερεύνηση κρίσιμων παραγόντων αυτοδηλούμενης συμπεριφοράς και ασφάλειας των χρηστών ηλεκτρικών πατινιών στην Ευρώπη**, με τη χρήση στατιστικών μοντέλων. Ειδικότερα, επιχειρείται η διερεύνηση των μεταβλητών που οδηγούν τους χρήστες των ηλεκτρικών πατινιών σε επικίνδυνες και παραβατικές συμπεριφορές.

Η **συλλογή** των απαραίτητων δεδομένων για την στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε από την έρευνα ESRA (E - Survey of Road users safety Attitudes) η οποία περιλαμβάνει στοιχεία οδικών συμπεριφορών και απόψεων για όλα τα είδη χρηστών της οδού. Πιο συγκεκριμένα επιλέχθηκε η έκδοση ESRA3, η οποία πραγματοποιήθηκε το 2023 και περιλαμβάνει στοιχεία για τρεις ηπείρους.

Για τον σκοπό της ανάλυσης χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα που αναφερόταν σε Ευρωπαϊκές χώρες. Την συλλογή των στοιχείων ακολούθησε η κατάλληλη επεξεργασία τους, προκειμένου να επιλεγεί σε επόμενο βήμα η κατάλληλη μεθοδολογία και να πραγματοποιηθεί η στατιστική τους ανάλυση στο λογισμικό R -Studio. **Αναπτύχθηκαν πέντε μοντέλα** με την μέθοδο της **Διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης με τυχαίες επιδράσεις για** τις χώρες. Τα μοντέλα αυτά εξετάζουν τον βαθμό που κάποιοι παράγοντες επηρεάζουν πέντε είδη επικίνδυνης συμπεριφοράς που εμφανίζουν οι χρήστες των ηλεκτρικών πατινιών.

Οι **εξαρτημένες μεταβλητές** αντιπροσωπεύουν συγκεκριμένες μορφές επικίνδυνης συμπεριφοράς από πλευράς των χρηστών ηλεκτρικών πατινιών. **Οι μεταβλητές αυτές** περιλαμβάνουν τη οδήγηση μετά από χρήση αλκοόλ, τη μεταφορά περισσότερων του ενός επιβατών, τη μη χρήση προστατευτικού κράνους, την παραβίαση ερυθρού σηματοδότη και τη χρήση του πεζοδρομίου αντί του δρόμου ή του ποδηλατόδρομου. Οι **ανεξάρτητες μεταβλητές** που επιλέχθηκαν για κάθε μοντέλο αφορούν δημογραφικά στοιχεία των ερωτηθέντων, γνώμη των ερωτηθέντων για διάφορες οδηγικές συμπεριφορές, καθώς και συμφωνία ή διαφωνία του ερωτηθέντα με ενδεχόμενο μέτρο πολιτικής.

Κάθε μοντέλο εκτιμήθηκε αρχικά ως απλό λογιστικό μοντέλο με σταθερές επιδράσεις, ενώ στη συνέχεια εφαρμόστηκε και μικτό μοντέλο με τυχαίες επιδράσεις ως προς τη χώρα. **Η σύγκριση μεταξύ των δύο μοντέλων** έγινε με χρήση κριτηρίων προσαρμογής, όπως το AICc και δοκιμές απόδοσης (π.χ. Hosmer -Lemeshow test). Επίσης, **ελέγχθηκε η ύπαρξη πολυσυγγραμμικότητας μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών** μέσω του δείκτη VIF, ώστε να διασφαλιστεί η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων.

Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα των μοντέλων.

Μοντέλο 1: Δήλωση κατανάλωσης αλκοόλ κατά την οδήγηση ηλεκτρικού πατινιού

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Beta estimate	S.E.	z-value	P(> z)	Adj, Odds Ratio (95% CI)
(Σταθερά)	-1,263	0.1464	-8,627	< 2E-16	0,28 (0,21-0,38)
Φύλο	-0,356	0.1335	-2,663	0,008	0,70 (0,54-0,91)
Ηλικιακή κατηγορία (35-54)	-0,141	0.136	-1,032	0,302	0,87 (0,67-1,14)
Ηλικιακή κατηγορία (55-74)	-0,769	0.2763	-2,782	0,005	0,46 (0,27-0,80)
Φοιτητής;	0,146	0.1454	1,001	0,317	1,16 (0,87-1,53)
Έμπλ_προσ_σε_ατυχ_με_ηλεκτρ_πατ_με_τραυμ_di	0,729	0.3380	2,157	0,031	2,07 (1,07-4,01)
Αποδ_υπερβ_ορίου_αλκ_di	1,452	0.1984	7,321	0,000	4,27 (2,90-6,31)
Αποδ_υπερβ_ορίου_αλκ_ποδηλ_di	1,147	0.1904	6,024	0,000	3,15 (2,17-4,58)
Αποδ_πεζ_περη_δρ_με_υπερβ_ορίου_αλκ_di	0,421	0.1416	2,976	0,003	1,52 (1,15-2,02)
Μικρ_διαδρ_οδηγ_υπό_επλήρρεια_αλκ_di	1,589	0.2148	7,397	0,000	4,90 (3,21-7,48)
Απαγ_οδηγ_μετα_από_καταν_αλκ_di	-0,446	0.1509	-2,958	0,003	0,64 (0,48-0,86)
Απαγ_ποδηλ_να_οδηγ_μετά_από_καταν_αλκ_di	-0,506	0.1555	-3,254	0,001	0,60 (0,45-0,82)
AIC	1750,233				
HOSMER & LEMESHOW	0,513				

Μοντέλο 2: Δήλωση οδήγησης ηλεκτρικού πατινιού με πάνω από ένα άτομο

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Beta estimate	S.E.	z-value	P(> z)	Adj, Odds Ratio (95% CI)
(Σταθερά)	-0,409	0,152	-2,699	0,007	0,66 (0,50-0,88)
Ηλικιακή κατηγορία (35-54)	-0,470	-0,107	-4,376	1.21e-05	0,63 (0,51-0,77)
Ηλικιακή κατηγορία (55-74)	-1,219	0,227	-5,372	0,000	0,30 (0,19-0,45)
Φοιτητής;	0,396	0,113	3,490	0,000	1,49 (1,19-1,84)
Έμπλ_προσ_σε_ατυχ_με_ηλεκτρ_πατ_με_τραυμ_di	0,365	0,284	1,285	0,199	1,44 (0,83-2,49)
Αστικοποίηση	-0,398	0,139	-2,852	0,004	0,67 (0,51-0,88)
Αποδ_γρηγ_οδηγ_σε_δυσμ_συνθήκες_di	1,878	0,169	11,122	< 2e-16	6,54 (4,71-9,09)
Περ_ορίου_ταχ_στα_30χλ/ώρα_σε_πυκν_περ_di	-0,264	0,101	-2,619	0,009	0,77 (0,63-0,94)
AIC	2563,509				
HOSMER & LEMESHOW	0,517				

Μοντέλο 3: Μη χρήση κράνους ασφαλείας κατά την οδήγηση ηλεκτρικού πατινιού

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Beta estimate	S.E.	z-value	P(> z)	Adj, Odds Ratio (95% CI)
(Σταθερά)	0,650	0,193	3,374	0,001	(1,32 - 2,79)
Φοιτητής;	0,016	0,117	0,141	0,888	(0,81 - 1,28)
Αστικοποίηση	-0,445	0,148	-3,004	0,003	(0,48 - 0,85)
Αποδ_μη_χρήσης_κράνους_ασφ_di	1,952	0,137	14,209	< 2e-16	(5,36 - 9,26)
Απαίτηση_χρ_κράνους_di	-0,702	0,102	-6,865	0,000	(0,41 - 0,62)
AIC	2562,732				
HOSMER & LEMESHOW	0,639				

Μοντέλο 4: Παραβίαση ερυθρού σηματοδότη κατά την οδήγηση ηλεκτρικού πατινιού

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Beta estimate	S.E.	z-value	P(> z)	Adj, Odds Ratio (95% CI)
(Σταθερά)	-1,164	0,124	-9,387	< 2e-16	0,31 (0,25 - 0,40)
Φύλο	-0,289	0,119	-2,432	0,015	0,75 (0,59 - 0,95)
Ηλικιακή κατηγορία (35-54)	-0,418	0,124	-3,370	0,001	0,658 (0,52-0,84)
Ηλικιακή κατηγορία (55-74)	-0,874	0,245	-3,571	0,000	0,42 (0,26 - 0,68)
Φοιτητής;	0,192	0,133	1,438	0,150	1,21 (0,93 - 1,57)
Έμπλ_προσ_σε_ατυχ_με_ηλεκτρ_πατ_με_τραυμ_di	0,845	0,334	2,526	0,012	2,33 (1,20 - 4,53)
Αποδ_γρηγ_οδηγ_σε_δυσμ_συνθήκες_di	0,687	0,212	3,244	0,001	1,99 (1,31 - 3,02)
Αποδ_παραβ_ερυθρού_σηματ_di	1,357	0,216	6,272	0,000	3,88 (2,58 - 5,83)
Αποδ_πεζ_παραβ_ερυθρ_σημ_di	1,435	0,199	7,209	0,000	4,20 (2,84 - 6,21)
Πρέπει_οδηγ_γρηγ_αλλιώς_χάνω_χρόνο_di	1,003	0,174	5,754	0,000	2,73 (1,94 - 3,85)
AIC	2055,750				
HOSMER & LEMESHOW	0,278				

Μοντέλο 5: Οδήγηση ηλεκτρικού πατινιού πάνω στο πεζοδρόμιο

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Beta estimate	S.E.	z-value	P(> z)	Adj, Odds Ratio (95% CI)
(Σταθερά)	-0,115	0,169	-0,684	0,494	0,89 (0,63 - 1,26)
Φύλο	0,093	0,101	0,923	0,356	1,10 (0,90 - 1,34)
Φοιτητής;	0,246	0,115	2,139	0,032	1,28 (1,02 - 1,60)
Έμπλ_προσ_σε_ατυχ_με_ηλεκτρ_πατ_με_τραυμ_di	0,682	0,304	2,247	0,025	1,98 (1,09 - 3,61)
Αποδ_υπερβ_ορίου_ταχύτητας_εντ_κατ_περ_di	1,408	0,176	7,984	0,000	4,09 (2,86 - 5,86)
Τα_μηχ_οχημ_πρέπει_πάντα_να_παραχ_πρωτ_σε_πεζ_και_ποδ_di	0,326	0,097	3,372	0,001	1,39 (1,14 - 1,70)
AIC	2612,529				
HOSMER & LEMESHOW	0,418				

Πίνακας 4: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα των μοντέλων

6.2 Συνολικά συμπεράσματα

Από τα διάφορα στάδια εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας προέκυψε μια **σειρά συμπερασμάτων** που συνδέονται άμεσα με το αντικείμενο και τον αρχικό της στόχο. Στο παρόν υποκεφάλαιο επιχειρείται να δοθεί απάντηση στα ερωτήματα που τέθηκαν, με τη σύνθεση των αποτελεσμάτων των προηγούμενων κεφαλαίων. Τα **σημαντικότερα συμπεράσματα** συνοψίζονται ως εξής:

- Οι **γυναίκες χρήστες ηλεκτρικών πατινιών παρουσιάζουν πιο ασφαλή οδηγική συμπεριφορά σε σχέση με τους άντρες**. Αυτό πιθανότατα οφείλεται στο γεγονός ότι οι άνδρες υπερεκτιμούν πολλές φορές τις δυνατότητές τους, νιώθοντας πως κατέχουν τον έλεγχο μιας κυκλοφοριακής κατάστασης.
- Η **χρήση του πεζοδρομίου για την κίνηση με ηλεκτρικό πατίνι αποτελεί μια ιδιαίτερα συχνή αλλά επικίνδυνη πρακτική, η οποία φαίνεται να οφείλεται κυρίως σε ελλείψεις υποδομές για μικροκινητικότητα**. Ενδεχομένως, η απουσία διακριτών ποδηλατολωρίδων ή άλλων ασφαλών οδών οδηγεί τους χρήστες σε εναλλακτικές διαδρομές, ακόμα και εις βάρος της ασφάλειας των πεζών.
- Η **αποδοχή των επικίνδυνων συμπεριφορών και η έλλειψη υποστήριξης για ρυθμιστικά μέτρα ασφάλειας φαίνεται να σχετίζονται με υψηλότερα ποσοστά παραβατικών πρακτικών**. Αντίθετα, οι χρήστες που τάσσονται υπέρ της εφαρμογής υποχρεωτικών μέτρων (π.χ. χρήση κράνους) εμφανίζουν πιο συνετή και υπεύθυνη στάση.
- Η **παραβίαση ερυθρού σηματοδότη από τους χρήστες ηλεκτρικών πατινιών σχετίζεται με ευρύτερες στάσεις ανοχής απέναντι σε επικίνδυνες οδηγικές συμπεριφορές**. Χρήστες που δεν θεωρούν σοβαρή την παραβίαση του σηματοδότη εμφανίζουν αυξημένες πιθανότητες εκδήλωσης αυτής της συμπεριφοράς, γεγονός που καθιστά αναγκαία την ενίσχυση της οδικής αγωγής.
- Η **αστικοποίηση επηρεάζει αρνητικά τη χρήση κράνους**, καθώς σε περιοχές με έντονο αστικό χαρακτήρα καταγράφεται χαμηλότερη συμμόρφωση. Αυτό μπορεί να οφείλεται στην ψευδή αίσθηση ασφάλειας που νιώθουν οι χρήστες των ηλεκτρικών πατινιών όταν διανύουν μικρές αποστάσεις, σε αντίθεση με τις μη αστικές περιοχές όπου οι διαδρομές είναι μεγαλύτερες.
- Οι **νεαρότερες ηλικίες και άτομα με περιορισμένη εμπειρία χρήσης του πατινιού παρουσιάζουν αυξημένες πιθανότητες μεταφοράς δεύτερου επιβάτη**, γεγονός που αυξάνει τους κινδύνους τραυματισμού. Ενδεχομένως έλλειψη επίσημης πληροφόρησης και απουσία

ρυθμιστικού πλαισίου συμβάλλουν στην εδραίωση αυτής της επικίνδυνης πρακτικής.

- Η **εμπλοκή σε ατύχημα με ηλεκτρικό πατίνι όπου υπήρχε τραυματισμός** φαίνεται να συνδέεται με **αυξημένες πιθανότητες εμφάνισης παραβατικών συμπεριφορών**. Οι χρήστες αυτοί παρουσιάζουν υψηλότερη πιθανότητα να παραβιάσουν ερυθρό σηματοδότη, να οδηγήσουν υπό την επήρεια αλκοόλ ή να κινηθούν στο πεζοδρόμιο, γεγονός που υποδηλώνει ότι η εμπειρία κινδύνου δεν αρκεί από μόνη της για να αλλάξει τη στάση απέναντι στην ασφάλεια.
- Η **αποδοχή της υπέρβασης του ορίου ταχύτητας**, ακόμα και σε περιβάλλοντα υψηλού κινδύνου (όπως κατοικημένες περιοχές ή δυσμενείς συνθήκες), αποτελεί ισχυρό προβλεπτικό παράγοντα για **παραβατικές πρακτικές**. Οι χρήστες με τέτοιες στάσεις τείνουν να επιβαίνουν σε πατίνι με δεύτερο άτομο ή να αγνοούν τη σηματοδότηση, γεγονός που αναδεικνύει τη σημασία της στάσης έναντι των κανόνων κυκλοφορίας ως βασικό στοιχείο πρόληψης.

Η ενσωμάτωση τυχαίων επιδράσεων ανά χώρα μέσω των μικτών μοντέλων βελτίωσε σημαντικά τις επιδόσεις των μοντέλων και ανέδειξε **διαφορές στις συμπεριφορές μεταξύ των κρατών**. Αυτές οι διαφορές ενδεχομένως να αποδίδονται σε πολιτισμικά χαρακτηριστικά, διαφορετικά ρυθμιστικά πλαίσια, επίπεδα επιτήρησης και στάσεις απέναντι στην τήρηση των κανόνων κυκλοφορίας.

6.3 Προτάσεις

Η αυξανόμενη χρήση των ηλεκτρικών πατινιών ως μέσο αστικής μετακίνησης επιβάλλει την ανάγκη για τη διαμόρφωση και εφαρμογή μέτρων που θα ενισχύσουν την ασφάλεια των χρηστών, αλλά και των υπολοίπων πολιτών.

Καταρχάς, προτείνεται η **θέσπιση αυστηρότερων κανονισμών** σχετικά με την υποχρεωτική χρήση προστατευτικού εξοπλισμού, όπως κράνη και επιγονατίδες, ειδικά για τους νεότερους και πιο ευάλωτους χρήστες.

Η **ενημέρωση και ευαισθητοποίηση** του κοινού μέσω εκστρατειών ασφαλούς οδήγησης και σεμιναρίων εκμάθησης ορθής χρήσης μπορεί να συμβάλει καθοριστικά στη μείωση των ατυχημάτων.

Επιπλέον, είναι αναγκαία η **βελτίωση της υποδομής των αστικών χώρων**, ώστε να ενισχυθούν οι συνθήκες ασφαλούς μετακίνησης των ηλεκτρικών πατινιών. Η δημιουργία ειδικών λωρίδων κυκλοφορίας αποκλειστικά για πατίνια και ποδήλατα, διαχωρισμένων από τα οχήματα, θα μειώσει σημαντικά τις συγκρούσεις και τις επικίνδυνες καταστάσεις.

Τέλος, προτείνεται η εφαρμογή **τεχνολογικών λύσεων** που θα συμβάλουν στην παρακολούθηση και τον έλεγχο της ταχύτητας και της συμπεριφοράς των χρηστών. Η ενσωμάτωση συστημάτων γεωεντοπισμού και αυτόματης μείωσης ταχύτητας σε περιοχές υψηλής επικινδυνότητας αποτελεί μια σύγχρονη και αποτελεσματική προσέγγιση για την πρόληψη ατυχημάτων.

Συνολικά, η **συνδυαστική εφαρμογή** νομοθετικών, εκπαιδευτικών, υποδομικών και τεχνολογικών μέτρων είναι απαραίτητη για την αναβάθμιση της ασφάλειας στην χρήση των ηλεκτρικών πατινιών και την προώθηση μιας βιώσιμης και ασφαλούς αστικής κινητικότητας.

6.4 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Στο πλαίσιο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας διερευνήθηκαν οι κρίσιμοι παράγοντες όπου προκαλούν επικίνδυνες συμπεριφορές στους χρήστες ηλεκτρικών πατινιών στην Ευρώπη. Μελλοντικά θα μπορούσε να εξεταστεί η **συμπερίληψη και άλλων χωρών** στην έρευνα με διαφορετικά χαρακτηριστικά στο ίδιο μοντέλο επιτρέποντας την διενέργεια συγκρίσεων σε παγκόσμιο επίπεδο.

Η **διερεύνηση επικίνδυνης οδήγησης των άλλων χρηστών του οδικού δικτύου** θα μπορούσε επίσης να συμπληρωθεί στο μέλλον, ώστε να προταθούν ακόμα πιο συγκεκριμένα μέτρα πολιτικής με στόχο την βελτίωση της οδικής ασφάλειας.

Επιπλέον θα μπορούσαν να εφαρμοστούν **πρόσθετες μέθοδοι ανάλυσης**. Συγκεκριμένα, μια ανάλυση θα μπορούσε να εξετάσει συγκριτικά πώς η συμπεριφορά των χρηστών ηλεκτρικών πατινιών επηρεάζεται από τις περιφερειακές παραλλαγές των σχετικών κανόνων κυκλοφορίας, την επιτήρηση, το μορφωτικό επίπεδο των πεζών, τις περιβαλλοντικές και οικονομικές συνθήκες, τις κοινωνικές και πολιτιστικές νόρμες ή άλλους σχετικούς παράγοντες.

Βιβλιογραφία

- B. N. (2020). Electric scooter injuries and hospital admissions in the United States, 2014-2018. *JAMA surgery*, 155(4), 357-359.
- Cloud, C., Heß, S., & Kasinger, J. (2023). Shared e-scooter services and road safety: Evidence from six European countries. *European economic review*, 160, 104593.
- Dorman, N., & Yazdani, N. (2022). *Perceptions of e-scooters and effects on public health*. Indiana University.
- European Commission. (2024). *Personal Mobility Devices (PMDs): Road safety thematic report*. European Road Safety Observatory (ERSO).
- European Commission. (2025, February 27). *Collision matrix: Road traffic fatalities in the EU – Total roads (2023 data)* [Europ. Road Safety Observatory technical report]. Directorate-General for Mobility and Transport.
- Haworth, N., Schramm, A., & Twisk, D. (2021). Comparing the risky behaviours of shared and private e-scooter and bicycle riders in downtown Brisbane, Australia. *Accident Analysis & Prevention*, 152, 105981.
- James, O., Swiderski, J. I., Hicks, J., Teoman, D., & Buehler, R. (2019). *Pedestrians and e-scooters: An initial look at e-scooter parking and perceptions by riders and non-riders*. *Sustainability*, 11 (20), 5591.
- Ma, Q., Yang, H., Mayhue, A., Sun, Y., Huang, Z., & Ma, Y. (2021). E-Scooter safety: The riding risk analysis based on mobile sensing data. *Accident Analysis & Prevention*, 151, 105954.
- Namiri, N. K., Lui, H., Tangney, T., Allen, I. E., Cohen, A. J., & Breyer, N. (2023). A survey of electric-scooter riders' route choice, safety perception, and helmet use. *Sustainability*, 15(8), 6609.
- Nikolaou, D., Ntontis, A., Michelaraki, E., Ziakopoulos, A., & Yannis, G. (2023). Pedestrian safety attitudes and self-declared behaviour in Greece. *IATSS Research*, 47(1), 14-24.
- Pourfalatoun, S., Ahmed, J., & Miller, E. E. (2023). Shared electric scooter users and non-users: Perceptions on safety, adoption and risk. *Sustainability*, 15(11), 9045.
- Sievert, K., Roen, M., Craig, C. M., & Morris, N. L. (2023). A survey of electric-scooter riders' route choice, safety perception, and helmet use. *Sustainability*, 15(8), 6609.
- Xie, L., Ma, W., Xu, H., Chen, X., & Li, X. (2022). Integration of shared e-scooters in urban mobility systems: Regulatory and infrastructure implications. *Sustainability*, 14(21), 14303.
- Yannis, G., Crist, P., & Petraki, V. (2024, March). Safer micromobility: technical background report. In *Int. Transp. Forum*.