



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΚΡΙΣΙΜΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΑΥΤΟΔΗΛΟΥΜΕΝΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΤΩΝ ΠΕΖΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Διπλωματική Εργασία



ΝΤΟΝΤΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ

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

Αθήνα, Ιούλιος 2022

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, υποψήφιο Διδάκτορα Ε.Μ.Π., για τις συμβουλές και τις υποδείξεις του πάνω σε σημαντικά θέματα της Διπλωματικής Εργασίας.

Τέλος, ευχαριστώ την οικογένειά μου για όλη τη στήριξη που μου προσέφερε κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

Αθήνα, Ιούλιος 2022
Αλέξανδρος Ντόντης

ΚΡΙΣΙΜΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΑΥΤΟΔΗΛΟΥΜΕΝΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΤΩΝ ΠΕΖΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

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

ΣΥΝΟΨΗ

Στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι η διερεύνηση των κρίσιμων παραγόντων αυτοδηλούμενης συμπεριφοράς και ασφάλειας των πεζών στην Ελλάδα. Για την επίτευξη αυτού του στόχου, αναπτύχθηκαν δύο μοντέλα Διωνυμικής Λογιστικής Παλινδρόμησης και ένα Μοντέλο Δομικών Εξισώσεων (SEM) αξιοποιώντας δεδομένα από τη δεύτερη έκδοση της έρευνας ESRA (E-Survey on Road Users' Attitudes). Η διάσχιση της οδού μακριά από τη διάβαση των πεζών η οποία βρίσκεται σε απόσταση μικρότερη των 30 μέτρων και η διάσχιση της οδού με ερυθρή ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη των πεζών αποτέλεσαν τις δύο εξαρτημένες μεταβλητές των στατιστικών μοντέλων που αναπτύχθηκαν. Ανακαλύφθηκαν και ποσοτικοποιήθηκαν αρκετές στατιστικές σχέσεις που συσχετίζουν αυτές τις δύο μη ασφαλείς αυτοδηλούμενες συμπεριφορές με διάφορες ανεξάρτητες μεταβλητές και πέντε άδηλες μεταβλητές (μοντέλο SEM). Η συνδιακύμανση μεταξύ της διάσχισης της οδού μακριά από τη διάβαση και της διάσχισης της οδού με ερυθρή ένδειξη του σηματοδότη των πεζών είναι θετική και στατιστικά σημαντική υποδηλώνοντας ότι οι πεζοί που παρουσιάζουν τη μία επικίνδυνη συμπεριφορά διάσχισης της οδού είναι πιο πιθανό να παρουσιάσουν και τη δεύτερη επικίνδυνη συμπεριφορά. Τέλος, παρέχονται ορισμένες προτάσεις που θα μπορούσαν να ενισχύσουν την οδική ασφάλεια των πεζών, όπως οι εκστρατείες ευαισθητοποίησης και οι στοχευμένες παρεμβάσεις στην οδική υποδομή.

Λέξεις κλειδιά: Απόψεις οδικής ασφάλειας, Πεζοί, Αυτοδηλούμενη συμπεριφορά, ESRA, Διωνυμική Λογιστική Παλινδρόμηση, Μοντέλο Δομικών Εξισώσεων.

CRITICAL FACTORS OF PEDESTRIANS' SELF-DECLARED BEHAVIOUR AND SAFETY IN GREECE

Ntontis Alexandros
Supervisor: George Yannis, Professor NTUA

ABSTRACT

The aim of this Diploma Thesis is to investigate the critical factors of pedestrians' behaviour and safety in Greece. To fulfill this objective, two binary logistic regression models and a Structural Equation Model (SEM) were developed using data from the second edition of the ESRA (E-Survey on Road Users' Attitudes) survey. Crossing the road at places other than at a nearby (distance less than 30m) designated pedestrian crossing and crossing the road when a pedestrian light is red have been selected as the dependent variables of the developed statistical models. Several statistical relationships were discovered and quantified correlating these two unsafe self-declared behaviours with five latent variables and other independent variables. The covariance of the two dependent variables is positive and statistical significant, revealing that a pedestrian who will engage more frequently in crossing the road with red pedestrian light is more likely to also engage in crossing the road at places other than at a nearby pedestrian crossing. Lastly, recommendations that could enhance pedestrians' safety, such as educational and training campaigns and targeted infrastructure interventions are provided.

Keywords: Road safety attitudes; Pedestrians; Self-declared behaviour; ESRA; Binary Logistic Regression; Structural Equation Model.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτέλεσε η διερεύνηση **κρίσιμων παραγόντων αυτοδηλούμενης συμπεριφοράς και ασφάλειας των πεζών στην Ελλάδα**, με τη χρήση στατιστικών μοντέλων. Ειδικότερα, επιχειρείται η διερεύνηση των μεταβλητών που επηρεάζουν και οδηγούν τους πεζούς σε παραβατικές συμπεριφορές.

Η **συλλογή** των απαραίτητων στοιχείων για την ανάλυση πραγματοποιήθηκε από την έρευνα ESRA (E-Survey of Road users' Safety Attitudes), η οποία περιέχει στοιχεία οδικών συμπεριφορών και απόψεων για όλους τους χρήστες μίας οδού. Πιο συγκεκριμένα, επιλέχθηκε η έκδοση ESRA2 για την Ελλάδα.

Για τον σκοπό της ανάλυσης διαχωρίστηκαν οι ερωτήσεις, του ερωτηματολογίου, που απαντήθηκαν από τους πεζούς. Τη συλλογή των δεδομένων ακολούθησε η επεξεργασία τους προκειμένου να επιλεγεί η κατάλληλη μεθοδολογία και κωδικοποίησή τους με σκοπό την εισαγωγή τους στο ειδικό στατιστικό λογισμικό R - Studio. Ύστερα από σειρά δοκιμών αναπτύχθηκαν δύο μοντέλα με τη μέθοδο Διωνυμικής Λογιστικής Παλινδρόμησης, για τους παράγοντες που επηρεάζουν τους πεζούς να διασχίζουν την οδό με ένδειξη ερυθρού σηματοδότη πεζών και να διαβαίνουν την οδό μακριά από την διάβαση. Τα αποτελέσματα των συγκεκριμένων αναλύσεων παρουσιάζονται αναλυτικά στους παρακάτω πίνακες.

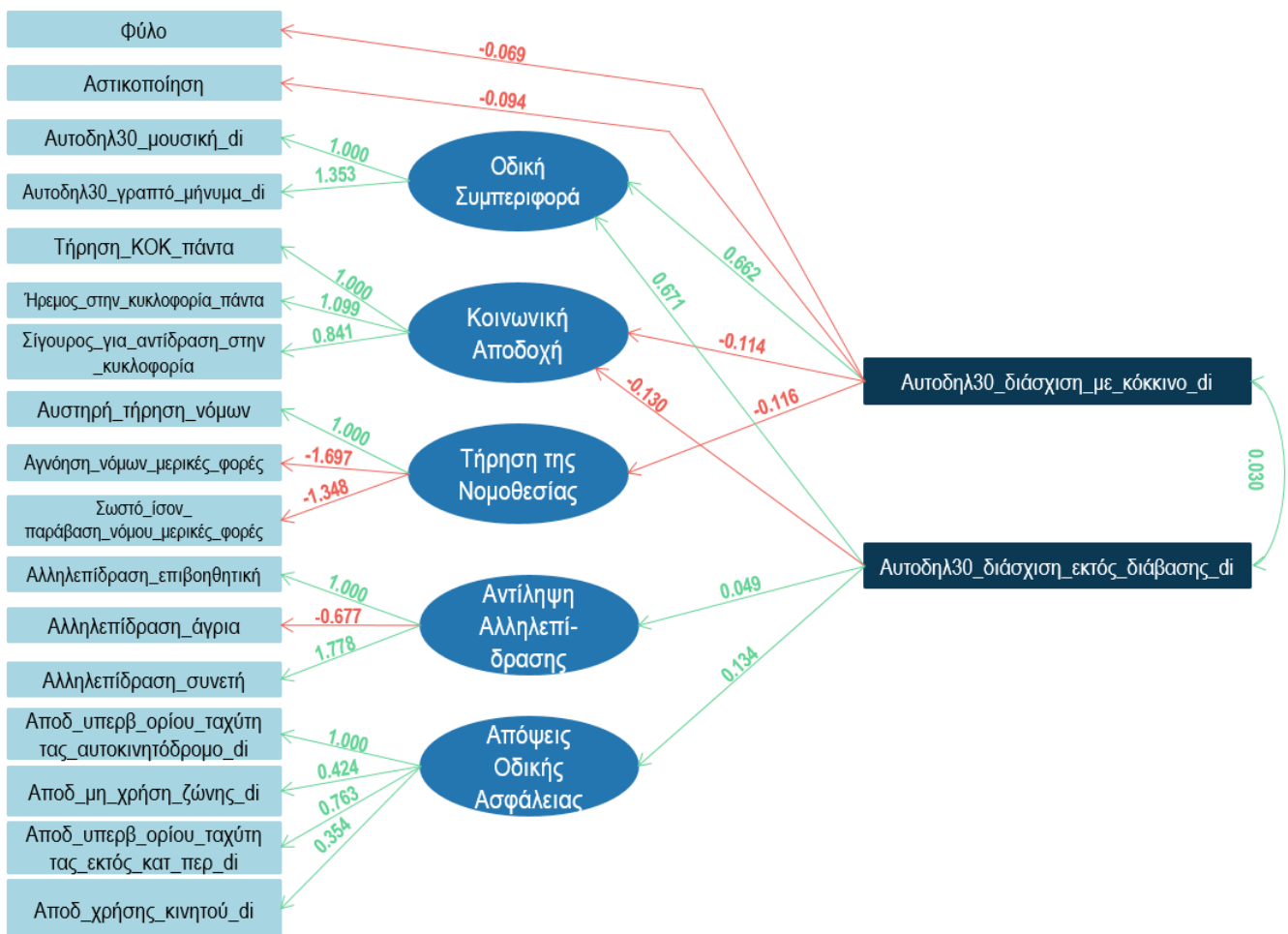
Πίνακας: Αποτελέσματα Μοντέλου Διωνυμικής Λογιστικής Παλινδρόμησης για την παραβίαση του ερυθρού σηματοδότη των πεζών κατά τη διάσχιση της οδού

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Beta Estimate	S.E.	z-value	P(> z)	Adj. Odds Ratio (95% CI)
(Σταθερά)	0,491	0,189	2,595	0,009	-
Φύλο (κατηγορία αναφοράς: Άνδρας)					
Γυναίκα	-0,429	0,147	-2,927	0,003	0,65 (0,49-0,87)
Αυτοδηλ30_μουσική_di (κατηγορία αναφοράς: ποτέ)					
Τουλάχιστον μία φορά	0,402	0,153	2,630	0,009	1,49 (1,11-2,02)
Αυτοδηλ30_γραπτό_μήνυμα_di (κατηγορία αναφοράς: ποτέ)					
Τουλάχιστον μία φορά	0,926	0,162	5,712	<0,001	2,52 (1,84-3,47)
Αποδ_υπερβ_ορίου_ταχύτητας_αυτοκινητόδρομο_di (κατηγορία αναφοράς: μη αποδεκτό/ουδέτερο)					
Αποδεκτό	0,613	0,296	2,068	0,039	1,85 (1,03-3,30)
Υποχρέωση_αναγκαστικού_σκοτάδι_di (κατηγορία αναφοράς: διαφωνώ/ουδέτερο)					
Συμφωνώ	-0,406	0,146	-2,786	0,005	0,67 (0,50-0,89)
Αστικοποίηση (κατηγορία αναφοράς: αστική περιοχή)					
Ημιαστική ή επαρχιακή περιοχή	-0,438	0,147	-2,978	0,003	0,65 (0,48-0,86)
AIC	1136,3				
Hosmer & Lemeshow	0,595				

Πίνακας: Αποτελέσματα Μοντέλου Διωνυμικής Λογιστικής Παλινδρόμησης για τη διάσχιση της οδού μακριά από τη διάβαση πεζών (απόσταση μικρότερη από 30 μέτρα)

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Beta Estimate	S.E.	z-value	P(> z)	Adj. Odds Ratio (95% CI)
(Σταθερά)	0,928	0,200	4,646	<0,001	-
Φύλο (κατηγορία αναφοράς: Άνδρας)					
Γυναίκα	-0,464	0,185	-2,512	0,012	0,63 (0,44-0,90)
Αυτοδηλ30_μουσική_di (κατηγορία αναφοράς: ποτέ)					
Τουλάχιστον μία φορά	0,641	0,210	3,045	0,002	1,90 (1,26-2,87)
Αυτοδηλ30_γραπτό_μήνυμα_di (κατηγορία αναφοράς: ποτέ)					
Τουλάχιστον μία φορά	1,334	0,189	7,060	<0,001	3,79 (2,62-5,49)
Αποδ_υπερβ_ορίου_ταχύτητας_εκτός_κατ_περ_di (κατηγορία αναφοράς: μη αποδεκτό/ουδέτερο)					
Αποδεκτό	2,269	1,022	2,220	0,026	9,67 (1,30-71,73)
Υποχρέωση_μη_χρήση_ακουστικών_di (κατηγορία αναφοράς: διαφωνά/ουδέτερο)					
Συμφωνά	-0,534	0,187	-2,854	0,004	0,59 (0,41-0,85)
AIC	781,87				
Hosmer & Lemeshow	0,956				

Στη συνέχεια, αναπτύχθηκε ένα επιπλέον στατιστικό μοντέλο με την **Μέθοδο Δομικών Εξισώσεων - SEM**. Το μοντέλο αυτό ερευνά τις συσχετίσεις και συνδιακυμάνσεις μεταξύ όλων των μεταβλητών που επηρεάζουν και οδηγούν τους πεζούς στις παραπάνω παραβατικές συμπεριφορές. Το διάγραμμα που ακολουθεί οπτικοποιεί και παρουσιάζει τα αποτελέσματα του μοντέλου SEM.



Από τα διάφορα στάδια εκπόνησης της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας προέκυψε μία 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 πεζοί παρουσιάζουν πιο ασφαλείς συμπεριφορές από τους άνδρες.** Αυτό πιθανότητα οφείλεται στο γεγονός ότι οι άνδρες υπερεκτιμούν πολλές φορές τις δυνατότητές τους, νιώθοντας πως κατέχουν τον έλεγχο μιας κυκλοφοριακής κατάστασης.
- **Οι κάτοικοι επαρχιακών και ημι-αστικών περιοχών εμφανίζουν μικρότερα ποσοστά παραβατικών συμπεριφορών σε σύγκριση με τους πεζούς που κατοικούν σε αστικές περιοχές.** Μια πιθανή εξήγηση του φαινομένου αυτού θα μπορούσε να είναι οι γρήγοροι ρυθμοί ζωής που επικρατούν στις αστικές περιοχές καθώς και οι αυξημένοι χρόνοι μετάβασης στον προορισμό. Επιπλέον, οι υψηλότερες ταχύτητες των οχημάτων εκτός κατοικημένων περιοχών ενδεχομένως να οδηγούν τους πεζούς σε πιο ασφαλείς συμπεριφορές.
- **Οι πεζοί που υπόκεινται σε, οποιασδήποτε μορφής, απόσπαση προσοχής σημειώνουν μεγαλύτερα ποσοστά επικίνδυνων συμπεριφορών,** γεγονός που υποδεικνύει ότι οι συγκεκριμένοι πεζοί ίσως υποτιμούν τους οδικούς κινδύνους. Επιπλέον, τα υψηλότερα ποσοστά επικίνδυνων συμπεριφορών των πεζών με απόσπαση προσοχής να οφείλονται στο μειωμένο οπτικό πεδίο και στην έλλειψη της απαραίτητης προσοχής, που προκαλείται από την ακρόαση μουσικής, την ανταλλαγή γραπτών μηνυμάτων, την ομιλία στο κινητό τηλέφωνο κ.α., που απαιτούν οι οδικές συνθήκες.
- Οι πεζοί που, σε ορισμένες περιπτώσεις, αγνοούν την τήρηση του **Κώδικά Οδικής Κυκλοφορίας, εμφανίζουν αυξημένη πιθανότητα επικίνδυνων οδικών συμπεριφορών.** Το αποτέλεσμα αυτό είναι λογικό, καθώς οι απόψεις σχετικά με την οδική ασφάλεια και την τήρηση των νόμων έχει άμεση σχέση με τη συμπεριφορά των χρηστών της οδού στη κυκλοφορία.
- **Τα άτομα που υποστηρίζουν την εφαρμογή νέων μέτρων ασφάλειας για τους πεζούς,** όπως την υποχρεωτική ένδυση με ανακλαστικό υλικό τη νύχτα και την απαγόρευση χρήσης ακουστικών κατά τη βόλτα, **εμφανίζουν χαμηλότερα ποσοστά επικίνδυνων αυτοδηλούμενων συμπεριφορών.** Το γεγονός αυτό μπορεί να οφείλεται στο αίσθημα ανασφάλειας των πεζών σχετικά με τους υπόλοιπους χρήστες της οδού με αποτέλεσμα να εμφανίζουν πιο προσεκτικές συμπεριφορές.
- **Οι θετικές και αισιόδοξες απόψεις ως προς την αλληλεπίδραση των χρηστών της οδού οδηγούν τους πεζούς σε υψηλότερα ποσοστά επικίνδυνων συμπεριφορών.** Αυτό, μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι

οι πεζοί που εμπιστεύονται τη συμπεριφορά των υπόλοιπων χρηστών της οδού, θεωρούν ότι σε περίπτωση επικίνδυνης συμπεριφοράς κατά τη διάσχιση της οδού εκ μέρους τους, η ασφάλειά τους θα εξασφαλιστεί από τη προσεκτική συμπεριφορά των υπολοίπων.

- Τα άτομα που σέβονται τους οδικούς νόμους και διακατέχονται από ηρεμία και σιγουριά, σε συνθήκες πυκνής κυκλοφορίας, εμφανίζουν μικρότερα ποσοστά επικίνδυνων συμπεριφορών ως πεζοί. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην εμπειρία, την υπομονή και την ρεαλιστική γνώση των κινδύνων που δημιουργούνται από τη μη ασφαλή συμπεριφορά τόσο των οδηγών όσο και των πεζών.
- Οι πεζοί που θεωρούν αποδεκτές επικίνδυνες συμπεριφορές κατά την οδήγηση όπως η υπέρβαση των ορίων ταχύτητας και η μη χρήση ζώνης ασφαλείας ή κράνους, παρουσιάζουν μεγαλύτερη συχνότητα διάσχισης της οδού μακριά από τη διάβαση πεζών.
- Η **συνδιακύμανση** μεταξύ της διάσχισης της οδού μακριά από τη διάβαση και της διάσχισης της οδού με ερυθρή ένδειξη του σηματοδότη των πεζών είναι **θετική** και στατιστικά σημαντική. Το γεγονός αυτό υποδηλώνει ότι οι πεζοί που παρουσιάζουν τη μία επικίνδυνη συμπεριφορά διάσχισης της οδού είναι πιο πιθανό να εμφανίσουν και τη δεύτερη επικίνδυνη συμπεριφορά διάσχισης.

Πίνακας Περιεχομένων

1	Εισαγωγή	2
1.1	Γενική Ανασκόπηση	2
1.2	Στόχος Διπλωματικής Εργασίας	6
1.3	Μεθοδολογία	6
1.4	Δομή Διπλωματικής Εργασίας	7
2	Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	9
2.1	Γενική Ανασκόπηση	9
2.2	Παραβίαση ερυθρού σηματοδότη πεζών	9
2.3	Απόσπαση προσοχής πεζών	11
2.4	Επιπλέον έρευνες σχετικά με τη συμπεριφορά των πεζών	13
2.5	Σύνοψη	14
3	Θεωρητικό Υπόβαθρο	16
3.1	Εισαγωγή	16
3.2	Μαθηματικά Πρότυπα	16
3.2.1	Λογιστική Παλινδρόμηση	16
3.2.2	Μοντέλα Δομικών Εξισώσεων (SEM)	17
3.3	Κριτήρια αποδοχής μοντέλου	21
3.3.1	Λογιστική Παλινδρόμηση	21
3.3.2	Μοντέλα Δομικών Εξισώσεων (SEM)	22
4	Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων	26
4.1	Εισαγωγή	26
4.2	Συλλογή Δεδομένων	26
4.2.1	Η έρευνα ESRA (E-Survey of Road users' safety Attitudes)	26
4.2.2	Η δεύτερη έκδοση της έρευνας - ESRA2	27
4.2.3	Η σημασία της έρευνας ESRA2	29
4.3	Επεξεργασία Στοιχείων	30
4.3.1	Επεξεργασία αρχικής βάσης δεδομένων	30
4.3.2	Προκαταρκτική ανάλυση	31
5	Εφαρμογή Μεθοδολογίας – Αποτελέσματα	35
5.1	Εισαγωγή	35
5.2	Ανάπτυξη και Αποτελέσματα Μοντέλων	35
5.2.1	Μοντέλα Διωνυμικής Λογιστικής Παλινδρόμησης	35
5.2.2	Μοντέλο Δομικών Εξισώσεων - SEM	40
6	Συμπεράσματα	45
6.1	Σύνοψη Αποτελεσμάτων	45
6.2	Συνολικά Συμπεράσματα	47
6.3	Προτάσεις	48
6.4	Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα	49
7	Βιβλιογραφικές Αναφορές	50

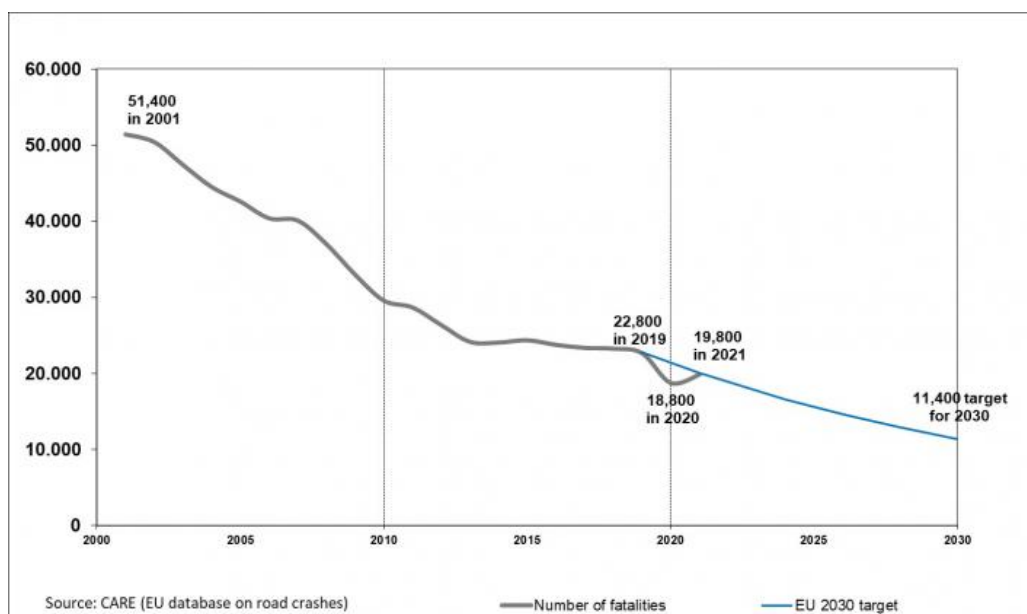
1 Εισαγωγή

1.1 Γενική Ανασκόπηση

Στις σύγχρονες κοινωνίες, οι **οδικές μεταφορές** αποτελούν αναπόσπαστο στοιχείο της ζωής των ανθρώπων και ορόσημο της εξέλιξης των κοινωνιών, καθώς είναι αλληλένδετες με τις δραστηριότητές τους. Το όφελος της αυξανόμενης μεταφορικής δραστηριότητας των ανθρώπων με τη χρήση οχημάτων είναι αξιοσημείωτο. Η αύξηση όμως αυτή συνεπάγεται ταυτόχρονη αύξηση των **οδικών ατυχημάτων**, τα οποία, αδιαμφισβήτητα, αποτελούν μια από τις κυριότερες αιτίες θανάτου παγκοσμίως.

Εκτιμάται ότι ετησίως οι άνθρωποι που χάνουν τη ζωή τους λόγω οδικών ατυχημάτων ανέρχονται στα **1,35 εκατομμύρια**, ενώ 50 εκατομμύρια άνθρωποι υφίστανται μη θανάσιμους τραυματισμούς, πολλοί εκ των οποίων καταλήγουν σε μόνιμη αναπηρία. Τα οδικά ατυχήματα είναι η κύρια αιτία θανάτου των νέων ηλικίας 15 έως 29 ετών (World Health Organization, 2021). Πιο συγκεκριμένα, στην Ευρωπαϊκή Ένωση των 27, το 2021, ο αριθμός των νεκρών σε οδικά ατυχήματα ανήλθε στους 19.800 (European Commission, 2022) και το 2021 στην Ελλάδα στους 608 σύμφωνα με τα προσωρινά δεδομένα της ΕΛ.ΣΤΑΤ. (ΕΛ.ΣΤΑΤ., 2022). Είναι προφανές ότι, η κρισιμότητα των οδικών ατυχημάτων έχει καταστήσει αναγκαίες τις συντονισμένες προσπάθειες για βελτίωση της οδικής ασφάλειας, τόσο σε εθνικό όσο και σε τοπικό επίπεδο.

Στο διάγραμμα που ακολουθεί αποτυπώνεται η διαχρονική εξέλιξη των οδικών ατυχημάτων στην **Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε.)**, για το χρονικό διάστημα 2001-2021 (European Commission, 2022).



Διάγραμμα 1.1: Διαχρονική εξέλιξη αριθμού νεκρών σε οδικά ατυχήματα στην Ε.Ε.

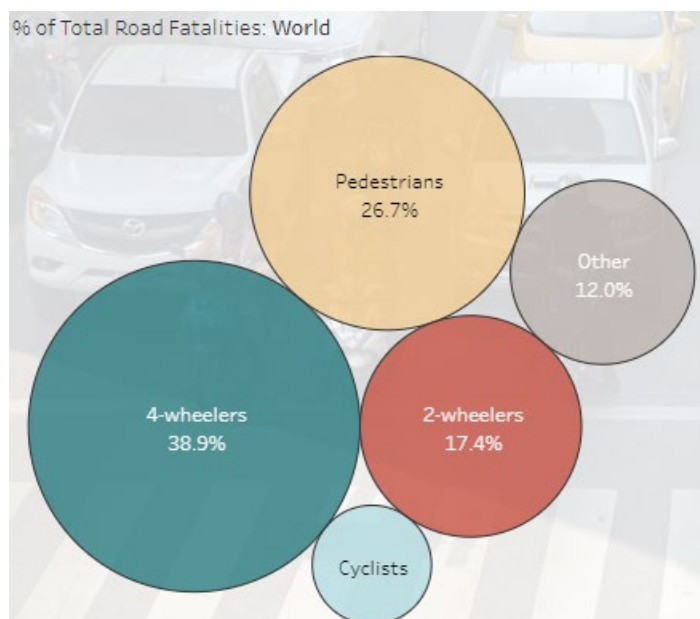
Παρατηρείται ότι ο αριθμός των νεκρών σε οδικά ατυχήματα το 2021 παραμένει πολύ χαμηλότερος από τον αντίστοιχο πριν την πανδημία. Σε ολόκληρη την Ε.Ε., το 2021, οι νεκροί σε οδικά ατυχήματα αυξήθηκαν κατά 5% σε σχέση με το προηγούμενο έτος, αν και οι συγκρίσεις με το 2020 επηρεάζονται έντονα από τα χαρακτηριστικά της κυκλοφορίας σε κάθε χώρα κατά τη διάρκεια της πανδημίας. Μεταξύ 2019 και 2020, ο αριθμός των θανάτων σε οδικά ατυχήματα μειώθηκε κατά 17%. (European Commission, 2022).

Σε εθνικό επίπεδο, σύμφωνα με το διάγραμμα 1.2., ο αριθμός των νεκρών σε οδικά ατυχήματα στην Ελλάδα το 2021 παρουσίασε μικρή αύξηση (4%) συγκριτικά με τα στοιχεία του 2020, σύμφωνα με τα προσωρινά στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ. Αυτή η μικρή αύξηση οφείλεται κυρίως στην επιστροφή στην κανονική κυκλοφορία μετά τους περιορισμούς λόγω πανδημίας. Κατά τη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας, η Ελλάδα κατέγραψε εντυπωσιακή βελτίωση οδικής ασφάλειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση, με μείωση κατά 38% του αριθμού των νεκρών από το 2012 και μείωση των βαριά τραυματιών κατά 60%. Ο λόγος νεκρών ανά εκατομμύριο οχήματα μειώθηκε κατά 42% από το 2012 (NTUA Road Safety Observatory, 2022).



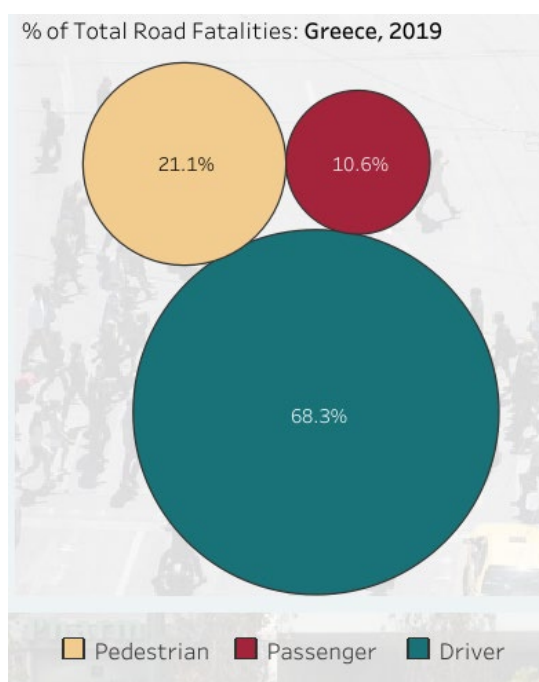
Διάγραμμα 1.2: Διαχρονική εξέλιξη αριθμού νεκρών σε οδικά ατυχήματα και στόλου οχημάτων στην Ελλάδα, 2012-2021.

Αναπόσπαστο κομμάτι της οδικής κυκλοφορίας, και επομένως, και των οδικών ατυχημάτων, αποτελούν οι πεζοί. Παγκοσμίως, τα θανατηφόρα ατυχήματα στα οποία εμπλέκονται πεζοί, αποτελούν μεγάλο ποσοστό των συνολικών ατυχημάτων. Ενδεικτικά, το 2016 παρατηρήθηκε ότι το ποσοστό των θανάτων πεζών αποτελούσε το 26,7% των θανατηφόρων ατυχημάτων, ποσοστό το οποίο αποτελεί το δεύτερο μεγαλύτερο, πίσω μόνο από τα θανατηφόρα ατυχήματα με τετράτροχα οχήματα (World Health Organization, 2021).



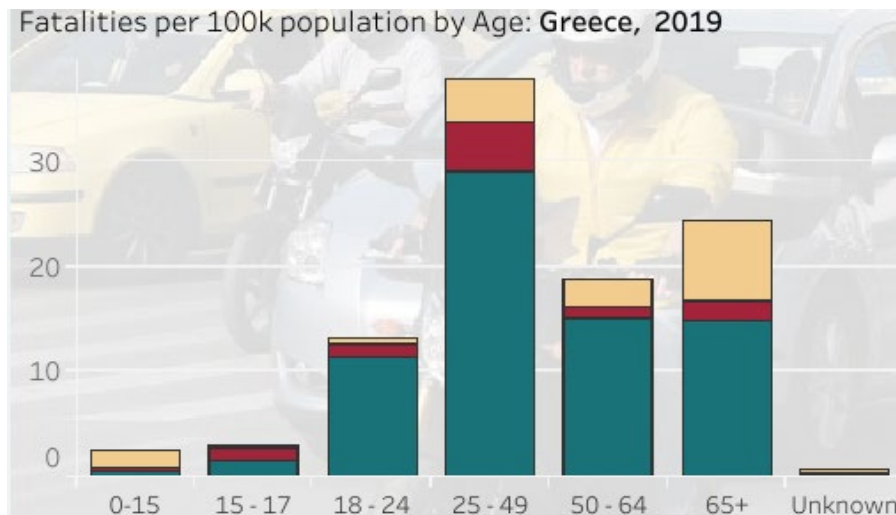
Διάγραμμα 1.3: Σύνολο θανατηφόρων οδικών ατυχημάτων Παγκοσμίως, 2016

Στην Ελλάδα, όπως και παγκοσμίως, ο αριθμός των θανόντων πεζών αποτελεί μεγάλο ποσοστό των θανατηφόρων ατυχημάτων. Το 2019, το 21% των θανατηφόρων ατυχημάτων αφορούσε τους πεζούς. Ακόμη, από το 2017 παρατηρήθηκε μικρή αύξηση στους θανάτους των πεζών από 16% σε 21% (ΕΛ.ΣΤΑΤ., 2022).



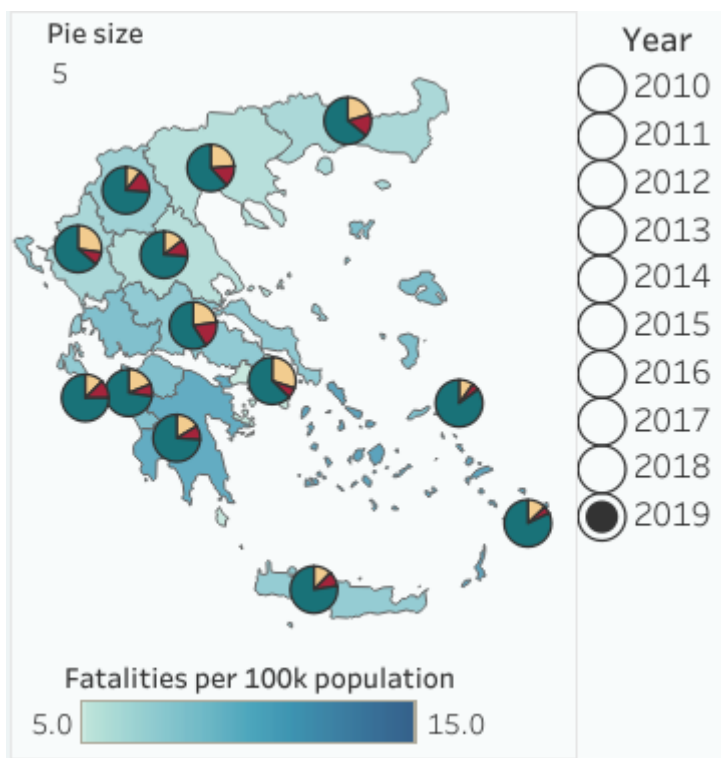
Διάγραμμα 1.4: Σύνολο νεκρών σε οδικά ατυχήματα στην Ελλάδα ανά κατηγορία χρήστη της οδού, 2019

Επίσης, όπως παρουσιάζεται και στο Διάγραμμα 1.5, αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι από τους θανόντες πεζούς το 46% αφορά την ηλικιακή ομάδα (65+).



Διάγραμμα 1.5: Σύνολο νεκρών σε οδικά ατυχήματα στην Ελλάδα ανά κατηγορία χρήστη της οδού και ηλικιακή ομάδα, 2019 (κίτρινο: πεζοί, κόκκινο: επιβάτες, μπλε: οδηγοί)

Τέλος, άξιο αναφοράς είναι ότι το υψηλότερο ποσοστό θυμάτων πεζών το έτος 2019 παρατηρείται στην Αττική, ενώ ακολουθεί η Περιφέρεια Ηπείρου.



Διάγραμμα 1.6: Σύνολο νεκρών σε οδικά ατυχήματα στην Ελλάδα ανά κατηγορία χρήστη της οδού και Περιφέρεια, 2019 (κίτρινο: πεζοί, κόκκινο: επιβάτες, μπλε: οδηγοί)

1.2 Στόχος Διπλωματικής Εργασίας

Στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι η **διερεύνηση των κρίσιμων παραγόντων αυτοδηλούμενης συμπεριφοράς και ασφάλειας των πεζών στην Ελλάδα**, με τη χρήση στατιστικών μοντέλων. Συγκεκριμένα, αξιοποιούνται δεδομένα από την δεύτερη έκδοση της παγκόσμιας έρευνας E-Survey of Road users' Attitudes-ESRA2 που διεξήχθη το 2018 και οι μεταβλητές οι οποίες πρόκειται να εξεταστούν και να συσχετιστούν με την συμπεριφορά των πεζών στις διαβάσεις είναι το φύλο και ο τόπος κατοικίας των εμπλεκόμενων (αστικό/ημιαστικό περιβάλλον), ο τρόπος συμπεριφοράς των πεζών στο δρόμο, η τήρηση του Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας, η αλληλεπίδραση των πεζών με τους υπόλοιπους χρήστες της οδού, οι απόψεις τους για την οδηγική ασφάλεια και η κοινωνική αποδοχή.

Για την επίτευξη του στόχου, απαιτείται η ανάπτυξη και η εφαρμογή κατάλληλων μεθόδων ανάλυσης δεδομένων. Σε πρώτο στάδιο, κρίνεται απαραίτητη η συλλογή και επεξεργασία επαρκούς πλήθους στοιχείων, έτσι ώστε να είναι εφικτή η εξαγωγή τεκμηριωμένων συμπερασμάτων. Σε δεύτερο στάδιο, καθοριστικό ρόλο έχει η ανάπτυξη **κατάλληλων μαθηματικών μοντέλων** που θα περιγράψουν και θα ποσοτικοποιούν επαρκώς την επιρροή των παραμέτρων στην συμπεριφορά των πεζών.

Μέσω των αποτελεσμάτων της ανάλυσης, επιδιώκεται η επαρκέστερη και πιο σφαιρική κατανόηση των παραγόντων που επηρεάζουν τους πεζούς στον τρόπο συμπεριφοράς στην οδό, καταλήγοντας σε συμπεράσματα, τα οποία αναμένεται να αποφέρουν σημαντικά οφέλη στην προσπάθεια αντιμετώπισης των οδικών ατυχημάτων, μέσω της καλύτερης πρόβλεψης της συμπεριφοράς, της λήψης στοχευμένων μέτρων και της πραγματοποίησης επεμβάσεων, σκοπεύοντας στην περαιτέρω μείωση των ανθρωπίνων απωλειών σε οδικά ατυχήματα.

1.3 Μεθοδολογία

Στο συγκεκριμένο υποκεφάλαιο περιγράφεται συνοπτικά η μέθοδος που ακολουθήθηκε για την επίτευξη του στόχου της Διπλωματικής Εργασίας. Το αρχικό στάδιο υλοποιήθηκε με τον καθορισμό του αντικείμενου προς εξέταση καθώς και του επιδιωκόμενου στόχου. Για τον σκοπό αυτόν, πραγματοποιήθηκε ευρεία **βιβλιογραφική ανασκόπηση** και ειδικότερα αναζήτηση ερευνών και επιστημονικών κειμένων, τα οποία είναι άμεσα συσχετισμένα με το εξεταζόμενο θέμα. Ο επιθυμητός στόχος αυτής της διαδικασίας είναι η απόκτηση των κατάλληλων γνώσεων και μίας σχετικής εμπειρίας έτσι ώστε να αποφασιστεί η μέθοδος με βάση την οποία θα πραγματοποιηθεί η επεξεργασία των στοιχείων.

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε η συλλογή των στοιχείων, τα οποία απαιτούνται για την εκπόνηση της Διπλωματικής Εργασίας. Τα δεδομένα συλλέχτηκαν μέσω έρευνας ερωτηματολογίου που πραγματοποιήθηκε το 2018, στο πλαίσιο της **Παγκόσμιας Έρευνας ESRA2** (European Survey of Road users' safety Attitudes), σε 48 χώρες. Από τα δεδομένα αυτά επιλέχθηκε

να εξεταστούν εκείνα που αναφέρονται στην Ελλάδα και ειδικότερα στους πεζούς.

Σε επόμενο στάδιο δημιουργήθηκε μια νέα βάση δεδομένων, με την καταχώριση των συλλεχθέντων στοιχείων στο λογισμικό υπολογιστικών φύλλων Microsoft Excel. Ακολούθησε μορφοποίηση και ομαδοποίηση των δεδομένων, τα οποία οδήγησαν στην τελική μορφή του **βασικού πίνακα**, τα στοιχεία του οποίου κωδικοποιήθηκαν με κατάλληλο τρόπο, ώστε να αποτελέσουν μεταβλητές συμβατές με το λογισμικό στατιστικής επεξεργασίας που χρησιμοποιήθηκε στη συνέχεια. Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με την γλώσσα προγραμματισμού R. Ακολούθως, επιλέχθηκαν οι μέθοδοι της λογιστικής παλινδρόμησης και μοντέλων δομικών εξισώσεων (Structural Equation Modeling-SEM). Τελικώς, πραγματοποιήθηκε σειρά δοκιμών και συνδυασμών δεδομένων για την επίτευξη των βέλτιστων στατιστικών μοντέλων.

Τέλος, εξήχθησαν αποτελέσματα και συμπεράσματα, μέσω των οποίων προέκυψαν σημαντικές πληροφορίες για τα υπό εξέταση προβλήματα και διατυπώθηκαν προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.



Διάγραμμα 1.7: Διάγραμμα ροής σταδίων εκπόνησης της Διπλωματικής Εργασίας.

1.4 Δομή Διπλωματικής Εργασίας

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται η δομή της Διπλωματικής Εργασίας μέσω της συνοπτικής αναφοράς του περιεχομένου του εκάστοτε κεφαλαίου της, για διευκόλυνση και καλύτερη κατανόηση του αναγνώστη.

Το **πρώτο κεφάλαιο** αποτελεί την **εισαγωγή** με μια αναφορά στα πιο πρόσφατα δεδομένα της οδικής ασφάλειας και περιλαμβάνει στατιστικά στοιχεία οδικών ατυχημάτων σε ευρωπαϊκό και ελληνικό επίπεδο. Εν συνεχεία περιγράφεται το αντικείμενο και οι στόχοι της Διπλωματικής Εργασίας, θέτοντας τα ερωτήματα προς διερεύνηση. Παρουσιάζεται η μεθοδολογία η οποία πρόκειται να ακολουθηθεί για την επίτευξη των στόχων αλλά και το διάγραμμα ροής για μεγαλύτερη σαφήνεια.

Στο **δεύτερο κεφάλαιο** παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από εκτενή βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών με παρεμφερές αντικείμενο. Στη συνέχεια, πραγματοποιείται σύνοψη των βασικών στοιχείων των μελετών με σκοπό τη σύγκριση των αποτελεσμάτων και την ανάδειξη της αναγκαιότητας εξέτασης του αντικειμένου της εργασίας.

Το **τρίτο κεφάλαιο** περιλαμβάνει το **θεωρητικό υπόβαθρο** στο οποίο στηρίχθηκε η ανάλυση των στοιχείων. Πιο συγκεκριμένα διασαφηνίζονται τα κριτήρια επιλογής της στατιστικής ανάλυσης που θα χρησιμοποιηθεί σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά της. Επίσης περιγράφονται οι μαθηματικές και στατιστικές έννοιες για την καλύτερη κατανόηση των μοντέλων που επιλέχθηκαν. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με μία σύντομη παράθεση των βημάτων που ακολουθούνται για την επεξεργασία των δεδομένων στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης.

Το **τέταρτο κεφάλαιο** περιέχει την περιγραφή της **διαδικασίας της συλλογής και επεξεργασίας των στοιχείων** που χρησιμοποιήθηκαν στη παρούσα Διπλωματική Εργασία. Παρουσιάζεται η επιλογή των μεταβλητών καθώς και η διαδικασία άντλησης των δεδομένων από το ESRA2, με στόχο τη διαμόρφωση της τελικής βάσης δεδομένων για τις ανάγκες της ανάλυσης. Τέλος, περιγράφεται η διαδικασία κωδικοποίησης των στοιχείων, καθώς και η απαραίτητη επεξεργασία για την εισαγωγή τους στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης.

Στο **πέμπτο κεφάλαιο** αναλύεται η διαδικασία ανάπτυξης και εφαρμογής των τελικών μαθηματικών μοντέλων. Σε πρώτο στάδιο, παρουσιάζονται τα δεδομένα εισόδου και εξόδου ενώ επισημαίνεται η σημασία των στατιστικών ελέγχων αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων για την αποδοχή των μοντέλων. Ακολούθως παρατίθενται οι διάφορες δοκιμές που διενεργήθηκαν και παρουσιάζονται αναλυτικά τα εξαχθέντα αποτελέσματα.

Το **έκτο κεφάλαιο**, αναφέρεται στα συνολικά **συμπεράσματα** που προέκυψαν από την ερμηνεία των τελικών μαθηματικών μοντέλων. Μέσω αυτών επιδιώκεται να δοθεί απάντηση στο αντικείμενο της Διπλωματικής Εργασίας και καταγράφονται προτάσεις για την αξιοποίηση των αποτελεσμάτων της καθώς και τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας.

Στο **έβδομο κεφάλαιο** παρατίθεται ο κατάλογος των βιβλιογραφικών αναφορών που χρησιμοποιήθηκαν για την εκπόνηση της Διπλωματικής Εργασίας. Πιο συγκεκριμένα, περιλαμβάνονται οι αναφορές των ερευνών που παρουσιάστηκαν στα εισαγωγικά κεφάλαια, καθώς και σε εκείνο της βιβλιογραφικής ανασκόπησης αλλά και στατιστικές έννοιες και μέθοδοι, που αναλύθηκαν στο θεωρητικό υπόβαθρο.

2 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

2.1 Γενική Ανασκόπηση

Το συγκεκριμένο κεφάλαιο περιλαμβάνει τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, η οποία πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της εκπόνησης της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας. Παρατίθενται τα αποτελέσματα **διεθνών ερευνών, με συναφή υπό μελέτη ζητήματα**, όπως αυτά παρουσιάστηκαν συνοπτικά στο προηγούμενο κεφάλαιο. Συγκεκριμένα παρουσιάζονται έρευνες οι οποίες μελετάνε τους κρίσιμους παράγοντες συμπεριφοράς και ασφάλειας των πεζών. Για κάθε επιστημονική εργασία, παρουσιάζεται μία σύντομη περίληψή της καθώς και τα βασικότερα αποτελέσματα που προέκυψαν.

2.2 Παραβίαση ερυθρού σηματοδότη πεζών

Σε μελέτη που διεξήγαγε η Rosenbloom (2009) διερευνήθηκε η οδική συμπεριφορά μεμονωμένων πεζών σε διασταύρωση με φωτεινό σηματοδότη, σε σύγκριση με ομάδες πεζών στην ίδια διασταύρωση. Τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται σε αυτή τη μελέτη συλλέχθηκαν με επί τόπου μέτρηση, σε διάρκεια μιας ώρας (7:30-8:30 π.μ.) σε αστικό περιβάλλον. Συνολικά, παρατηρήθηκαν 1392 πεζοί εκ των οποίων 842 ήταν γυναίκες και 550 άνδρες.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι **άνδρες διέσχισαν το δρόμο με ερυθρό σηματοδότη πιο συχνά από τις γυναίκες**. Επίσης, ανεξαρτήτως φύλου, παρατηρήθηκε ότι οι πεζοί που καταφθάνουν στην διάβαση με ερυθρά ένδειξη του σηματοδότη, είχαν μεγαλύτερη τάση για παραβίαση του σηματοδότη όταν στην διάβαση περίμεναν λιγότερα άτομα. Επιπλέον, η έρευνα αναφέρεται στις θεωρητικές εξηγήσεις της θεωρίας του "κοινωνικού ελέγχου" (social control) και σε ορισμένες πρακτικές βελτίωσης της οδικής συμπεριφοράς με βάση τα αποτελέσματα, όπως η προβολή των θετικών επιπτώσεων του κοινωνικού ελέγχου σε εκστρατείες των μέσων ενημέρωσης και η προσαρμογή της διάρκειας του ερυθρού σηματοδότη με σκοπό την ενθάρρυνση των πεζών στην τήρηση των ενδείξεων του σηματοδότη.

Σε άλλη μελέτη οι Dommès et al. (2015) ερευνούν τους ανθρώπινους παράγοντες που συνδέονται με την παραβίαση του ερυθρού σηματοδότη, από τους ενήλικες πεζούς, καθώς και άλλες συμπεριφορές, που σχετίζονται με την ασφαλή οδική συμπεριφορά, σε διαβάσεις με φωτεινό σηματοδότη. Τα δεδομένα της έρευνας αντλήθηκαν από συνδυασμό ερωτηματολογίων, που απαντήθηκαν από 422 Γάλλους ενήλικες πεζούς, και επί τόπου μετρήσεων.

Με βάση τα δεδομένα που συλλέχθηκαν, εξήχθησαν 13 δείκτες συμπεριφοράς και εξετάστηκε η επιρροή πολλών δημογραφικών και άλλων χαρακτηριστικών καθώς και άλλων μεταβλητών που σχετίζονται με την κινητικότητα των πεζών. Οι αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν σε καθέναν από τους 13 δείκτες συμπεριφοράς έδειξαν ότι, σε αντίθεση με το φύλο, **η ηλικία έχει σημαντικό αντίκτυπο στην οδική συμπεριφορά**, με τις πιο προσεκτικές συμπεριφορές να παρατηρούνται στις μεγάλες ηλικιακές ομάδες.

Επιπροσθέτως, παρατηρήθηκε ότι το μέγεθος της ομάδας των πεζών, τα σταθμευμένα οχήματα, η πυκνότητα της κυκλοφορίας καθώς και η εμπειρία οδήγησης και βάδισης, οι προσωπικές αναφορές σε δυσκολίες διάσχισης των διαβάσεων και οι πτώσεις στο δρόμο αποτελούν σημαντικούς παράγοντες της ασφαλούς οδικής συμπεριφοράς.

Τέλος, σε ανάλυση όλων των δεικτών συμπεριφοράς ταυτοχρόνως, παρατηρήθηκε ότι η παραβίαση του ερυθρού σηματοδότη επηρεάζεται από τους τρέχον παράγοντες που συναντάει ο πεζός στην οδό (αριθμός πεζών που περιμένουν στη διάβαση, σταθμευμένα οχήματα κ.ά.) και σχετίζονται με ορισμένα πρότυπα συμπεριφοράς (η κατά μέτωπο παρακολούθηση της κυκλοφορίας, το έδαφος, το φως, η διάσχιση της οδού με ταχύ βηματισμό και με διαγώνια κατεύθυνση). Τα συνολικά αποτελέσματα της παραπάνω έρευνας έδειξαν την ανάγκη ανάπτυξης **ασφαλέστερων υποδομών για πεζούς** καθώς και μέτρα που αποσκοπούν στην αντιμετώπιση παραβατικών συμπεριφορών.

Τις προηγούμενες μελέτες συνεχίζουν οι Zhang et al. (2016) διερευνώντας τους παράγοντες που οδηγούν τους πεζούς στην Κίνα να παραβιάζουν τους ερυθρούς σηματοδότες στις διασταυρώσεις, μόλις η ερυθρή ένδειξη εμφανιστεί. Τα δεδομένα της μελέτης προέρχονται από το Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Hefei της Κίνας, μέσω ερωτηματολογίου που απαντήθηκε από 631 άτομα. Σκοπός του ερωτηματολογίου ήταν η συλλογή κοινωνικο-οικονομικών χαρακτηριστικών και χαρακτηριστικών σχετικά με τα ταξίδια αναψυχής των πεζών καθώς και τα χαρακτηριστικών διαφορετικών εγκαταστάσεων διέλευσης της οδού.

Με βάση την αξιολόγηση των παραγόντων, που επηρεάζουν την οδική συμπεριφορά των πεζών στις διαβάσεις, παρατηρήθηκε ότι οι μεταβλητές που επηρεάζουν σημαντικά την πιθανότητα παραβίασης του ερυθρού σηματοδότη από τους πεζούς είναι ο **σκοπός του ταξιδιού, η χρονική διάρκεια του ταξιδιού σε περίοδο μιας ημέρας, οι απόψεις των πεζών** ως προς το αν πρέπει να παραβιάσουν τον ερυθρό σηματοδότη όταν βιάζονται καθώς και οι απόψεις τους για το ποσοστό που επηρεάζει, την παραβατική συμπεριφορά, η ποιότητα των οδικών εγκαταστάσεων.

Σε άλλη μελέτη οι Mukherjee & Mitra (2020) ερευνούν τους παράγοντες που ωθούν τους πεζούς σε παραβατικές συμπεριφορές στην πόλη Καλκούτα της Ινδίας. Τα δεδομένα της έρευνας έχουν συλλεχθεί με οπτική παρατήρηση από 55 διασταυρώσεις οδών με σηματοδότες. Σκοπός της μελέτης είναι να ερευνηθεί εάν και σε τι ποσοστό ο κίνδυνος που διατρέχει τους πεζούς και η παραβίαση του ερυθρού σηματοδότη από αυτούς συσχετίζονται.

Η ανάπτυξη ενός μαθηματικού μοντέλου, που συσχετίζει το ποσοστό **παραβίασης του φωτεινού σηματοδότη από τους πεζούς με τη συχνότητα θανατηφόρων ατυχημάτων** που εμπλέκονται οι πεζοί, έδειξε ότι υπάρχει σημαντική και **θετική συσχέτιση** μεταξύ των δύο αυτών μεταβλητών. Ακόμη, παρατηρήθηκε ότι την παραβατική συμπεριφορά των πεζών ενισχύουν η απουσία διαγράμμισης της οδού, η κίνηση στις οδούς σε κυκλική τροχιά, η έλλειψη επαρκούς πεδίου ορατότητας, τα σταθμευμένα οχήματα κατά μήκος της οδού, τα κοινωνικο-δημογραφικά χαρακτηριστικά των χρηστών της οδού καθώς και το μεγάλο ποσοστό πεζών που μεταφέρουν φορτία άνω της κεφαλής

τους. Τα αποτελέσματα της παραπάνω έρευνας ανέδειξαν την ανάγκη για βελτίωση του υπάρχον οδικού σχεδιασμού, για την ασφαλέστερη χρήση της οδού από τους χρήστες της.

Σε έρευνα που πραγματοποίησαν οι Chen et al. (2017) μελέτησαν την επίδραση του χρόνου αναμονής των πεζών, κατά την ένδειξη του ερυθρού σηματοδότη σε διασταυρώσεις, στις παραβιάσεις της φωτεινής ένδειξης. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν στην πόλη Σουτσόου της Κίνας, από 13 διασταυρώσεις, διαφορετικού χρόνου αναμονής, και 1075 παραβάσεις. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης των δεδομένων υποδηλώνουν ότι το **φύλο, η ηλικία, η χρονική στιγμή άφιξης στην διάβαση, η χρονική διάρκεια της ένδειξης του ερυθρού σηματοδότη, οι διαστάσεις των διαβάσεων και ο μεγάλος αριθμός των κυκλοφοριακών εμπλοκών** αποτελούν κρίσιμους παράγοντες στις οδικές παραβιάσεις των πεζών. Τέλος, τονίστηκε η σημασία τις ελαχιστοποίησης των χρόνων αναμονής των πεζών στις διαβάσεις, με στόχο την μείωση - εξάλειψη των επικίνδυνων συμπεριφορών.

2.3 Απόσπαση προσοχής πεζών

Τα τελευταία χρόνια, έχουν γίνει προσπάθειες κατανόησης της επιρροής των παραγόντων που προκαλούν **απόσπαση προσοχής των πεζών**, στην οδική συμπεριφορά τους.

Το (2012) οι Schwebel et al. πραγματοποίησαν έρευνα για να διαπιστώσουν πόσο επηρεάζει την ασφάλεια των πεζών η χρήση κινητού τηλεφώνου, η ακρόαση μουσικής και η ανταλλαγή μηνυμάτων, όταν οι παραπάνω διασχίζουν την οδό. Για τη συλλογή των δεδομένων 138 φοιτητές διέσχισαν έναν εικονικό πεζόδρομο μέσω **προσομοίωσης**. Οι φοιτητές χωρίστηκαν σε 4 ομάδες, κάθε μία από τις οποίες αντιπροσώπευε διαφορετική ομάδα χρηστών. Με τυχαία ανάθεση οι ομάδες είχαν τα εξής καθήκοντα: διάσχιση της οδού ενώ μιλάνε στο τηλέφωνο, ενώ ανταλλάσσουν μηνύματα διά τηλέφωνο, ενώ ακούνε μουσική και πεζοί οι οποίοι δεν υπόκειται σε απόσπαση προσοχής.

Τα αποτελέσματα έδειξαν πως στις ομάδες με απόσπαση προσοχής είναι πιο πιθανό η οπτική τους παρατήρηση να ξεφύγει από το περιβάλλον της οδού (κοιτώντας το κινητό τηλέφωνο ή άλλα μέρη) σε σχέση με την αντίστοιχη χωρίς απόσπαση προσοχής. Ακόμη, με εξαίρεση τους χρήστες που μιλούσαν στο τηλέφωνο, οι ομάδες με απόσπαση προσοχής παρατηρήθηκε ότι έχουν **περισσότερες πιθανότητες να εμπλακούν σε οδικό ατύχημα** σε σύγκριση με τους υπολοίπους. Επίσης, τα αποτελέσματα δεν εμφάνισαν μεταβολή όταν σε αυτά προσάρμοσαν τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των πεζών, τη συχνότητα βάρδισης και τη συχνότητα χρήσης των μέσων ενημέρωσης.

Καταλήγοντας, αναφέρεται πως η απόσπαση προσοχής εξαιτίας κινητού τηλεφώνου έχει μικρή αλλά έχει ουσιώδη επιρροή στην ασφάλεια των πεζών και τονίζεται η σημασία λήψης μέτρων προστασίας για τους πεζούς που εμφανίζουν απόσπαση προσοχής με σκοπό την αποφυγή σοβαρών ατυχημάτων.

Σε νέα έρευνα, οι Thompson et al. (2013) μελέτησαν την επίπτωση της κοινωνικής και τεχνολογικής απόσπασης προσοχής στην οδική συμπεριφορά των πεζών. Στα πλαίσια της συλλογής δεδομένων, οι 1102 πεζοί παρατηρήθηκαν σε 20 διασταυρώσεις υψηλού κινδύνου. Οι παρατηρητές κατέγραψαν δημογραφικά χαρακτηριστικά και πληροφορίες με βάση την συμπεριφορά των πεζών, συμπεριλαμβανομένης της χρήσης κινητού τηλεφώνου (ομιλία στο κινητό τηλέφωνο, γραπτά μηνύματα ή ακρόαση μουσικής). Στόχος της έρευνας ήταν η διερεύνηση της συσχέτισης της απόσπασης προσοχής με την οδική συμπεριφορά των πεζών, δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στην ηλικία και στο φύλο.

Με βάση την ανάλυση των στατιστικών στοιχείων που συγκεντρώθηκαν, παρατηρήθηκε ότι σχεδόν το **1/3 των πεζών (29,8%) πραγματοποίησαν δραστηριότητα που αποσπά την προσοχή** κατά τη διάσχιση της οδού. Οι περισπασμοί περιλάμβαναν την ακρόαση μουσικής σε ποσοστό 11,2%, την ανταλλαγή μηνυμάτων σε ποσοστό 7,3% και τη χρήση κινητού τηλεφώνου διά χειρός σε ποσοστό 6,2%.

Οι παραπάνω δραστηριότητες απόσπασης προσοχής (πλην της ακρόασης μουσικής) και η συζήτηση με άλλο άτομο κατά τη βάδιση παρατηρήθηκε ότι αυξάνουν το μέσο χρονικό διάστημα που οι πεζοί διαβαίνουν την οδό. Ανταλλάσσοντας μηνύματα, οι πεζοί χρειάστηκαν επιπλέον 1,87 δευτερόλεπτα για 3,4 λωρίδες οδού σε σχέση με τον αντίστοιχο χρόνο χωρίς απόσπαση προσοχής. Ακόμη, οι πεζοί που έστειλαν μηνύματα είχαν 3,9 φορές περισσότερες πιθανότητες πραγματοποίησης τουλάχιστον μίας (1) επικίνδυνης διέλευσης της οδού. Αντίθετα, οι πεζοί που άκουγαν μουσική, περπάτησαν σχεδόν μισό δευτερόλεπτο ταχύτερα (0,54 sec) κατά μέσο όρο από τους πεζούς με μηδενική απόσπαση προσοχής. Τα συμπεράσματα της παραπάνω μελέτης υποδηλώνουν ότι οι κοινωνικοί και τεχνολογικοί περισπασμοί **αυξάνουν τους χρόνους διέλευσης της οδού, με την ανταλλαγή μηνυμάτων να ενέχει τον μεγαλύτερο κίνδυνο οδικού ατυχήματος**. Τέλος, σημειώνεται η ανάγκη για περαιτέρω διερεύνηση με σκοπό τη μείωση του κινδύνου τραυματισμού πεζών.

Σε συνέχεια των παραπάνω ερευνών οι Ropaka et al. (2020) πραγματοποίησαν μελέτη προκειμένου να εξετάσουν την συμπεριφορά των πεζών, κατά τη διέλευση τους από σηματοδοτούμενες διασταυρώσεις, κάνοντας χρήση του κινητού τηλεφώνου. Για την σύγκριση της συμπεριφοράς των πεζών που παρουσίασαν απόσπαση προσοχής και μη, συλλέχθηκαν δεδομένα από 2.280 πεζούς μέσω βιντεοσκόπησης, από 3 σηματοδοτούμενες διασταυρώσεις στο κέντρο της Αθήνας.

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης των δεδομένων, έδειξαν ότι σχεδόν **1 στους 5 πεζούς (16,6%) πραγματοποίησε χρήση του κινητού τηλεφώνου**, με αποτέλεσμα την απόσπαση της προσοχής του, κατά τη διάσχιση της οδού. Η απόσπαση προσοχής περιλάμβανε την αποστολή γραπτών μηνυμάτων ή περιήγηση στο διαδίκτυο, ακρόαση μουσικής και δια χειρός χρήση του τηλεφώνου. Ακόμη, παρατηρήθηκε ότι η χρήση κινητού τηλεφώνου είχε **αρνητικό αντίκτυπο στην συμπεριφορά και ασφάλεια των πεζών**. Ειδικότερα, σε πυκνή κυκλοφορία πεζών, αυτοί που έκαναν χρήση τηλεφώνου

παρουσίασαν μεγαλύτερους χρόνους διέλευσης της οδού καθώς και μικρότερη ταχύτητα βάδισης από τους υπολοίπους. Επίσης, παρατηρήθηκε ότι η πιθανότητα οδικού ατυχήματος, για τα άτομα που εμφανίζουν απόσπαση προσοχής, μεγαλώνει με την αύξηση του πλήθους των πεζών στη διάβαση, καθώς η παρακολούθηση της υπόλοιπης κυκλοφορίας καθίσταται πιο δύσκολη.

Τέλος, τονίζεται η σημασία της περαιτέρω διερεύνησης του φαινομένου αυτού και της εφαρμογής κατάλληλων μέτρων και στρατηγικών, καθώς η χρήση τηλεφώνου κατά την βάδιση σχετίζεται με υψηλή πιθανότητα κινδύνου οδικού ατυχήματος.

2.4 Επιπλέον έρευνες σχετικά με τη συμπεριφορά των πεζών

Το (2013) οι Papadimitriou et al. διερεύνησαν τα **πρότυπα αντιλήψεων, στάσεων και συμπεριφορών των πεζών στην Ευρώπη**. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν από το Πανευρωπαϊκό ερωτηματολόγιο SARTRE 4 (Social Attitudes to Road Traffic Risk in Europe) που πραγματοποιήθηκε στα τέλη του 2010 και αρχές του 2011. Το ερωτηματολόγιο βασίστηκε σε προσωπικές συνεντεύξεις, σε 19 χώρες της Ευρώπης, με τη συμμετοχή 4290 πεζών.

Οι διάφορες συνιστώσες στάσης και συμπεριφοράς των πεζών καθορίστηκαν μέσω της Ανάλυσης Κυρίων Συνιστωσών (Principal Component Analysis - PCA) σε 33 μεταβλητές που περιλαμβάνονται στην έρευνα. Επίσης, ομάδες πεζών με παρόμοιες απόψεις και συμπεριφορές ταυτοποιήθηκαν μέσω της Ανάλυσης Συστάδων Δύο Βημάτων (Two Step Cluster Analysis). Από τα αποτελέσματα προέκυψαν **8 συνιστώσες**, οι 6 από τις οποίες σχετίζονται με την στάση των πεζών και οι 2 με την συμπεριφορά τους. Ακολουθώντας, κάθε μία από τις 8 συνιστώσες αναλύθηκε περαιτέρω για διαφορετικές χώρες και ομάδες ηλικίας και φύλου. Επιπλέον, από την ανάλυση συστάδων προέκυψαν **3 τύποι πεζών**. Ο πρώτος τύπος αφορά πεζούς με "θετική συμπεριφορά και στάση". Ο δεύτερος τύπος αφορά τους πεζούς με "αρνητική συμπεριφορά και στάση", μια ομάδα στην οποία η παρουσία ανδρών και νεαρών ηλικιακά πεζών είναι ιδιαίτερα μεγάλη. Ο τρίτος και τελευταίος τύπος αφορά τους "ουδέτερους" πεζούς με "θετικές συμπεριφορές και μικτές στάσεις", μια ομάδα που παρουσιάζει τη μεγαλύτερη διασπορά μεταξύ των χωρών και της οποίας η αναλογία καθορίζει τον κυρίαρχο τύπο πεζών σε κάθε χώρα. Ωστόσο, παρατηρήθηκε πως οι διαφορετικοί τύποι πεζών σε κάθε χώρα δεν φαίνεται να σχετίζονται με τα ποσοστά θνητότητάς τους.

Σε πρόσφατη μελέτη οι McIlroy et al. (2020) ερεύνησαν τη **σχέση μεταξύ της συμπεριφοράς των πεζών και τις στάσεις - απόψεις τους περί οδικής ασφάλειας** σε 6 χώρες (Μπαγκλαντές, Κίνα, Κένυα, Ταϊλάνδη, Βιετνάμ και Ηνωμένο Βασίλειο). Ειδικότερα, εστίασαν στην σχέση μεταξύ της συμπεριφοράς των ατόμων απέναντι σε επικίνδυνες οδικές συμπεριφορές ή παραβάσεις (όλων των χρηστών της οδού και όχι αποκλειστικά των πεζών) και στην έκταση την οποία ανέφεραν ότι πραγματοποίησαν τρεις τύπους επικίνδυνης συμπεριφοράς πεζών (σκοπίμη παραβίαση του Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας, λανθασμένη κρίση ή/και μνήμη, επιθετικές συμπεριφορές).

Η ανάλυση των δεδομένων, από τις απαντήσεις 3423 ατόμων, έδειξε **σημαντική συσχέτιση** μεταξύ της στάσης - άποψης ενός ατόμου και της συμπεριφοράς του ως πεζός, για τους 3 τύπους συμπεριφοράς, και στις 6 χώρες. Για την στατιστική ανάλυση στα δεδομένα είχε πραγματοποιηθεί κατηγοριοποίηση της ηλικίας, του φύλου και της έκθεσης στο οδικό περιβάλλον. Ωστόσο, μεταξύ των χωρών παρατηρήθηκαν διαφορές ως προς την ισχύ της παραπάνω σχέσης, με την ασθενέστερη σχέση μεταξύ στάσης και συμπεριφοράς να εμφανίζεται στην Κένυα και την αντίστοιχα ισχυρότερη να εμφανίζεται στην Κίνα. Τέλος, επισημαίνεται η ανάγκη κατανόησης της αλληλεπίδρασης μεταξύ του τρίπτυχου άνθρωπος - συμπεριφορά - περιβάλλον της εκάστοτε χώρας στην οποία πρόκειται να υλοποιηθεί παρέμβαση οδικής ασφάλειας.

Στην παρούσα μελέτη οι Yannis et al. (2020) διερεύνησαν την στάση και συμπεριφορά των ευάλωτων χρηστών της οδού (πεζοί, ποδηλάτες, μοτοσυκλετιστές) σε **32 χώρες** (Ευρώπη, Αμερική, Αφρική, Ασία-Ωκεανία). Για την διεξαγωγή της συγκεκριμένης μελέτης χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από την δεύτερη έκδοση της παγκόσμιας έρευνας ESRA (E-Survey on Road Users' Attitudes) που πραγματοποιήθηκε το 2018. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η **διέλευση της οδού από σημεία που βρίσκονται μακριά από τις διαβάσεις, η ανάγνωση γραπτού μηνύματος** στο κινητό τηλέφωνο ή η περιήγηση στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης κατά τη διάρκεια της βόλτας ήταν οι πιο διαδεδομένες επικίνδυνες οδικές συμπεριφορές στις 32 χώρες. Τέλος, προτείνονται οδικές βελτιώσεις για την πρόληψη ατυχημάτων και για την αύξηση της ασφάλειας των ευάλωτων χρηστών της οδού.

2.5 Σύνοψη

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάστηκαν μελέτες, οι οποίες καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα αναλύσεων και ερευνούν την επίδραση διαφόρων παραμέτρων στην οδική ασφάλεια των πεζών. Από τη **σύνθεση των βασικών τους αποτελεσμάτων**, προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Το φύλο είναι ένας παράγοντας ο οποίος επηρεάζει σημαντικά την οδική συμπεριφορά, με τους άνδρες να εμφανίζουν υψηλότερα ποσοστά παραβατικών συμπεριφορών σε σύγκριση με τις γυναίκες.
- Η τάση για παραβίαση του σηματοδότη αυξάνεται όταν ο αριθμός πεζών στη διάβαση είναι μικρός.
- Η ηλικία αποτελεί πολύ σημαντικό παράγοντα επιρροής της οδικής συμπεριφοράς, με τις νεαρές ηλικίες να εμφανίζουν τις πιο επικίνδυνες οδικές συμπεριφορές και τους ηλικιωμένους να εμφανίζουν αντίστοιχα τις πιο προσεκτικές.
- Η απόσπαση προσοχής, εξαιτίας κοινωνικών και τεχνολογικών παραγόντων αυξάνει, συνήθως, τους χρόνους διάβασης της οδού και τον κίνδυνο οδικών ατυχημάτων.
- Η ανταλλαγή μηνυμάτων κατά τη διάρκεια που διασχίζει ένας πεζός την οδό ενέχει τον μεγαλύτερο κίνδυνο οδικού ατυχήματος
- Οι στάσεις και οι απόψεις των ανθρώπων αναφορικά με την οδική ασφάλεια σχετίζονται σημαντικά με την οδική τους συμπεριφορά ως πεζοί.

- Η χρονική στιγμή άφιξης στην διάβαση, η χρονική διάρκεια του ερυθρού σηματοδότη, οι διαστάσεις των διαβάσεων και ο μεγάλος αριθμός των παραλίγο οδικών ατυχημάτων αποτελούν κρίσιμους παράγοντες στις οδικές παραβάσεις των πεζών.
- Η παραβίαση του ερυθρού σηματοδότη επηρεάζεται σημαντικά από την οδική κατάσταση που συναντάει ο πεζός καθώς και από την ασφάλεια που παρέχει η οδός στον πεζό.
- Η απόσπαση προσοχής αυξάνει τον αριθμό ατόμων στις διαβάσεις με αποτέλεσμα να αυξάνεται ο κίνδυνος ατυχήματος, καθώς η παρακολούθηση της υπόλοιπης κυκλοφορίας καθίσταται πιο δύσκολη.

3 Θεωρητικό Υπόβαθρο

3.1 Εισαγωγή

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο στο οποίο στηρίχθηκε η παρούσα Διπλωματική Εργασία. Ειδικότερα, γίνεται αναφορά στις δύο μεθόδους ανάλυσης που αναπτύχθηκαν για την ανάλυση των δεδομένων, δηλαδή στη **Διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση** (binary logistic regression) και στα **μοντέλα δομικών εξισώσεων** (Structural Equation Modeling-SEM). Στη συνέχεια, αναλύονται τα θεωρητικά στοιχεία που αφορούν στις δύο μεθόδους καθώς και οι **στατιστικοί έλεγχοι** και τα κριτήρια αποδοχής ή απέρριψης ενός μοντέλου. Τέλος, παρατίθενται οι κύριες λειτουργίες του ειδικού λογισμικού επεξεργασίας το οποίο χρησιμοποιήθηκε.

3.2 Μαθηματικά Πρότυπα

3.2.1 Λογιστική Παλινδρόμηση

Ο κλάδος της στατιστικής ο οποίος εξετάζει τη σχέση μεταξύ δύο ή περισσότερων μεταβλητών, ώστε να καθίσταται δυνατή η πρόβλεψη της μίας από τις υπόλοιπες, ονομάζεται **ανάλυση παλινδρόμησης** (regression analysis). Ο όρος **εξαρτημένη** μεταβλητή αφορά εκείνη της οποίας η τιμή πρόκειται να προβλεφθεί, ενώ ο όρος **ανεξάρτητη** αποδίδεται στη μεταβλητή η οποία χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη της εξαρτημένης μεταβλητής. Η ανεξάρτητη μεταβλητή δεν θεωρείται τυχαία, αλλά παίρνει καθορισμένες τιμές. Η εξαρτημένη μεταβλητή θεωρείται τυχαία και «καθοδηγείται» από την ανεξάρτητη μεταβλητή. Προκειμένου να προσδιοριστεί αν μια ανεξάρτητη μεταβλητή ή συνδυασμός ανεξάρτητων μεταβλητών προκάλεσε τη μεταβολή της εξαρτημένης μεταβλητής, κρίνεται απαραίτητη η ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων.

Η ανάπτυξη ενός μαθηματικού μοντέλου αποτελεί μία στατιστική διαδικασία που συμβάλλει στην ανάπτυξη εξισώσεων για την περιγραφή της σχέσης μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών και της εξαρτημένης. Σημειώνεται πως η επιλογή της μεθόδου ανάπτυξης ενός μοντέλου βασίζεται στο αν η εξαρτημένη μεταβλητή είναι συνεχής ή διακριτή. Στην περίπτωση που η εξαρτημένη μεταβλητή είναι **συνεχές** μέγεθος και ακολουθεί κανονική κατανομή, τότε χρησιμοποιείται η μέθοδος της **γραμμικής παλινδρόμησης**, ενώ αν η εξαρτημένη μεταβλητή είναι **διακριτό** μέγεθος χρησιμοποιείται η μέθοδος της **λογιστικής παλινδρόμησης**.

Η λογιστική παλινδρόμηση χρησιμοποιείται για τη δημιουργία μοντέλων πρόβλεψης, ενώ καθίσταται δυνατή η έκβαση μιας κατηγορικής μεταβλητής με δύο ή περισσότερες κατηγορίες με τη χρήση ενός συνόλου συνεχών και διακριτών μεταβλητών. Επιπλέον, η εξαρτημένη μεταβλητή εκφράζει την **πιθανότητα η έκβαση του αποτελέσματος να ισούται με 1**. Χρησιμοποιείται,

λοιπόν, ο νεπερίος λογάριθμος για την πιθανότητα ή το λόγο πιθανοφάνειας (likelihood ratio), η εξαρτημένη μεταβλητή να ισούται με 1, σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο:

$$Y = \text{Logit}(P) = \text{Ln}\left[\frac{P_i}{(1 - P_i)}\right] = B_0 + B_i X_i$$

Όπου:

- P_i η πιθανότητα η i -οστή περίπτωση να έχει έκβαση του αποτελέσματος ίση με τη μονάδα (π.χ. P_5 η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα στην 5η περίπτωση)
- B_0 , η σταθερά του μοντέλου
- B_i , παραμετρικές εκτιμήτριες για τις ανεξάρτητες μεταβλητές X_i ($i = 1, 2, \dots, n$, όπου n το σύνολο των ανεξάρτητων μεταβλητών)

Η **πιθανότητα** κυμαίνεται από 0 έως 1, ενώ ο νεπερίος λογάριθμος $\text{Ln}[P_i/(1-P_i)]$ κυμαίνεται από μείον άπειρο έως συν άπειρο. Τα μοντέλα λογιστικής ανάλυσης παλινδρόμησης υπολογίζουν την καμπυλόγραμμη σχέση ανάμεσα στην κατηγορική επιλογή Y και στις μεταβλητές X_i οι οποίες μπορεί να είναι συνεχείς ή διακριτές. Η καμπύλη της λογιστικής παλινδρόμησης είναι προσεγγιστικά γραμμική στις μεσαίες τιμές και λογαριθμική στις ακραίες. Με απλό μετασχηματισμό της παραπάνω σχέσης προκύπτει η εξής νέα σχέση:

$$\frac{P_i}{(1 - P_i)} = e^{(B_0 + B_i X_i)} = e^{B_0} e^{B_i X_i}$$

Η θεμελιώδης εξίσωση για τη λογιστική παλινδρόμηση δείχνει ότι όταν η τιμή μίας ανεξάρτητης μεταβλητής αυξάνεται κατά μία μονάδα και οι υπόλοιπες μεταβλητές παραμένουν σταθερές, τότε ο νέος λόγος πιθανοφάνειας $[P_i/(1-P_i)]$ δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$\left[\frac{P_i}{(1 - P_i)}\right]' = e^{B_0} e^{B_i(X_i+1)} = e^{B_0} e^{B_i X_i} e^{B_i}$$

Παρατηρείται, λοιπόν, ότι όταν η ανεξάρτητη μεταβλητή X_i αυξηθεί κατά μία μονάδα και οι υπόλοιπες μεταβλητές παραμένουν σταθερές, τότε η πιθανότητα $[P_i/(1-P_i)]$ αυξάνεται κατά ένα **συντελεστή** e^{B_i} (Adjusted Odds Ratio). Όταν οι πιθανές κατηγορίες της εξαρτημένης μεταβλητής είναι δύο (όπως στη συγκεκριμένη περίπτωση), η ανάλυση ονομάζεται **Διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση** (binary logistic regression) ενώ σε περίπτωση πλήθους κατηγοριών περισσότερων των δύο, χρησιμοποιείται η πολυωνυμική λογιστική παλινδρόμηση (multinomial logistic regression).

3.2.2 Μοντέλα Δομικών Εξισώσεων (SEM)

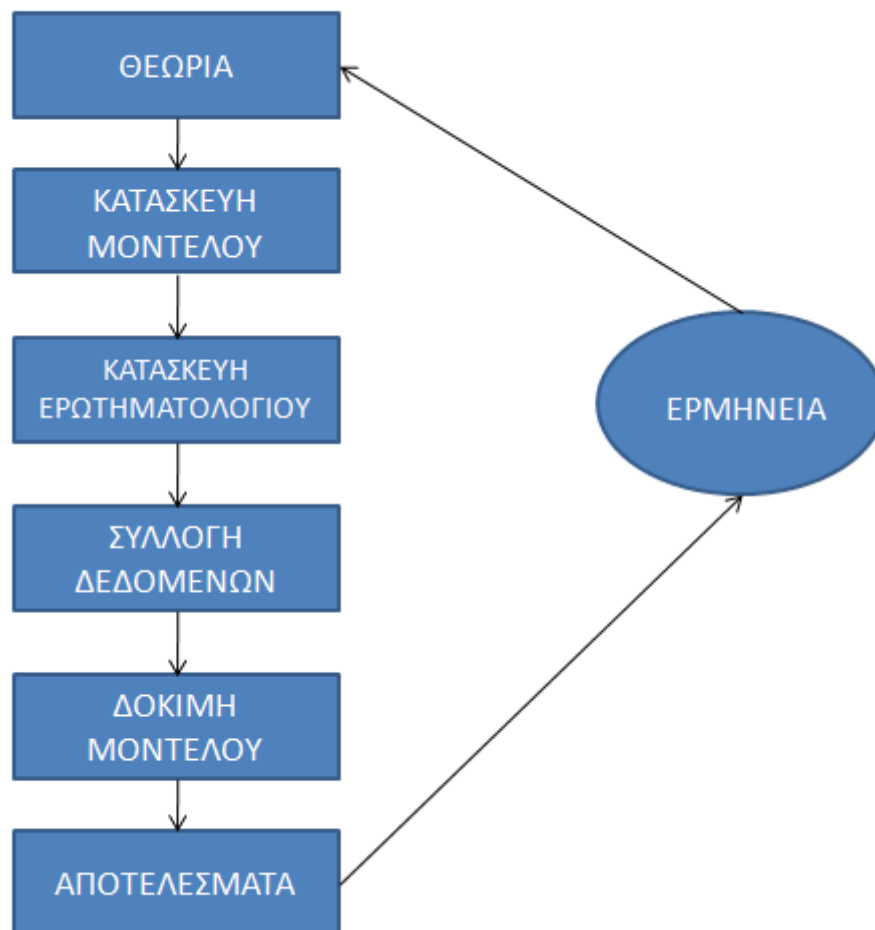
Τα **Μοντέλα Δομικών Εξισώσεων** (Structural Equation Models-SEM) είναι μια στατιστική μεθοδολογία που χρησιμοποιεί την επικυρωτική/επιβεβαιωτική προσέγγιση στην ανάλυσή της (π.χ. υπόθεση, έλεγχος). Επί της ουσίας, αποτελεί μια επέκταση του Γενικού Γραμμικού Μοντέλου (GLM) που επιτρέπει

στον ερευνητή να ελέγξει ένα **σύνολο εξισώσεων παλινδρόμησης ταυτόχρονα**. Επιπλέον, συνδυάζουν τις βασικές αρχές της ανάλυσης διαδρομών και της παραγοντικής ανάλυσης. Ο όρος μοντέλα δομικών εξισώσεων φέρει δύο σημαντικές πλευρές της διαδικασίας που ακολουθεί:

- a) ότι όλες οι διαδικασίες παριστάνονται με μια σειρά από δομικές εξισώσεις (π.χ. παλινδρόμηση) και
- b) ότι αυτές οι δομικές σχέσεις μπορούν να μοντελοποιηθούν με τη βοήθεια εικόνων ώστε να γίνει μια καλύτερη μελέτη.

Το υποθετικό μοντέλο που δημιουργείται, μπορεί τότε να ελεγχθεί στατιστικά λαμβάνοντας υπόψιν όλες τις μεταβλητές του ώστε να καθοριστεί σε ποιο βαθμό υπάρχει ταύτιση με τα δεδομένα. Αν η σύγκλιση είναι ικανοποιητική, υπάρχει αληθοφάνεια στις σχέσεις μεταξύ των μεταβλητών του μοντέλου. Σε αντίθετη περίπτωση, η ορθότητα αυτών των σχέσεων απορρίπτεται.

Η **κύρια προσέγγιση** για να πραγματοποιηθεί μια ανάλυση SEM απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα:



Ο ερευνητής καθορίζει πρώτα το μοντέλο βασιζόμενος στην θεωρία. Έπειτα, προσδιορίζει το πως θα το μετρήσει, συλλέγει τα δεδομένα και ακολούθως εισάγει τα δεδομένα σε ένα λογισμικό πακέτο SEM. Το λογισμικό ταιριάζει τα

δεδομένα αυτά με το μοντέλο και παράγει κάποια αποτελέσματα που περιλαμβάνουν στην συνολική σύγκλιση του μοντέλου και τις εκτιμήσεις των παραμέτρων του. Στην ανάλυση εισάγεται συνήθως ένας πίνακας συνδιακύμανσης των εκτιμώμενων μεταβλητών. Στην πράξη, οι αναλυτές τροφοδοτούν τα προγράμματα SEM με μη επεξεργασμένα δεδομένα και το πρόγραμμα τα μετατρέπει σε πίνακες συνδιακύμανσης και αριθμητικούς μέσους για δική του χρήση.

Δηλαδή, τα μοντέλα SEM επιτρέπουν:

- Την **απεικόνιση θεωρητικών σχημάτων - υποθέσεων**.
- Την **εκτίμηση των στατιστικών παραμέτρων** τους (π.χ. φορτία, διακυμάνσεις και συνδιακυμάνσεις παραγόντων, διακυμάνσεις σφαλμάτων υπολοίπων και σφαλμάτων μέτρησης).
- Τον **έλεγχο της προσαρμογής** τους στα εμπειρικά δεδομένα.

Επίσης, ως προέκταση του GLM (ανάλυση παλινδρόμησης, ανάλυση συνδιακύμανσης, ανάλυση παραγόντων), με επιπλέον χαρακτηριστικά:

- Περιλαμβάνουν **άμεσα μετρήσιμες-παρατηρήσιμες** (observed) ή/και **λανθάνουσες** -μη παρατηρήσιμες (latent) μεταβλητές.
- Εξετάζουν τις σχέσεις μεταξύ μίας ή **πολλαπλών εξαρτημένων** και ανεξάρτητων μεταβλητών, συγχρόνως.
- Δίνουν τη δυνατότητα υπολογισμού και διόρθωσης του **σφάλματος μέτρησης**.
- Παρέχουν **δείκτες προσαρμογής** του θεωρητικού μοντέλου στα εμπειρικά δεδομένα.

Χρησιμοποιώντας μήτρα συμβολισμών, τα μοντέλα SEM μπορούν να εκφραστούν με ορισμένες θεμελιώδεις εξισώσεις με βάση τους Jöreskog & Sörbom (1988).

Αυτές είναι:

- Το μοντέλο δομικών εξισώσεων:
$$\eta = \mathbf{B}\eta + \Gamma\xi + \zeta$$
- Το μοντέλο μέτρησης του y :
$$\mathbf{y} = \mathbf{A}\eta + \epsilon$$
- Το μοντέλο μέτρησης του x :
$$\mathbf{x} = \mathbf{A}_x\xi + \delta$$

Όπου:

- \mathbf{y} : είναι ένα διάνυσμα που εκφράζει τις εξαρτημένες μεταβλητές
- \mathbf{x} : είναι ένα διάνυσμα που εκφράζει τις ανεξάρτητες μεταβλητές
- η : είναι ένα διάνυσμα που εκφράζει τις άδηλες εξαρτημένες (μη παρατηρούμενες) μεταβλητές
- ξ : είναι ένα διάνυσμα που εκφράζει τις άδηλες ανεξάρτητες (εξωγενείς) μεταβλητές
- ϵ : είναι ένα διάνυσμα που εκφράζει το σφάλμα παλινδρόμησης στο \mathbf{y}

- δ : είναι ένα διάνυσμα που εκφράζει το σφάλμα παλινδρόμησης στο \mathbf{x}
- ζ : είναι ένα διάνυσμα που εκφράζει το σφάλμα παλινδρόμησης στο η
- $\Lambda_{\mathbf{y}}$: είναι ένα διάνυσμα που εκφράζει τους συντελεστές παλινδρόμησης για τις εξαρτημένες μεταβλητές \mathbf{y} στο η
- $\Lambda_{\mathbf{x}}$: είναι ένα διάνυσμα που εκφράζει τους συντελεστές παλινδρόμησης για τις ανεξάρτητες μεταβλητές \mathbf{x} στο ξ
- Γ : είναι ένας Πίνακας που εκφράζει τους συντελεστές παλινδρόμησης του ξ στο μοντέλο SEM
- \mathbf{B} : είναι ένας Πίνακας που εκφράζει τους συντελεστές παλινδρόμησης του η στο μοντέλο SEM

Χρησιμοποιώντας αυτά τα σύμβολα και τις μαθηματικές εξισώσεις του μοντέλου μέτρησης μπορεί να γίνει σύγκριση των δύο μεθόδων της ανάλυσης παραγόντων, δηλαδή της επαληθευτικής (Confirmatory Factor Analysis - CFA) και της διερευνητικής (Exploratory Factor Analysis - EFA). Έτσι, χρησιμοποιώντας ένα απλό μοντέλο, όπως φαίνεται παρακάτω, παρατηρούμε διαφορές στον πίνακα $\Lambda_{\mathbf{x}}$.

Για την **CFA** σε μοντέλο δύο άδηλων μεταβλητών έχουμε:

$$\mathbf{x} = \Lambda_{\mathbf{x}}\xi + \delta$$

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \\ x_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{11} & 0 \\ \lambda_{21} & 0 \\ \lambda_{31} & 0 \\ 0 & \lambda_{42} \\ 0 & \lambda_{52} \\ 0 & \lambda_{62} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \xi_1 \\ \xi_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \delta_3 \\ \delta_4 \\ \delta_5 \\ \delta_6 \end{bmatrix}$$

Για την **EFA** σε μοντέλο δύο άδηλων μεταβλητών έχουμε:

$$\mathbf{x} = \Lambda_{\mathbf{x}}\xi + \delta$$

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \\ x_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{11} & \lambda_{12} \\ \lambda_{21} & \lambda_{22} \\ \lambda_{31} & \lambda_{32} \\ \lambda_{41} & \lambda_{42} \\ \lambda_{51} & \lambda_{52} \\ \lambda_{61} & \lambda_{62} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \xi_1 \\ \xi_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \delta_3 \\ \delta_4 \\ \delta_5 \\ \delta_6 \end{bmatrix}$$

3.3 Κριτήρια αποδοχής μοντέλου

3.3.1 Λογιστική Παλινδρόμηση

Παρακάτω αναφέρονται τα βασικά κριτήρια ελέγχου για την αξιολόγηση και την αποδοχή των μοντέλων. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι ο έλεγχος της συσχέτισης μεταξύ των μεταβλητών, δηλαδή οι ανεξάρτητες μεταβλητές πρέπει να είναι γραμμικώς ανεξάρτητες μεταξύ τους.

- Λογική εξήγηση συντελεστών μοντέλου

Στην εξίσωση που θα προκύψει από τα μοντέλα εξετάζεται αν τα πρόσημα των συντελεστών παλινδρόμησης (β_i) έχουν λογική ερμηνεία. Γίνεται, δηλαδή, έλεγχος βάσει του πρόσημου των για το αν η εξαρτημένη μεταβλητή αναμένεται να αυξηθεί ή να μειωθεί αν το πρόσημο των συντελεστών είναι θετικό ή αρνητικό αντίστοιχα. Σε περίπτωση που τα πρόσημα αυτά δεν έχουν λογική ερμηνεία, η αντίστοιχη μεταβλητή θα απορριφθεί.

- Στατιστική σημαντικότητα

Για την επιλογή ενός μοντέλου προσδιορίζεται το επίπεδο εμπιστοσύνης, το οποίο πρέπει να έχει υψηλή τιμή.

Για τα λογιστικά μοντέλα γίνεται ο έλεγχος Wald test (z-test), με τον εξής τύπο:

$$z_i = \beta_i / s\beta_i$$

όπου:

β_i : οι συντελεστές παλινδρόμησης των ανεξάρτητων μεταβλητών x_i ,

$s\beta_i$: το τυπικό σφάλμα των συντελεστών παλινδρόμησης β_i .

Ενδεικτικές τιμές του συντελεστή z είναι για 95% επίπεδο εμπιστοσύνης 1,7 και για 90% επίπεδο εμπιστοσύνης 1,3.

- Κριτήριο Πληροφοριών Akaike (Akaike Information Criterion - AIC)

Ο δείκτης **AIC** είναι ένας **εκτιμητής του σφάλματος πρόβλεψης** και συνεπώς της σχετικής ποιότητας των στατιστικών μοντέλων για ένα συγκεκριμένο σύνολο δεδομένων. Δεδομένης μιας συλλογής μοντέλων για τα δεδομένα, ο δείκτης AIC εκτιμά την ποιότητα κάθε μοντέλου, σε σχέση με καθένα από τα άλλα μοντέλα. Έτσι, ο AIC παρέχει ένα κριτήριο για την επιλογή του κατάλληλου μοντέλου.

Το κριτήριο AIC βασίζεται στη θεωρία της πληροφορίας (information theory). Όταν χρησιμοποιείται ένα στατιστικό μοντέλο για την αναπαράσταση της διαδικασίας που δημιούργησε τα δεδομένα, η αναπαράσταση δεν θα είναι σχεδόν ποτέ ακριβής. Έτσι, ορισμένες πληροφορίες θα χαθούν, χρησιμοποιώντας το μοντέλο για την αναπαράσταση της διαδικασίας. Το AIC

υπολογίζει τη σχετική ποσότητα πληροφοριών που χάνεται από ένα δεδομένο μοντέλο: όσο λιγότερες πληροφορίες χάνει ένα μοντέλο, τόσο υψηλότερη είναι η ποιότητα αυτού του μοντέλου.

Κατά την εκτίμηση του όγκου των πληροφοριών που χάνονται από ένα μοντέλο, ο δείκτης AIC ασχολείται με την αντιστάθμιση μεταξύ της καλής προσαρμογής και της απλότητας του μοντέλου. Με άλλα λόγια, ο AIC αντιμετωπίζει τόσο τον κίνδυνο υπερπροσαρμογής όσο και τον κίνδυνο υποσυναρμολόγησης.

Το κριτήριο AIC πήρε το όνομά του από τον Ιάπωνα στατιστικολόγο Hirotugu Akaike, ο οποίος το διατύπωσε. Αποτελεί, πλέον, τη βάση ενός παραδείγματος για τα θεμέλια της στατιστικής και χρησιμοποιείται ευρέως για στατιστικά συμπεράσματα.

Το κριτήριο AIC υπολογίζεται από τον τύπο:

$$AIC = 2k - 2 \ln(\hat{L})$$

Όπου:

- k ο αριθμός των εκτιμώμενων παραμέτρων στο μοντέλο
- \hat{L} η μέγιστη τιμή της συνάρτησης πιθανότητας για το μοντέλο

Το κριτήριο AIC κυμαίνεται από 0,0 έως $+\infty$ ($0,0 \leq AIC \leq +\infty$).

Δεδομένου ενός συνόλου υποψήφιων μοντέλων για τα δεδομένα, το προτιμώμενο μοντέλο είναι αυτό με την ελάχιστη τιμή AIC.

▪ Hosmer-Lemeshow test

Για την αξιολόγηση των μοντέλων **λογιστικής παλινδρόμησης** εφαρμόζεται και ο **στατιστικός έλεγχος Hosmer-Lemeshow test** (Hosmer et al., 2013) 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 επίπεδο εμπιστοσύνης 95% η τιμή ορίζεται στο 0,05.

3.3.2 Μοντέλα Δομικών Εξισώσεων (SEM)

Τα **κριτήρια αποδοχής** του μοντέλου SEM αφορούν κάποιους **δείκτες σύγκλισης** που μελετώντας τους μπορούν να βγουν συμπεράσματα για την σύγκλιση του μοντέλου με τα δεδομένα. Οι δείκτες σύγκλισης βασίζονται σε εμπειρικούς κανόνες (rules of thumb) που οριοθετούν τις **ελάχιστες τιμές** σύγκλισης των μοντέλων SEM. Τα λογισμικά που χρησιμοποιούν τα μοντέλα SEM προσφέρουν πάρα πολλούς δείκτες σύγκλισης ή προσαρμογής, όμως το εναλλακτικό μοντέλο αρκεί να έχει αποδεκτές τιμές σε κάποιους συγκεκριμένους δείκτες, οι οποίοι είναι και οι πιο σημαντικοί. Σε αυτούς τους βασικούς δείκτες θα βασιστεί η παρούσα έρευνα ώστε να εξαχθούν οποιαδήποτε συμπεράσματα σχετικά με την προσαρμογή των εναλλακτικών

μοντέλων με τα δεδομένα. Παρακάτω, δίνεται μια ερμηνεία των βασικών δεικτών σύγκλισης-προσαρμογής και των χ^2 , R^2 (Ζερβαλάκη, 2007).

- Chi-Square (Έλεγχος χ^2)

Αποτελεί το πρώτο στατιστικό μέγεθος που παρουσιάζεται στα αποτελέσματα και αφορά στο στατιστικό τεστ πιθανότητας χ^2 , το οποίο χρησιμοποιείται για να ελέγξει το βαθμό στον οποίο προσαρμόζεται ο πίνακας συνδιακύμανσης ενός μη προσαρμοσμένου δείγματος, στον αντίστοιχο πίνακα ενός προσαρμοσμένου.

Το χ^2 δίνεται από τη σχέση:

$$\chi^2=2(N-1)F$$

Όπου:

- N το μέγεθος του δείγματος
- F η συνάρτηση με την μικρότερη προσαρμογή

Όσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα που σχετίζεται με το χ^2 , τόσο καλύτερα προσαρμόζεται το μοντέλο στα δεδομένα.

Ωστόσο, η ευαισθησία του χ^2 στο μέγεθος του δείγματος και το γεγονός ότι βασίζεται στην κανονική κατανομή (το μοντέλο προσαρμόζεται τέλεια στον πληθυσμό), έχουν οδηγήσει στο παρελθόν σε προβλήματα προσαρμογής των μοντέλων, σε βαθμό όμως που σήμερα θεωρείται αποδεκτός. Συνεπώς, στις περιπτώσεις που το υποθετικό μοντέλο εμφανίζει καλή προσαρμογή και ταυτόχρονα η τιμή χ^2 πλησιάζει τους βαθμούς ελευθερίας του μοντέλου, η καλή προσαρμογή μπορεί να μην υφίσταται πραγματικά. Επίσης, συχνά εμφανίζεται η περίπτωση το χ^2 να είναι πολύ μεγάλο σε σχέση με τους βαθμούς ελευθερίας του μοντέλου. Στην περίπτωση αυτή το μοντέλο έχει ανάγκη να τροποποιηθεί με σκοπό να προσαρμόζεται καλύτερα στα δεδομένα.

Εξαιτίας των περιορισμών που έχει ο έλεγχος χ^2 , ορισμένοι ερευνητές ανέπτυξαν άλλους δείκτες καλής προσαρμογής, οι οποίοι έχουν ως αποτέλεσμα πιο ρεαλιστικές προσεγγίσεις, όπως ο δείκτης *Root mean square error of approximation* (ρίζα του μέσου τετραγωνικού σφάλματος) (Byrne, 1999).

- Root mean square error of approximation (ρίζα του μέσου τετραγωνικού σφάλματος) – RMSEA

Ο δείκτης RMSEA υπολογίζεται από τον τύπο:

$$RMSEA = \sqrt{\frac{F}{df}}$$

Όπου:

- F αντιπροσωπεύει την ελαχιστοποιημένη συνάρτηση προσαρμογής
- df είναι οι αντίστοιχοι βαθμοί ελευθερίας του μοντέλου

Ο δείκτης αυτός απαντάει στο ερώτημα πόσο καλά θα προσαρμοζόταν το μοντέλο σε σχέση με ένα πρότυπο μοντέλο με άγνωστες, αλλά ευνοϊκές τιμές.

Επιπροσθέτως, ο δείκτης RMSEA εμφανίζει ευαισθησία στο πλήθος των προς εκτίμηση παραμέτρων του μοντέλου.

Τιμές του δείκτη μικρότερες από 0,05 (**RMSEA \leq 0,05**) δηλώνουν **καλή προσαρμογή**, τιμές έως 0,08 (**RMSEA \leq 0,08**) θεωρούνται **αποδεκτές στα πλαίσια των λογικών σφαλμάτων** μέτρησης, ενώ τιμές άνω του 0,10 (**RMSEA $>$ 0,10**) δηλώνουν **πτωχή προσαρμογή**.

Ακόμη, τα μοντέλα δομικών εξισώσεων, υπολογίζουν το **διάστημα εμπιστοσύνης** του δείκτη RMSEA (90% Confidence Interval for RMSEA). Όσο **μικρότερο** είναι το διάστημα αυτό, τόσο **μεγαλύτερη ακρίβεια** υπάρχει στον υπολογισμένο δείκτη. Τέλος, υπολογίζεται η πιθανότητα η τιμή του RMSEA να είναι εντός του διαστήματος αυτού (P-Value for Test of Close Fit). Μεγάλες τιμές της πιθανότητας, σε συνδυασμό με αποδεκτές τιμές του RMSEA, δηλώνουν πως το υποθετικό μοντέλο κρίνεται αποδεκτό.

- Root Mean Square Residual - RMR (Ρίζα του μέσου τετραγωνικού υπολοίπου)

Ο δείκτης RMR υπολογίζεται ως η μέση τιμή του υπολοίπου που προέρχεται από την προσαρμογή του πίνακα διακύμανσης-συνδιακύμανσης του υποθετικού μοντέλου, με τον πίνακα διακύμανσης-συνδιακύμανσης των δεδομένων του δείγματος. Οι τιμές αυτές σχετίζονται με το μέγεθος των παρατηρούμενων διακυμάνσεων-συνδιακυμάνσεων. Για το λόγο αυτό, είναι δύσκολο να ερμηνευθούν.

Ωστόσο, ο **κανονικοποιημένος δείκτης SRMR** (Standardized RMR) αντιπροσωπεύει τη μέση τιμή όλων των "υπολοίπων" και κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 0,0-1,0 ($0,0 \leq SRMR \leq 1,0$). Τιμές μικρότερες από 0,05 (**SRMR \leq 0,05**) δηλώνουν άριστη προσαρμογή του υποθετικού μοντέλου (Byrne, 1999).

- Δείκτης Προσαρμογής Μοντέλου (Normed Fit Index - NFI) και Δείκτης Σχετικής Προσαρμογής (Comparative Fit Index - CFI)

Για σχεδόν μια δεκαετία ο **δείκτης NFI** ήταν το πιο **πρακτικό κριτήριο** επιλογής ενός μοντέλου (Bentler & Bonett, 1987). Το 1990 ο Bentler απέδειξε ότι ο δείκτης NFI τείνει να υποεκτιμά την προσαρμογή σε περιπτώσεις που τα δείγματα είναι μικρά. Για το λόγο αυτό, δημιούργησε τον **δείκτη CFI** ώστε να λαμβάνει υπόψη και το **μέγεθος** του δείγματος.

Οι τιμές των δεικτών NFI,CFI κυμαίνονται μεταξύ του 0,0-1,0 ($0,0 \leq NFI \leq 1,0$, $0,0 \leq CFI \leq 1,0$) και προκύπτουν από τη σύγκριση του υποθετικού μοντέλου με το ανεξάρτητο μοντέλο. Όσο οι τιμές των δεικτών πλησιάζουν στο 1,0, τόσο

καλύτερη προσαρμογή έχει το υποθετικό μοντέλο στα δεδομένα. Τιμές άνω του 0,9 υποδεικνύουν πολύ καλή προσαρμογή στα δεδομένα (Bentler, 1992).

Ο δείκτης **CFI** μπορεί να θεωρηθεί ως ο **πιο ισχυρός** δείκτης προσαρμογής.

- Δείκτης Tucker - Lewis (TLI)

Ο δείκτης **TLI** (Tucker - Lewis, 1973) βασίζεται στην ίδια λογική με τους NFI και CFI. Οι τιμές του TLI κυμαίνονται από 0-1,0 ($0,0 \leq TLI \leq 1,0$), με τιμές άνω του 0,90 (και ειδικότερα άνω του 0,95) να υποδηλώνουν πολύ καλή σύγκλιση - προσαρμογή (Hu & Bentler, 1999).

- Δείκτης Καλής Προσαρμογής - Goodness of Fit Index (GFI)

Ο δείκτης **GFI** υπολογίζει το βαθμό προσαρμογής του μοντέλου σε σύγκριση με το "μηδενικό" μοντέλο (δηλαδή, με το να μην υπήρχε καθόλου μοντέλο). Οι τιμές του κυμαίνονται μεταξύ 0,0-1,0 ($0,0 \leq GFI \leq 1,0$). Ο δείκτης GFI μπορεί να πάρει και αρνητικές τιμές, ωστόσο το γεγονός αυτό υποδηλώνει πως το μοντέλο που υποθέσαμε είναι χειρότερο από το "μηδενικό". Όσο ο GFI πλησιάζει την μονάδα, τόσο καλύτερα προσαρμόζεται το μοντέλο, με την απόλυτη προσαρμογή να πραγματοποιείται όταν $GFI=1,0$. Τιμές του δείκτη μεγαλύτερες από 0,90 ($GFI>0,9$) υποδεικνύουν αποδεκτό μοντέλο (Byrne, 1999).

4 Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων

4.1 Εισαγωγή

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο περιγράφεται η **διαδικασία συλλογής και επεξεργασίας** των απαραίτητων στοιχείων, με σκοπό την παρουσίαση μίας επαρκούς και ολοκληρωμένης εικόνας για την ποιότητα και αξιοπιστία των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν. Αρχικά, παρατίθεται η διαδικασία άντλησης των στοιχείων και η δημιουργία της αρχικής βάσης δεδομένων. Στη συνέχεια, κατά το στάδιο της επεξεργασίας, αναλύεται ο τρόπος εισαγωγής των δεδομένων στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης. Παρουσιάζεται, επίσης, η περιγραφική ανάλυση και παρατίθενται κάποια συγκεντρωτικά διαγράμματα, με τη βοήθεια του προγράμματος λογιστικών φύλλων Microsoft Excel. Τέλος, προκύπτουν ορισμένα χρήσιμα συμπεράσματα της περιγραφικής ανάλυσης.

4.2 Συλλογή Δεδομένων

Για την επίτευξη του σκοπού της παρούσας ανάλυσης, απαιτείται η ανάκτηση μίας βάσης δεδομένων, η οποία περιλαμβάνει συμπεριφορές, χαρακτηριστικά και απόψεις των πεζών στην Ελλάδα. Για την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων, κρίνεται αναγκαία η ορθή συλλογή και ταξινόμηση των χαρακτηριστικών αυτών. Πηγή άντλησης των ελληνικών στοιχείων αποτελεί η Παγκόσμια Έρευνα ESRA2.

4.2.1 Η έρευνα ESRA (E-Survey of Road users' safety Attitudes)

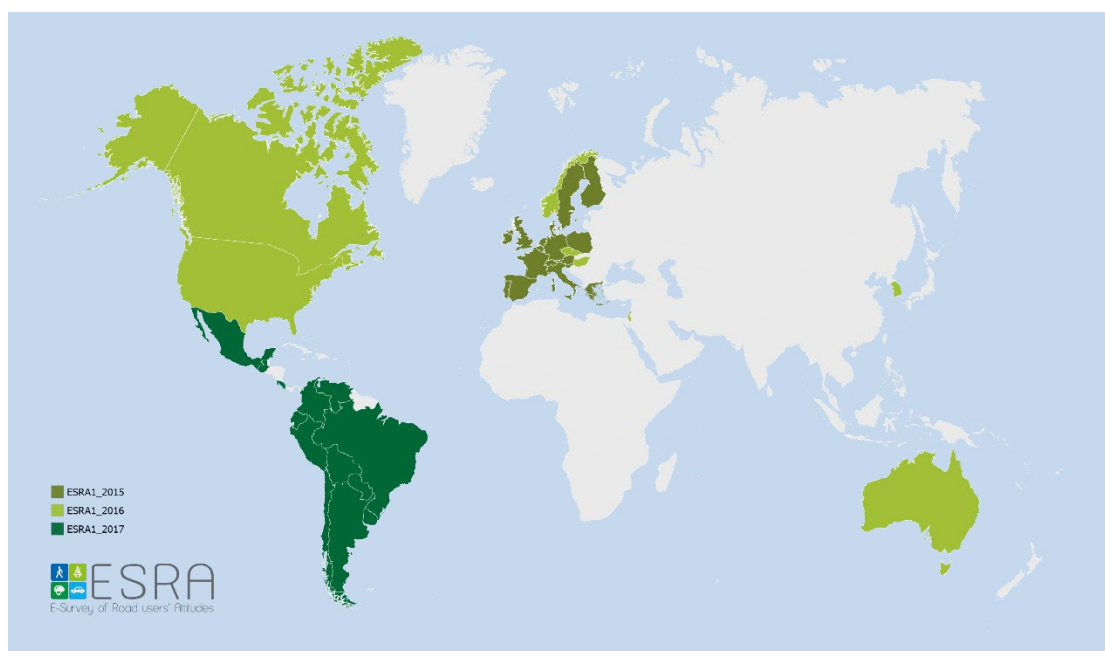
Η έρευνα **ESRA** (E-Survey of Road users' safety Attitudes) εμπνεύστηκε από την έρευνα SATRE (Social Attitudes to Road Traffic Risk in Europe) και περιλαμβάνει και μερικές ερωτήσεις της έρευνας AAFTS των Η.Π.Α. "Εγχειρίδιο Παιδείας Οδικής Ασφάλειας" (Traffic Safety Culture Index), γεγονός το οποίο επιτρέπει μερικώς συγκρίσεις μεταξύ αυτών των έργων.

Στόχος της έρευνας ESRA είναι η συλλογή και ανάλυση συγκρίσιμων δεδομένων για τις επιδόσεις οδικής ασφάλειας, και ιδίως την κουλτούρα και τη συμπεριφορά των χρηστών της οδού. Τα δεδομένα της ESRA χρησιμοποιούνται ως βάση για ένα μεγάλο σύνολο δεικτών οδικής ασφάλειας. Αυτά παρέχουν επιστημονικά στοιχεία για τη χάραξη πολιτικής τόσο σε εθνικό όσο και σε διεθνές επίπεδο.

Η **πρώτη έρευνα ESRA** διεξήχθη ηλεκτρονικά (συνέντευξη με τη βοήθεια υπολογιστή και σύνδεση ίντερνετ με πάνελ πρόσβασης) χρησιμοποιώντας αντιπροσωπευτικά δείγματα (τουλάχιστον N=1000) των εθνικών ενήλικων πληθυσμών, αρχικά σε 17 ευρωπαϊκές χώρες (Αυστρία, Βέλγιο, Δανία, Φινλανδία, Γαλλία, Γερμανία, Ελλάδα, Ιρλανδία, Ιταλία, Πολωνία, Πορτογαλία, Σλοβενία, Ισπανία, Σουηδία, Ελβετία, Ολλανδία, Ηνωμένο Βασίλειο). Η συλλογή δεδομένων πραγματοποιήθηκε ταυτόχρονα τον Ιούνιο / Ιούλιο του

2015. Συνολικά, η έρευνα ESRA συγκέντρωσε στοιχεία από περισσότερους από 17.000 χρήστες του οδικού δικτύου, συμπεριλαμβανομένων σχεδόν 11.000 τακτικών οδηγών.

Ένα δεύτερο «κύμα» συλλογής δεδομένων έλαβε χώρα το 2016 και ένα τρίτο το 2017, με τη συμμετοχή νέων χωρών και νέων εταίρων. Συνολικά, **38 χώρες σε 5 ηπείρους** συμμετείχαν στο λεγόμενο ESRA1 (2015-2017) και συλλέχθηκαν **δεδομένα από σχεδόν 40.000 χρήστες της οδού**.

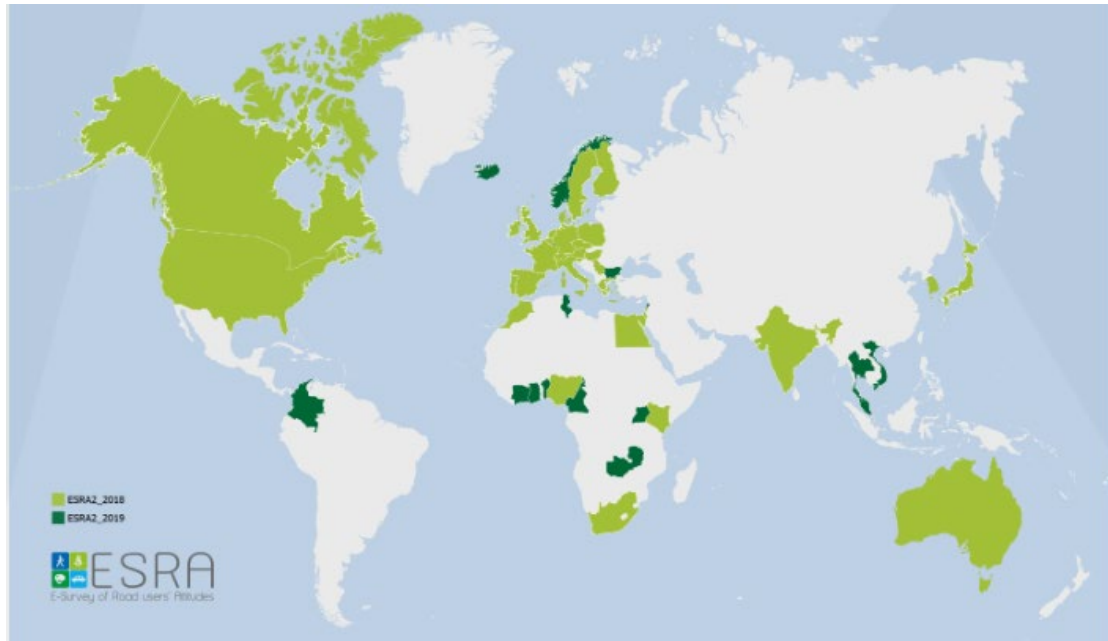


Διάγραμμα 4.1: Γεωγραφική κάλυψη έρευνας ESRA1 (2015-2017)

4.2.2 Η δεύτερη έκδοση της έρευνας - ESRA2

Σε συνέχεια της παραπάνω έρευνας, το 2018, διεξήχθη η **δεύτερη έκδοση της έρευνας (ESRA2)**. Τον συντονισμό του ESRA2 ανέλαβε το Ινστιτούτο Vias στις Βρυξέλλες (Βέλγιο), σε συνεργασία με 11 επιστημονικούς συνεργάτες (BASt (Γερμανία), BFU (Ελβετία), CTL (Ιταλία), IATSS (Ιαπωνία), IFSTTAR (Γαλλία), ITS (Πολωνία), KFV (Αυστρία), NTUA (Ελλάδα), PRP (Πορτογαλία), SWOV (Ολλανδία), TIRF (Καναδάς)).

Το 2018, 32 χώρες συμμετείχαν στην έρευνα, μεταξύ των οποίων 5 Αφρικανικές χώρες, 5 χώρες από την Ασία-Ωκεανία, 2 Αμερικανικές και 20 Ευρωπαϊκές χώρες. Ακόμη, το 2019 εντάχθηκαν στην πρωτοβουλία αυτή επιπλέον 16 χώρες (7 Αφρικανικές, 4 Ασιατικές 3 Ευρωπαϊκές και 1 χώρα της Λατινικής Αμερικής (Νότια Αμερική)), επιτρέποντας στην έκδοση αυτή να μετρήσει συνολικά την συμμετοχή **48 χωρών σε 6 Ηπείρους** (Βόρεια Αμερική, Νότια Αμερική, Αφρική, Ασία, Ευρώπη, Ωκεανία).



Διάγραμμα 4.2: Γεωγραφική κάλυψη έρευνας ESRA2 (2018-2019)

Η έρευνα απευθύνεται στους **διαφόρους τύπους χρηστών της οδού:**

- οδηγούς αυτοκινήτων,
- οδηγούς δίτροχων μηχανοκίνητων οχημάτων,
- ποδηλάτες,
- πεζούς.

Τα θέματα που καλύπτονται αφορούν:

- την χρήση διαφορετικών μέσων μεταφοράς,
- την αποδοχή της ασφαλούς και μη ασφαλούς οδικής συμπεριφοράς,
- την υποστήριξη των μέτρων πολιτικής προστασίας,
- την ατομική ασφαλή ή μη ασφαλή συμπεριφορά κατά την πυκνή κυκλοφορία,
- τις στάσεις και απόψεις σχετικά με την ασφαλή και μη ασφαλή οδική συμπεριφορά,
- την υποκειμενική ασφάλεια και αντίληψη κινδύνου,
- την εμπλοκή σε οδικά ατυχήματα,
- τις στάσεις απέναντι στην επιβολή του Κ.Ο.Κ,
- την αυτοματοποίηση οχημάτων,
- τα κοινωνικο-δημογραφικά χαρακτηριστικά των ερωτηθέντων.

Επιπροσθέτως, υπάρχουν και δύο επιπλέον ερωτήσεις, οι οποίες επιλέγονται ελεύθερα από τον εκάστοτε εθνικό συνεργάτη.

Η έρευνα πραγματεύεται τα εξής **θέματα οδικής ασφάλειας:**

- οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ, ναρκωτικών ουσιών και φαρμακευτικής αγωγής,
- υπερβολική ταχύτητα,

- απόσπαση της προσοχής,
- συστήματα προστασίας (π.χ. χρήση ζώνης, κράνους),
- κόπωση.

Περισσότερες πληροφορίες για τη μεθοδολογία της συγκεκριμένης έρευνας παρουσιάζονται στην εργασία των Pires et al. (2020).

4.2.3 Η σημασία της έρευνας ESRA2

Η έρευνα ESRA2 είναι σημαντική για τις χώρες καθώς και για την παγκόσμια πολιτική ως προς την οδική ασφάλεια, μεταξύ άλλων, για τους ακόλουθους λόγους:

- Δείχνει πως η ενημέρωση, η στήριξη και τα μέτρα ως προς την οδική ασφάλεια αναπτύσσονται και επιδρούν στους οδηγούς παγκοσμίως κατά τη διάρκεια των ετών.
- Στοχεύει στην αποσαφήνιση του ρόλου του ανθρώπινου παράγοντα— στα οδικά ατυχήματα και ειδικότερα στη διερεύνηση της κοινωνικής διάστασης της στάσης των οδηγών απέναντι στην οδική ασφάλεια. Σε μερικές χώρες η έρευνα ESRA αποτελεί τη μοναδική πηγή από όπου μπορούν να αντληθούν πληροφορίες για τη στάση των ίδιων των οδηγών απέναντι στα θέματα οδικής ασφάλειας.
- Δίνει μια σαφή εικόνα για την πορεία και τις εξελίξεις στην τοπική κοινωνία αλλά και για την ευαισθητοποίηση της κοινής γνώμης όσον αφορά στα θέματα της οδικής ασφάλειας, με τη επέκταση της έρευνας σε σύγχρονα ζητήματα όπως η χρήση κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση, η ψυχολογία του οδηγού ή η χρήση της τεχνολογίας για την αύξηση της ασφάλειας και την πρόληψη ατυχημάτων (συσκευές περιορισμού ταχύτητας, “alcohol interlock”, κάμερες κυκλοφορίας κτλ.).
- Δίνει τη δυνατότητα σύγκρισης των αποτελεσμάτων αναμεσα στις χώρες, κράτη – μέλη της ΕΕ και του υπολοίπου κόσμου, που λαμβάνουν μέρος, ούτως ώστε να προσδιοριστούν τυχόν ομοιότητες και διαφορές. Με τον τρόπο αυτό μπορούν να προσδιοριστούν αφενός τα θετικά στοιχεία κάθε χώρας, με σκοπό τη βελτίωση και των υπολοίπων, και αφετέρου τα αρνητικά σημεία, με σκοπό την αποφυγή τους.
- Αποτελεί χρήσιμο εργαλείο για την αποτίμηση των δράσεων που έχουν εφαρμοστεί, με σκοπό να προσδιοριστεί κατά πόσο αυτές συνέβαλλαν θετικά ή αρνητικά στους οδηγούς κάθε χώρας. Με τον τρόπο αυτό, θα εντοπιστούν τα θέματα για τα οποία επικρατεί λανθασμένη εντύπωση ή έλλειψη ενημέρωσης των οδηγών, ούτως ώστε να χρησιμοποιηθεί από τις αρμόδιες αρχές για τη δημιουργία ενός βελτιωμένου και ασφαλέστερου οδικού δικτύου και για την καλύτερη διαχείριση της κυκλοφορίας.

4.3 Επεξεργασία Στοιχείων

Στην παράγραφο αυτή αναλύεται η **διαδικασία επεξεργασίας των στοιχείων** που συλλέχθηκαν μέσω της έρευνας ESRA2. Εν συνεχεία περιγράφεται η διαδικασία εισαγωγής των μεταβλητών στο λογισμικό της στατιστικής ανάλυσης. Τέλος, στο πλαίσιο της προκαταρκτικής ανάλυσης παρουσιάζονται κάποια από τα διαγράμματα που αναπτύχθηκαν, με σκοπό την καλύτερη κατανόηση των δεδομένων, καθώς και συμπεράσματα και παρατηρήσεις που προέκυψαν από τα παραπάνω.

4.3.1 Επεξεργασία αρχικής βάσης δεδομένων

Τη διαδικασία της συλλογής των στοιχείων, ακολουθεί η διαδικασία της επεξεργασίας τους. Τα αποτελέσματα από την ανάλυση του ερωτηματολογίου παρουσιάζονται ως αρχεία εργασίας του Microsoft Excel. Αρχικά δημιουργήθηκε ένας **ενοποιημένος πίνακας**, ο οποίος περιλαμβάνει κατηγοριοποιημένες τις ερωτήσεις της έρευνας που αφορούν τους **πεζούς στην Ελλάδα**.

Το συνολικό εξεταζόμενο δείγμα περιλαμβάνει **956 πεζούς** (52% άνδρες, 48% γυναίκες – μέση ηλικία: 41,3 έτη). Η έρευνα ESRA2 υιοθέτησε ότι ως πεζός θεωρείται ένα άτομο που έχει διανύσει τουλάχιστον 100 μέτρα με τα πόδια (περπάτημα ή τρέξιμο) ή έχει χρησιμοποιήσει συσκευές που απαιτούν μυϊκή δύναμη (π.χ. πατίνι ή skateboard) τουλάχιστον μερικές ημέρες το μήνα κατά τους τελευταίους 12 μήνες.

Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα Διπλωματική Εργασία.

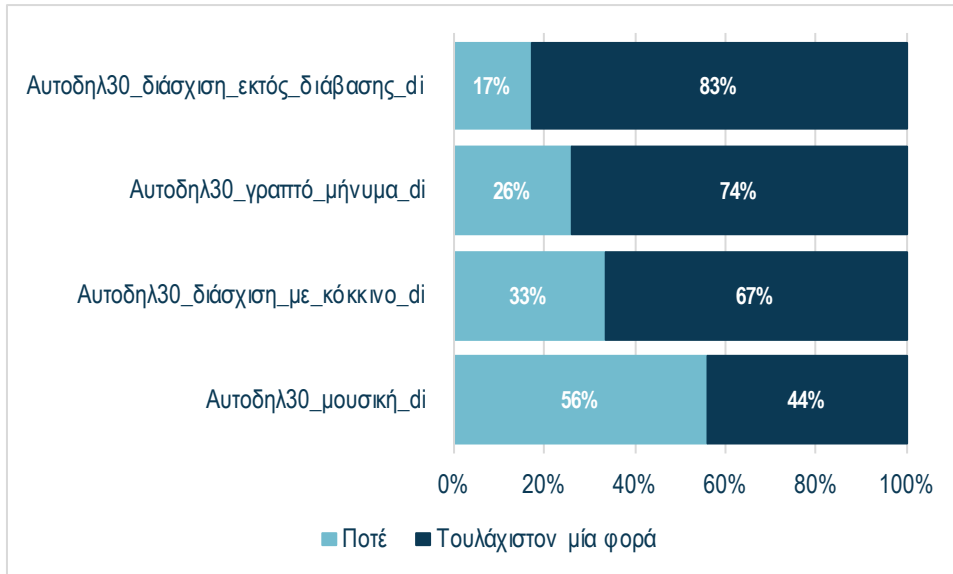
Πίνακας 4.1: Κωδικοποίηση μεταβλητών ESRA2 που χρησιμοποιήθηκαν

Κωδικοποίηση	Δημογραφικά Χαρακτηριστικά
Φύλο	Φύλο [1: άνδρας, 2: γυναίκα]
Αστικοποίηση	Βαθμός αστικοποίησης [1: αστική περιοχή, 2: ημι-αστική ή επαρχιακή περιοχή]
Κωδικοποίηση	Απόψεις Οδικής Ασφάλειας - Πόσο αποδεκτό θεωρείτε εσείς προσωπικά ότι είναι για έναν οδηγό αυτοκινήτου να ...;
Αποδ_υπερβ_ορίου_ταχύτητας_εκτός_κατ_περ_di	... οδηγεί εκτός κατοικημένης περιοχής (και εκτός αυτοκινητοδρόμου) με ταχύτητα μεγαλύτερη από το επιτρεπόμενο όριο [0: μη αποδεκτό/ουδέτερο, 1: αποδεκτό]
Αποδ_υπερβ_ορίου_ταχύτητας_αυτοκινητόδρομο_di	... οδηγεί σε αυτοκινητόδρομο με ταχύτητα μεγαλύτερη από το επιτρεπόμενο όριο [0: μη αποδεκτό/ουδέτερο, 1: αποδεκτό]
Αποδ_μη_χρήση_ζώνης_di	... μη χρησιμοποιεί τη ζώνη ασφαλείας [0: unacceptable/neutral, 1: acceptable]
Αποδ_χρήσης_κινητού_di	... χρησιμοποιεί κατά την οδήγηση κινητό τηλέφωνο χωρίς ειδικό ακουστικό [0: μη αποδεκτό/ουδέτερο, 1: αποδεκτό]
Κωδικοποίηση	Υποστήριξη Μέτρων Πολιτικής - Διαφωνείτε ή συμφωνείτε με την υποχρεωτική ...;
Υποχρέωση_ανανακλαστικού_σκοτάδι_di	... υποχρέωση των πεζών να φορούν ρούχα με ανακλαστικά στοιχεία όταν κυκλοφορούν στο σκοτάδι [0: διαφωνώ/ουδέτερο, 1: συμφωνώ]
Υποχρέωση_μη_χρήση_ακουστικών_di	... μη χρήση ακουστικών από τους πεζούς [0: διαφωνώ/ουδέτερο, 1: συμφωνώ]
Κωδικοποίηση	Κοινωνική Αποδοχή - Σε τι βαθμό θεωρείτε αληθή τα παρακάτω;

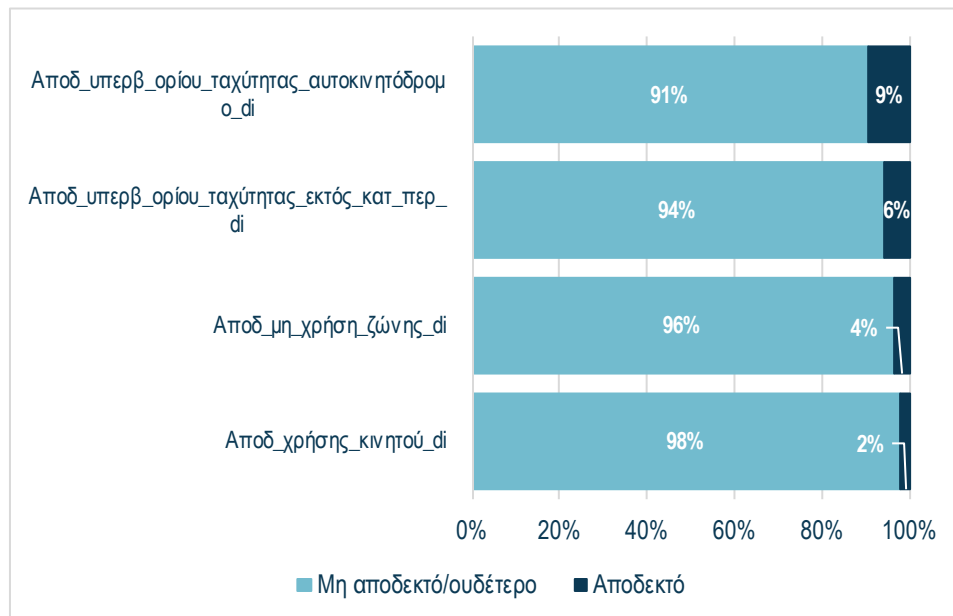
Τήρηση_KOK_πάντα	Τηρώ τον κώδικα οδικής κυκλοφορίας πάντα, ακόμα και όταν το ενδεχόμενο να εντοπισθώ ως παραβάτης είναι πολύ μικρό [1-5, (1: καθόλου αληθές, 5: πολύ αληθές)]
Ήρεμος_στην_κυκλοφορία_πάντα	Παραμένω πάντα ήρεμος και λογικός στην κυκλοφορία. [1-5, (1: καθόλου αληθές, 5: πολύ αληθές)]
Σίγουρος_για_αντίδραση_στην_κυκλοφορία	Είμαι πάντα σίγουρος για το πως να αντιδράσω σε διάφορες κυκλοφοριακές συνθήκες. [1-5, (1: καθόλου αληθές, 5: πολύ αληθές)]
Κωδικοποίηση	Αντίληψη Αλληλεπίδρασης - Σε τι βαθμό συμφωνείτε με τα παρακάτω;
Αλληλεπίδραση_επιβλητική	... Αντιλαμβάνομαι την αλληλεπίδραση των χρηστών της οδού γενικά ως επιβλητική [1-5, (1: διαφωνώ απόλυτα, 5: συμφωνώ απόλυτα)]
Αλληλεπίδραση_άγρια	... Αντιλαμβάνομαι την αλληλεπίδραση των χρηστών της οδού γενικά ως άγρια [1-5, (1: διαφωνώ απόλυτα, 5: συμφωνώ απόλυτα)]
Αλληλεπίδραση_συνετή	... Αντιλαμβάνομαι την αλληλεπίδραση των χρηστών της οδού γενικά ως συνετή [1-5, (1: διαφωνώ απόλυτα, 5: συμφωνώ απόλυτα)]
Κωδικοποίηση	Τήρηση της Νομοθεσίας - Σε τι βαθμό συμφωνείτε με τα παρακάτω;
Αυστηρή_τήρηση_νόμων	... όλοι οι νόμοι θα πρέπει να τηρούνται αυστηρά [1-5, (1: διαφωνώ απόλυτα, 5: συμφωνώ απόλυτα)]
Αγνόηση_νόμων_μερικές_φορές	... υπάρχουν περιπτώσεις που δεν πειράζει να αγνοηθεί ο νόμος (αντίστροφη βαθμολόγηση) [1-5, (1: διαφωνώ απόλυτα, 5: συμφωνώ απόλυτα)]
Σωστό_ίσον_παραβάση_νόμου_μερικές_φορές	... μερικές φορές το να κάνεις το σωστό ισοδυναμεί με το να παραβείς τον νόμο (αντίστροφη βαθμολόγηση) [1-5, (1: διαφωνώ απόλυτα, 5: συμφωνώ απόλυτα)]
Κωδικοποίηση	Οδική Συμπεριφορά - Τις τελευταίες 30 μέρες, πόσο συχνά ως πεζός ...;
Αυτοδηλ30_μουσική_di	... ακούσατε μουσική με χρήση ακουστικών [0: ποτέ, 1: τουλάχιστον μία φορά]
Αυτοδηλ30_γραπτό_μήνυμα_di	... διαβάσατε ένα γραπτό μήνυμα ή email ή χρησιμοποιήσατε τα κοινωνικά δίκτυα (π.χ. Facebook, twitter, κ.λπ.) [0: ποτέ, 1: τουλάχιστον μία φορά]
Κωδικοποίηση	Συμπεριφορά Διάσχισης Οδού Πεζών - Τις τελευταίες 30 μέρες, πόσο συχνά ως πεζός ...;
Αυτοδηλ30_διάσχιση_με_κόκκινο_di	... διασχίσατε την οδό ενώ ο φωτεινός σηματοδότης για τους πεζούς ήταν κόκκινος [0: ποτέ, 1: τουλάχιστον μία φορά]
Αυτοδηλ30_διάσχιση_εκτός_διάβασης_di	... διασχίσατε την οδό σε σημεία εκτός των κοντινότερων διαβάσεων για πεζούς (απόσταση μικρότερη των 30μ) [0: ποτέ, 1: τουλάχιστον μία φορά]

4.3.2 Προκαταρκτική ανάλυση

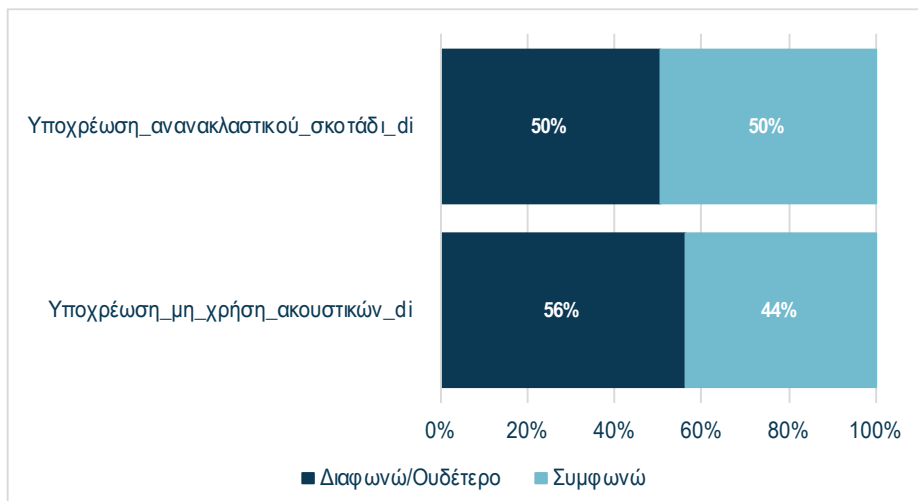
Την επεξεργασία της αρχικής βάσης δεδομένων ακολουθεί η **προκαταρκτική ανάλυση**, η οποία αποτελείται από μια σειρά διαγραμμάτων, τα οποία με τη σειρά τους συμβάλλουν στην καλύτερη κατανόηση των αποτελεσμάτων και χρησιμοποιούνται για την εξαγωγή ποιοτικών συμπερασμάτων. Στη συνέχεια του παρόντος υποκεφαλαίου, παρουσιάζονται υπό μορφή διαγραμμάτων, ορισμένες επιλεγμένες κωδικοποιημένες ερωτήσεις, όπως διατυπώθηκαν στην έρευνα ESRA2, καθώς και η **κατανομή των απαντήσεων των συμμετεχόντων** σε κάθε μια από αυτές.



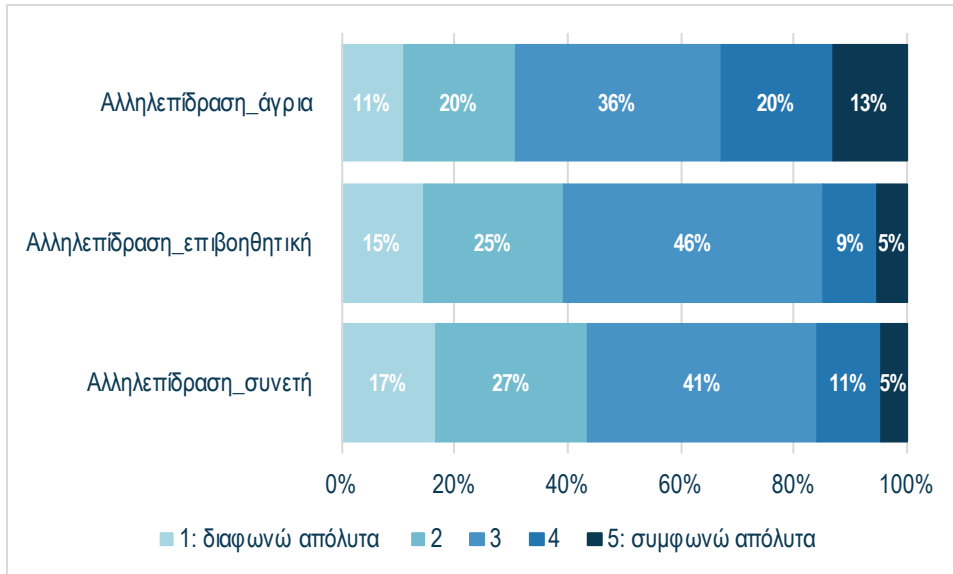
Διάγραμμα 4.3: Αυτοδηλούμενη συμπεριφορά (% των πεζών)



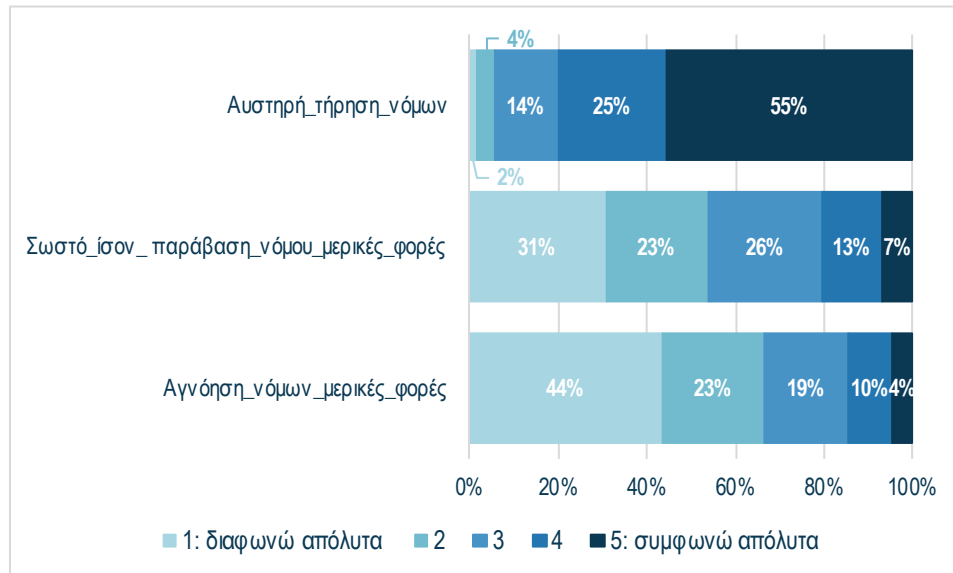
Διάγραμμα 4.4: Απόψεις για ζητήματα οδικής ασφάλειας (% των πεζών)



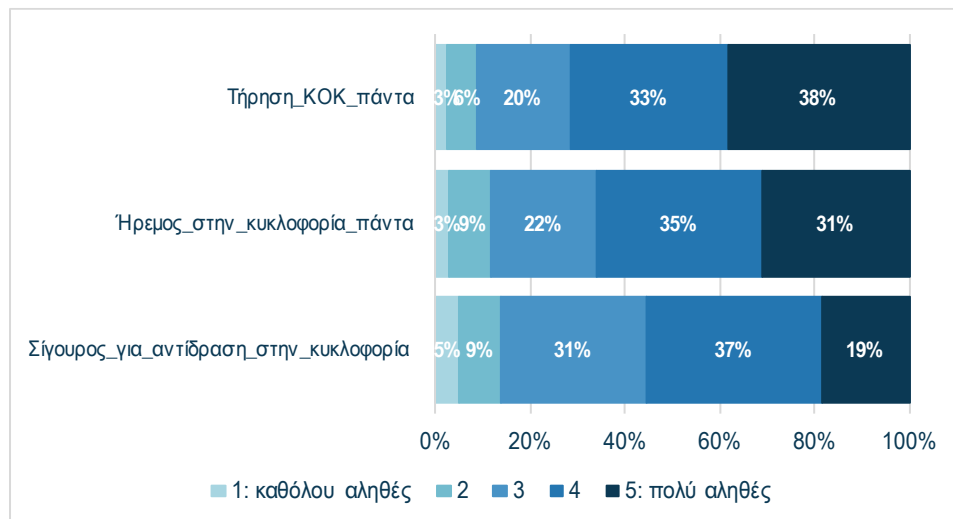
Διάγραμμα 4.5: Υποστήριξη για μέτρα πολιτικής (% των πεζών)



Διάγραμμα 4.6: Αντίληψη αλληλεπίδρασης χρηστών της οδού (% των πεζών)



Διάγραμμα 4.7: Τήρηση Νομοθεσίας (% των πεζών)



Διάγραμμα 4.8: Κοινωνική αποδοχή (% των πεζών)

Εξετάζοντας τα ανωτέρω διαγράμματα προκύπτουν οι εξής παρατηρήσεις και συμπεράσματα:

- Η πλειοψηφία των ερωτηθέντων αναφορικά με τις **αυτοδηλούμενες οδικές συμπεριφορές**, στη διάρκεια των 30 τελευταίων ημερών, δηλώνουν ότι, τουλάχιστον μία φορά έχουν διασχίσει την οδό μακριά (απόσταση μικρότερη από 30 μέτρα) από τη διάβαση πεζών (83%). Επίσης, τουλάχιστον μία φορά διάβηκαν το δρόμο διαβάζοντας ηλεκτρονικό μήνυμα ή χρησιμοποιούσαν τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης (74%) και διέσχισαν την οδό με ερυθρή ένδειξη του σηματοδότη (67%). Τέλος, το 56% δήλωσε πως δεν άκουσε μουσική ούτε μία φορά, τις 30 τελευταίες μέρες, καθώς περπατούσε στο δρόμο.
- Σχετικά με τις **απόψεις για την οδική ασφάλεια**, η πλειοψηφία των συμμετεχόντων, θεωρεί μη αποδεκτή (ή διατηρεί ουδέτερη στάση) την ανάπτυξη ταχυτήτων μεγαλύτερες από τις επιτρεπόμενες σε αυτοκινητοδρόμους (91%) καθώς και εκτός κατοικημένων περιοχών, πλην αυτοκινητοδρόμων (94%). Επίσης, θεωρεί μη αποδεκτό οι οδηγοί αυτοκινήτων να μη φορούν τη ζώνη ασφαλείας (96%) και να χρησιμοποιούν το κινητό τους τηλέφωνο (98%) κατά τη διάρκεια της οδήγησης.
- Επίσης, σχετικά με την **υποστήριξη για μέτρα πολιτικής οδικής ασφάλειας**, η πλειονότητα εναντιώνεται την υποχρέωση μη χρήσης ακουστικών κατά τη βάρδια σε ποσοστό 56%, ενώ μοιρασμένες είναι οι απόψεις σχετικά με την αναγκαστική χρήση ανακλαστικού υλικού από τους πεζούς κατά τις νυχτερινές ώρες (50%-50%).
- Το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτηθέντων συμφωνεί με την άποψη ότι η **αλληλεπίδραση μεταξύ των χρηστών της οδού** είναι επιθετική και σκληρή (33% έναντι 31% που διαφωνούν με την παραπάνω άποψη). Επιπροσθέτως, το 40% υποστηρίζει ότι η αλληλεπίδραση των χρηστών δεν είναι βοηθητική (έναντι 14%), ενώ το 44% διαφωνεί με την άποψη ότι χρήστες της οδοί συμπεριφέρονται ευγενικά ο ένας στον άλλο (έναντι 16%). Άξιο αναφοράς αποτελεί το ποσοστό των ερωτηθέντων που διατηρούν ουδέτερη στάση στις παραπάνω απόψεις με τα ποσοστά τους να κυμαίνονται σε επίπεδα 36%, 46% και 41% αντίστοιχα.
- Στο **πλαίσιο τήρησης του Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας** η πλειονότητα υποστηρίζει ότι οι νόμοι πρέπει να τηρούνται αυστηρά (80%) και διαφωνούν με τις απόψεις πως ορισμένες φορές το να κάνεις το σωστό απαιτεί τη μη τήρηση των νόμων (54%) και πως οι παραβατικές συμπεριφορές είναι αποδεκτές εάν πραγματοποιούνται με μικρή συχνότητα (67%).
- Τέλος, σχετικά με τις ερωτήσεις που αφορούν στην **κοινωνική αποδοχή**, το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων απάντησε πως πάντα σέβεται τον Κ.Ο.Κ (71%), ακόμη και εάν το ρίσκο που ενέχει η συμπεριφορά τους είναι μικρό, παραμένουν ήρεμοι και ορθολογικοί κατά την πυκνή κυκλοφορία (66%) και αισθάνονται σίγουροι πως πρέπει να συμπεριφερθούν στην κίνηση (56%).

5 Εφαρμογή Μεθοδολογίας – Αποτελέσματα

5.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται η **εφαρμογή της μεθοδολογίας** που επιλέχθηκε καθώς και τα αποτελέσματα της ανάλυσης, όπως αυτά προέκυψαν από τη στατιστική επεξεργασία. Όπως προαναφέρθηκε, ύστερα από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση συναφών ερευνών και μεθοδολογιών, έγινε η επιλογή της κατάλληλης μεθοδολογίας για την παρούσα Διπλωματική Εργασία. Η **στατιστική ανάλυση** των στοιχείων που συλλέχθηκαν και προετοιμάστηκαν κατά το προηγούμενο στάδιο πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της **Διωνυμικής Λογιστικής Παλινδρόμησης** (binary logistic regression) και με **Μοντέλο Δομικών Εξισώσεων** (SEM).

Συγκεκριμένα, στο παρόν κεφάλαιο περιγράφονται **αναλυτικά τα βήματα** που ακολουθήθηκαν κατά την εφαρμογή της μεθοδολογίας και παρουσιάζεται η διαδικασία ανάπτυξης κατάλληλων μοντέλων. Αναπόσπαστο μέρος των αποτελεσμάτων αποτελούν οι **στατιστικοί έλεγχοι** που απαιτούνται για την αποδοχή ή την απόρριψη των μαθηματικών μοντέλων.

Επίσης, παρουσιάζονται τα **αποτελέσματα** που προκύπτουν από την εφαρμογή των μεθοδολογιών, η περιγραφή τους, και η ερμηνεία τους σύμφωνα με το γενικότερο πλαίσιο της έρευνας. Αξίζει να σημειωθεί ότι προκειμένου να διαμορφωθεί η οριστική επιλογή των ερωτήσεων, οι απαντήσεις των οποίων αποτέλεσαν τελικά τα δεδομένα εισόδου για την διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση και το μοντέλο SEM, προηγήθηκε μια **σειρά δοκιμών με διαφορετικούς συνδυασμούς μεταβλητών**, με σκοπό να προκύψουν εκείνες οι οποίες θα εξυπηρετούσαν καλύτερα την επίτευξη του στόχου της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας. Στο πλαίσιο της διαδικασίας αυτής, εισηχθησαν διαδοχικά διάφορες ομάδες μεταβλητών με αρκετές μεταβλητές σε κάθε ομάδα, ούτως ώστε να ελεγχθούν όλες οι διαθέσιμες μεταβλητές.

5.2 Ανάπτυξη και Αποτελέσματα Μοντέλων

5.2.1 Μοντέλα Διωνυμικής Λογιστικής Παλινδρόμησης

Βασική προϋπόθεση για την συγκεκριμένη στατιστική μέθοδο, είναι οι **εξαρτημένες μεταβλητές** να είναι σε δυαδική μορφή, δηλαδή να είναι **διακριτές μεταβλητές** και να λαμβάνουν δύο κατηγορίες τιμών (0,1).

Ως εξαρτημένες μεταβλητές θέσαμε τις ερωτήσεις που αφορούν την επικίνδυνη οδική συμπεριφορά των πεζών. Ως ανεξάρτητες μεταβλητές θέσαμε όλες τις υπόλοιπες και με κατάλληλες δοκιμές προέκυψαν τα μοντέλα που ακολουθούν. Σε όλες τις περιπτώσεις έπρεπε να ελεγχθεί αν τα εξαγόμενα δεδομένα τηρούσαν τα κριτήρια της μεθόδου. Για το σκοπό αυτό, θα πρέπει να ελεγχθούν οι ακόλουθοι παράγοντες σε κάθε μοντέλο:

- Οι τιμές και τα πρόσημα των συντελεστών παλινδρόμησης β_i , να μπορούν να εξηγηθούν λογικά για κάθε ανεξάρτητη μεταβλητή.
- Ο έλεγχος Hosmer & Lemeshow test να εμφανίζει τιμή p-value πάνω από 0.05.
- Οι ανεξάρτητες μεταβλητές να είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95% (σε ορισμένες περιπτώσεις γίνονται οριακά αποδεκτές και ανεξάρτητες μεταβλητές που είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο εμπιστοσύνης 90%).
- Το κριτήριο AIC να έχει κατά το δυνατόν μικρότερη τιμή.

5.2.1.1 Παραβίαση ερυθρού σηματοδότη πεζών

Στο πρώτο Μοντέλο Διωνυμικής Λογιστικής Παλινδρόμησης θέσαμε ως **εξαρτημένη μεταβλητή** (dependent variable) την ερώτηση που αφορά στην παραβίαση του ερυθρού σηματοδότη κατά τη διάσχιση της οδού:

- Αυτοδηλ30_διάσχιση_με_κόκκινο_di: Τις τελευταίες 30 μέρες, πόσο συχνά ως πεζός διασχίσατε την οδό ενώ ο φωτεινός σηματοδότης για τους πεζούς ήταν κόκκινος;

Ως **ανεξάρτητες μεταβλητές** (independent variables) ορίστηκαν οι παρακάτω ερωτήσεις:

- Φύλο: Είστε άνδρας ή γυναίκα;
- Αυτοδηλ30_γραπτό_μήνυμα_di: Τις τελευταίες 30 μέρες, πόσο συχνά ως πεζός διαβάσατε ένα γραπτό μήνυμα ή email ή χρησιμοποιήσατε τα κοινωνικά δίκτυα (π.χ. Facebook, twitter, κ.λπ.);
- Αστικοποίηση: βαθμός αστικοποίησης.
- Υποχρέωση_ανανακλαστικού_σκοτάδι_di: Διαφωνείτε ή συμφωνείτε με την υποχρέωση των πεζών να φορούν ρούχα με ανακλαστικά στοιχεία όταν κυκλοφορούν στο σκοτάδι;
- Αυτοδηλ30_μουσική_di: Τις τελευταίες 30 μέρες, πόσο συχνά ως πεζός ακούσατε μουσική με χρήση ακουστικών;
- Αποδ_υπερβ_ορίου_ταχύτητας_αυτοκινητόδρομο_di: Πόσο αποδεκτό θεωρείτε εσείς προσωπικά ότι είναι για έναν οδηγό αυτοκινήτου να οδηγεί σε αυτοκινητόδρομο με ταχύτητα μεγαλύτερη από το επιτρεπόμενο όριο;

Πίνακας 5.1: Αποτελέσματα Μοντέλου Διωνυμικής Λογιστικής Παλινδρόμησης για την παραβίαση του ερυθρού σηματοδότη των πεζών κατά τη διάσχιση της οδού

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Beta Estimate	S.E.	z-value	P(> z)	Adj. Odds Ratio (95% CI)
(Σταθερά)	0,491	0,189	2,595	0,009	-
Φύλο (κατηγορία αναφοράς: Άνδρας)					
Γυναίκα	-0,429	0,147	-2,927	0,003	0,65 (0,49-0,87)
Αυτοδηλ30_μουσική_di (κατηγορία αναφοράς: ποτέ)					
Τουλάχιστον μία φορά	0,402	0,153	2,630	0,009	1,49 (1,11-2,02)
Αυτοδηλ30_γραπτό_μήνυμα_di (κατηγορία αναφοράς: ποτέ)					
Τουλάχιστον μία φορά	0,926	0,162	5,712	<0,001	2,52 (1,84-3,47)
Αποδ_υπερβ_ορίου_ταχύτητας_αυτοκινητόδρομο_di (κατηγορία αναφοράς: μη αποδεκτό/ουδέτερο)					
Αποδεκτό	0,613	0,296	2,068	0,039	1,85 (1,03-3,30)
Υποχρέωση_ανακλαστικού_σκοτάδι_di (κατηγορία αναφοράς: διαφωνώ/ουδέτερο)					
Συμφωνώ	-0,406	0,146	-2,786	0,005	0,67 (0,50-0,89)
Αστικοποίηση (κατηγορία αναφοράς: αστική περιοχή)					
Ημιαστική ή επαρχιακή περιοχή	-0,438	0,147	-2,978	0,003	0,65 (0,48-0,86)
AIC	1136,3				
Hosmer & Lemeshow	0,595				

Μετά την στατιστική επεξεργασία των δεδομένων και σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε και η οποία παρουσιάζεται στον Πίνακα 4.2, προκύπτει η ακόλουθη ερμηνεία του στατιστικού μοντέλου:

- Οι **γυναίκες έχουν 35% μικρότερη πιθανότητα** να παραβιάσουν τον ερυθρό σηματοδότη σε σχέση με τους άνδρες. Το φύλο είναι ένας παράγοντας, ο οποίος επηρεάζει σημαντικά την εξαρτημένη μεταβλητή. Οι άντρες, αντίθετα από τις γυναίκες, είναι πιο επιρρεπείς στις παραβιάσεις του σηματοδότη. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι οι άντρες έχουν περισσότερη αυτοπεποίθηση - υπερεκτιμούν τις ικανότητες τους και επομένως παίρνουν μεγαλύτερα ρίσκα από τις γυναίκες.
- Οι πεζοί που τουλάχιστον μία φορά έκαναν **χρήση του κινητού τηλεφώνου κατά τη βάδιση** τις τελευταίες 30 μέρες **έχουν 2,5 φορές περισσότερες πιθανότητες** να παραβιάσουν την ένδειξη του ερυθρού σηματοδότη από τους αντίστοιχους που δεν έκαναν χρήση του κινητού τηλεφώνου τους.
- Στις **ημι-αστικές και επαρχιακές περιοχές οι πεζοί έχουν 35% μικρότερη πιθανότητα** να διασχίσουν την οδό με ερυθρό σηματοδότη σε σύγκριση με τους πεζούς στις αστικές περιοχές.
- Τα άτομα που **υποστηρίζουν την υποχρεωτική χρήση ανακλαστικού υλικού κατά τις νυχτερινές ώρες** από τους πεζούς έχουν **33% λιγότερες πιθανότητες** να διαβούν την οδό με κόκκινη ένδειξη σηματοδότη από αυτούς που εναντιώνονται με την άποψη αυτή.
- Οι πεζοί που άκουσαν τουλάχιστον μία φορά **μουσική κατά το βάδισμα** τις τελευταίες 30 μέρες **έχουν 49% περισσότερες**

πιθανότητες να παραβιάσουν τον σηματοδότη των πεζών σε σύγκριση με τους αντίστοιχους που δεν άκουσαν μουσική.

- Οι ερωτηθέντες που θεωρούν **αποδεκτή την ανάπτυξη ταχυτήτων μεγαλύτερων από τα αποδεκτά όρια σε αυτοκινητοδρόμους**, έχουν 85% μεγαλύτερη πιθανότητα ως πεζοί να διασχίσουν την οδό με ερυθρή ένδειξη του σηματοδότη από τους αντίστοιχους που καταδικάζουν την άποψη αυτή.

5.2.1.2 Διάσχιση οδού μακριά από τη διάβαση πεζών (απόσταση μικρότερη από 30 μέτρα)

Στο μοντέλο αυτό θέσαμε ως εξαρτημένη μεταβλητή την ερώτηση που αφορά στη διάσχιση της οδού μακριά από τη διάβαση πεζών (απόσταση μικρότερη από 30 μέτρα):

- Αυτοδηλ30_διάσχιση_εκτός_διάβασης_di: Τις τελευταίες 30 μέρες, πόσο συχνά ως πεζός διασχίσατε την οδό σε σημεία εκτός των κοντινότερων διαβάσεων για πεζούς (απόσταση μικρότερη των 30μ);

Μετά από δοκιμές, οι ανεξάρτητες μεταβλητές που προέκυψαν (με κριτήριο τη στατιστική σημαντικότητα τους ώστε το μοντέλο να κρίνεται αποδεκτό) είναι οι εξής:

- Φύλο: Είστε άνδρας ή γυναίκα;
- Αυτοδηλ30_μουσική_di: Τις τελευταίες 30 μέρες, πόσο συχνά ως πεζός ακούσατε μουσική με χρήση ακουστικών;
- Αυτοδηλ30_γραπτό_μήνυμα_di: Τις τελευταίες 30 μέρες, πόσο συχνά ως πεζός διαβάσατε ένα γραπτό μήνυμα ή email ή χρησιμοποιήσατε τα κοινωνικά δίκτυα (π.χ. Facebook, twitter, κ.λπ.);
- Αποδ_υπερβ_ορίου_ταχύτητας_εκτός_κατ_περ_di: Πόσο αποδεκτό θεωρείτε εσείς προσωπικά ότι είναι για έναν οδηγό αυτοκινήτου να οδηγεί εκτός κατοικημένης περιοχής (και εκτός αυτοκινητοδρόμου) με ταχύτητα μεγαλύτερη από το επιτρεπόμενο όριο;
- Υποχρέωση_μη_χρήση_ακουστικών_di: Διαφωνείτε ή συμφωνείτε με την υποχρεωτική μη χρήση ακουστικών από τους πεζούς;

Πίνακας 5.2: Αποτελέσματα Μοντέλου Διωνυμικής Λογιστικής Παλινδρόμησης για τη διάσχιση της οδού μακριά από τη διάβαση πεζών (απόσταση μικρότερη από 30 μέτρα)

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Beta Estimate	S.E.	z-value	P(> z)	Adj. Odds Ratio (95% CI)
(Σταθερά)	0,928	0,200	4,646	<0,001	-
Φύλο (κατηγορία αναφοράς: Άνδρας)					
Γυναίκα	-0,464	0,185	-2,512	0,012	0,63 (0,44-0,90)
Αυτοδηλ30_μουσική_di (κατηγορία αναφοράς: ποτέ)					
Τουλάχιστον μία φορά	0,641	0,210	3,045	0,002	1,90 (1,26-2,87)
Αυτοδηλ30_γραπτό_μήνυμα_di (κατηγορία αναφοράς: ποτέ)					
Τουλάχιστον μία φορά	1,334	0,189	7,060	<0,001	3,79 (2,62-5,49)
Αποδ_υπερβ_ορίου_ταχύτητας_εκτός_κατ_περ_di (κατηγορία αναφοράς: μη αποδεκτό/ουδέτερο)					
Αποδεκτό	2,269	1,022	2,220	0,026	9,67 (1,30-71,73)
Υποχρέωση_μη_χρήση_ακουστικών_di (κατηγορία αναφοράς: διαφωνώ/ουδέτερο)					
Συμφωνώ	-0,534	0,187	-2,854	0,004	0,59 (0,41-0,85)
AIC	781,87				
Hosmer & Lemeshow	0,956				

Από τα αποτελέσματα του συγκεκριμένου στατιστικού μοντέλου προέκυψαν τα εξής συμπεράσματα:

- Οι **γυναίκες παρουσιάζουν 37% μικρότερη πιθανότητα** να διασχίσουν την οδό μακριά από την διάβαση σε σύγκριση με τους άνδρες.
- Οι πεζοί που πραγματοποίησαν τουλάχιστον μια φορά **ακρόαση μουσικής κατά τη βόδιση** τις τελευταίες 30 μέρες εμφανίζουν **90% περισσότερες πιθανότητες** να διαβούν την οδό εκτός διάβασης σε σύγκριση με τους αντίστοιχους που δεν άκουσαν μουσική.
- Οι ερωτηθέντες που χρησιμοποίησαν τουλάχιστον μια φορά, στις 30 τελευταίες μέρες, το **κινητό τηλέφωνο** κατά τη διάρκεια που περπατούσαν παρουσιάζουν σχεδόν **3,8 φορές μεγαλύτερη πιθανότητα** να μην χρησιμοποιήσουν τη διάβαση, κατά την προσπέλαση της οδού, σε σύγκριση με τους αντίστοιχους που δεν κάνουν χρήση του κινητού τους τηλεφώνου.
- Οι άνθρωποι που θεωρούν **αποδεκτή την οδήγηση σε όρια υψηλότερα από τα αποδεκτά εκτός κατοικημένων περιοχών** (εκτός αυτοκινητοδρόμων), έχουν **σχεδόν δεκαπλάσιες πιθανότητες** να διαβούν την οδό μακριά από τη διάβαση, σε σχέση με αυτούς που καταδικάζουν την άποψη αυτή.
- Αυτοί που **υποστηρίζουν την απαγόρευση χρήσης ακουστικών** κατά τη διάρκεια της βόδισης έχουν **41% λιγότερες πιθανότητες** να διασχίσουν το δρόμο μακριά από τη διάβαση σε σύγκριση με αυτούς που εναντιώνονται στην άποψη αυτή.

5.2.2 Μοντέλο Δομικών Εξισώσεων - SEM

Σε αντίθεση με τα μοντέλα Διωνυμικής Λογιστικής Παλινδρόμησης, στα οποία οι ανεξάρτητες μεταβλητές διερευνώνται με ξεχωριστό και μη ομαδοποιημένο τρόπο, στα μοντέλα SEM απαιτείται ουσιώδης ομαδοποίηση μεταβλητών, με σκοπό την παροχή χρήσιμων πληροφοριών σχετικά με τις άδηλες (latent) μεταβλητές.

Με βασικές αρχές την μεταξύ τους **αλληλουχία και ερμηνευτικότητα** πραγματοποιήθηκε η ομαδοποίηση των μεταβλητών. Ειδικότερα, διατυπώθηκαν οι **5 ακόλουθες άδηλες μεταβλητές**:

1. Οδική Συμπεριφορά
2. Αντίληψη Αλληλεπίδρασης
3. Κοινωνική Αποδοχή
4. Τήρηση της Νομοθεσίας
5. Απόψεις Οδικής Ασφάλειας

Η ομαδοποίηση των μεταβλητών παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 5.3: Ομαδοποίηση μεταβλητών για τον σχηματισμό των άδηλων μεταβλητών

Άδηλες μεταβλητές	Παράμετροι
Οδική Συμπεριφορά	Αυτοδηλ30_μουσική_di Αυτοδηλ30_γραπτό_μήνυμα_di
Αντίληψη Αλληλεπίδρασης	Αλληλεπίδραση_επιβοηθητική Αλληλεπίδραση_άγρια Αλληλεπίδραση_συνετή
Κοινωνική Αποδοχή	Τήρηση_KOK_πάντα Ήρεμος_στην_κυκλοφορία_πάντα Σίγουρος_για_αντίδραση_στην_κυκλοφορία
Τήρηση της Νομοθεσίας	Αυστηρή_τήρηση_νόμων Αγνόηση_νόμων_μερικές_φορές Σωστό_ίσον_παράβαση_νόμου_μερικές_φορές
Απόψεις Οδικής Ασφάλειας	Αποδ_υπερβ_ορίου_ταχύτητας_αυτοκινητόδρομο_di Αποδ_μη_χρήση_ζώνης_di Αποδ_υπερβ_ορίου_ταχύτητας_εκτός_κατ_περ_di Αποδ_χρήσης_κινητού_di

Όλες οι άδηλες μεταβλητές αντιπροσωπεύουν **μη παρατηρούμενες μεταβλητές**. Στη συνέχεια, πραγματοποιείται παλινδρόμηση μεταξύ των μη παρατηρούμενων και των παρατηρούμενων ανεξάρτητων μεταβλητών και τέλος συσχετίζονται με τις εξαρτημένες μεταβλητές (οδικές συμπεριφορές των πεζών). Ως εξαρτημένες μεταβλητές θέσαμε τις ίδιες μεταβλητές που αποτέλεσαν και τις εξαρτημένες μεταβλητές των δύο μοντέλων Διωνυμικής Λογιστικής Παλινδρόμησης.

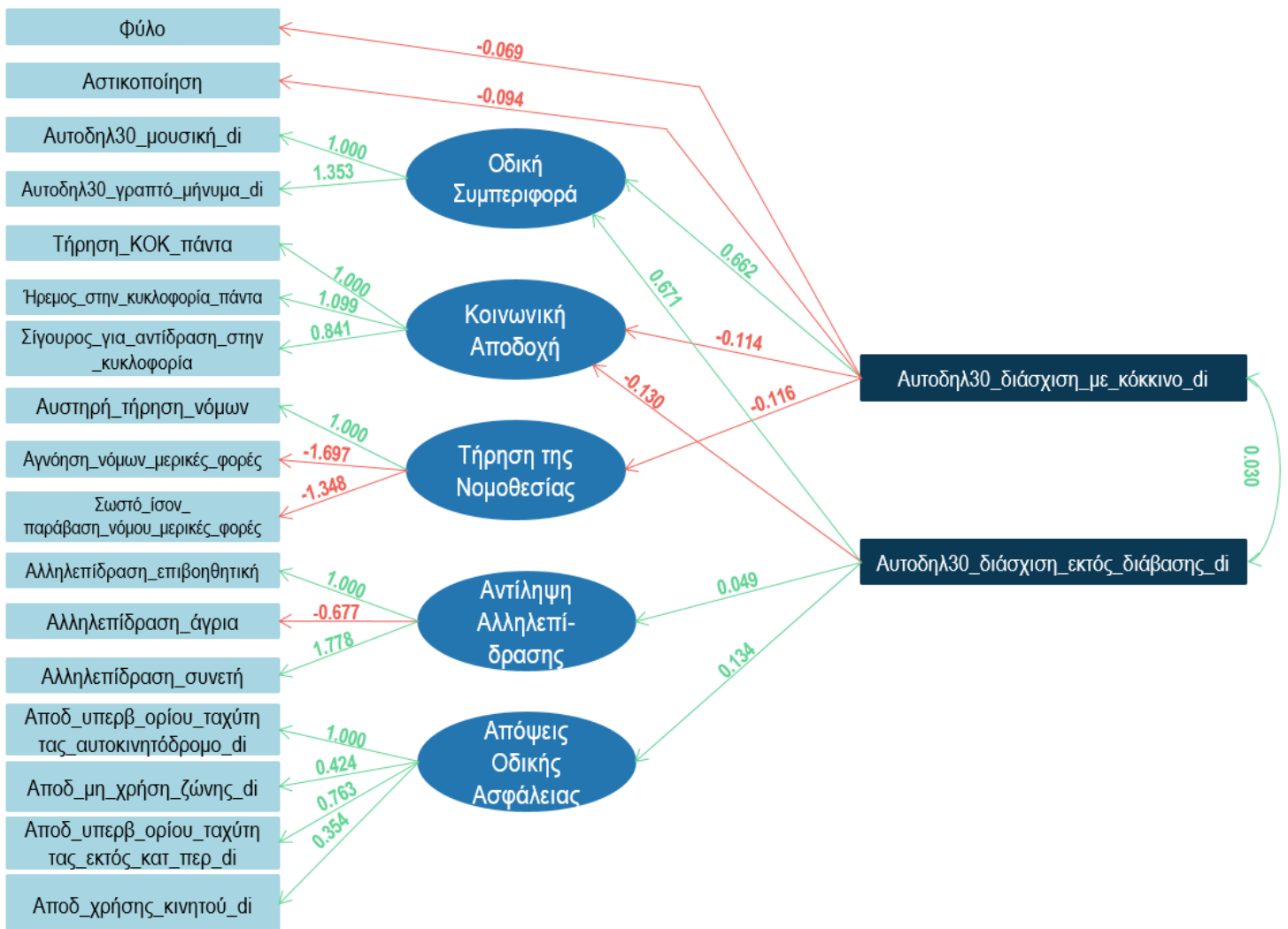
Τα αποτελέσματα του μοντέλου SEM παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 5.4: Αποτελέσματα Μοντέλου Δομικών Εξισώσεων

SEM Components		Parameters	Estimate	S.E.	z-value	P(> z)	
Latent Variables	Οδική Συμπεριφορά	Αυτοδηλ30_μουσική_di	1,000	–	–	–	
		Αυτοδηλ30_γραπτό_μήνυμα_di	1,353	0,214	6,321	0,000	
	Αντίληψη Αλληλεπίδρασης	Αλληλεπίδραση_επιβοηθητική	1,000	–	–	–	
		Αλληλεπίδραση_άγρια	-0,677	0,080	-8,477	0,000	
		Αλληλεπίδραση_συνετή	1,778	0,274	6,480	0,000	
	Κοινωνική Αποδοχή	Τήρηση_KOK_πάντα	1,000	–	–	–	
		Ήρεμος_στην_κυκλοφορία_πάντα	1,099	0,102	10,738	0,000	
		Σίγουρος_για_αντίδραση_στην_κυκλοφορία	0,841	0,084	10,042	0,000	
	Τήρηση της Νομοθεσίας	Αυστηρή_τήρηση_νόμων	1,000	–	–	–	
		Αγνόηση_νόμων_μερικές_φορές	-1,697	0,162	-10,494	0,000	
		Σωστό_ίσον_παράβαση_νόμου_μερικές_φορές	-1,348	0,129	-10,445	0,000	
	Απόψεις Οδικής Ασφάλειας	Αποδ_υπερβ_ορίου_ταχύτητας_αυτοκινητόδρομο_di	1,000	–	–	–	
		Αποδ_μη_χρήση_ζώνης_di	0,424	0,038	11,206	0,000	
		Αποδ_υπερβ_ορίου_ταχύτητας_εκτός_κατ_περ_di	0,763	0,055	13,791	0,000	
		Αποδ_χρήσης_κινητού_di	0,354	0,029	12,024	0,000	
		Αυτοδηλ30_διάσχιση_με_κόκκινο_di	1,912	0,058	33,122	0,000	
	Regressions	Αυτοδηλ30_διάσχιση_με_κόκκινο_di	Σταθερά	1,912	0,058	33,122	0,000
			Οδική Συμπεριφορά	0,662	0,133	4,964	0,000
			Κοινωνική Αποδοχή	-0,114	0,038	-3,031	0,002
			Τήρηση της Νομοθεσίας	-0,116	0,039	-3,006	0,003
Φύλο			-0,069	0,027	-2,516	0,012	
Αυτοδηλ30_διάσχιση_εκτός_διάβασης_di		Σταθερά	1,826	0,012	149,060	0,000	
		Οδική Συμπεριφορά	0,671	0,117	5,761	0,000	
		Κοινωνική Αποδοχή	-0,130	0,030	-4,317	0,000	
		Αντίληψη Αλληλεπίδρασης	0,049	0,022	2,168	0,030	
		Απόψεις Οδικής Ασφάλειας	0,134	0,067	1,994	0,046	
Covariances	Αυτοδηλ30_διάσχιση_με_κόκκινο_di	Αυτοδηλ30_διάσχιση_εκτός_διάβασης_di	0,030	0,006	5,107	0,000	
	Οδική Συμπεριφορά	Αντίληψη Αλληλεπίδρασης	0,000	0,006	0,043	0,966	
	Οδική Συμπεριφορά	Κοινωνική Αποδοχή	-0,042	0,010	-4,373	0,000	
	Οδική Συμπεριφορά	Τήρηση της Νομοθεσίας	-0,017	0,006	-2,678	0,007	
	Οδική Συμπεριφορά	Απόψεις Οδικής Ασφάλειας	0,005	0,002	2,033	0,042	
	Αντίληψη Αλληλεπίδρασης	Κοινωνική Αποδοχή	0,038	0,016	2,363	0,018	
	Αντίληψη Αλληλεπίδρασης	Τήρηση της Νομοθεσίας	0,007	0,012	0,563	0,573	
	Αντίληψη Αλληλεπίδρασης	Απόψεις Οδικής Ασφάλειας	0,004	0,005	0,927	0,354	
	Κοινωνική Αποδοχή	Τήρηση της Νομοθεσίας	0,110	0,019	5,833	0,000	
	Κοινωνική Αποδοχή	Απόψεις Οδικής Ασφάλειας	-0,026	0,007	-4,046	0,000	
	Τήρηση της Νομοθεσίας	Απόψεις Οδικής Ασφάλειας	-0,039	0,006	-6,624	0,000	
Goodness-of-fit measures	CFI	0,913					
	TLI	0,890					
	RMSEA	0,040			0,999		
	SRMR	0,040					
	χ^2 [df.=135]	341,348			0,000		

Η στατιστική ανάλυση διεξήχθη στο R-Studio (R Core Team, 2013) χρησιμοποιώντας το πακέτο **lavaan R** (Rossee, 2012). Για την ευκολότερη κατανόηση των αποτελεσμάτων, δημιουργήθηκε το παρακάτω διάγραμμα, το οποίο απεικονίζει τη συσχέτιση μεταξύ των ανεξάρτητων, των άδηλων και των εξαρτημένων μεταβλητών.

Τα **πράσινα βέλη** δηλώνουν **θετική συσχέτιση** μεταξύ των μεταβλητών, ενώ τα **κόκκινα αρνητική**. Αξίζει να σημειωθεί πως όλες οι συσχετίσεις που απεικονίζονται στο διάγραμμα είναι στατιστικά σημαντικές ($p\text{-values} \leq 0,05$), καθώς και το γεγονός πως οι συνδιακυμάνσεις μεταξύ των άδηλων μεταβλητών δεν εμφανίζονται για λόγους αναγνωσιμότητας.



Διάγραμμα 5.1: Γραφική απεικόνιση αποτελεσμάτων Μοντέλου Δομικών Εξισώσεων

Συνολικά το μοντέλο SEM φαίνεται ταιριάζει πολύ καλά στα δεδομένα. Τα κριτήρια αποδοχής - δείκτες σύγκλισης (χ^2 , CFI, TLI, RMSEA, SRMR) υποδεικνύουν **εξαιρετική εφαρμογή του μοντέλου**. Οι ανεξάρτητες μεταβλητές είναι στατιστικά σημαντικές τόσο για τη διατύπωση των άδηλων μεταβλητών όσο και για την άμεση συσχέτιση με τις εξαρτημένες μεταβλητές. Ερμηνεύοντας τα αποτελέσματα μπορούν να αντληθούν πολλές και σημαντικές πληροφορίες από μεμονωμένες συσχετίσεις μεταβλητών.

Το βέλτιστο μοντέλο επέτρεψε 2 άμεσες παλινδρομήσεις μεταξύ του φύλου και της περιοχής διαμονής με την διάσχιση της οδού με ερυθρή ένδειξη σηματοδότη. Όπως παρατηρείται, οι 2 αυτές ανεξάρτητες μεταβλητές συσχετίζονται αρνητικά με την εξαρτημένη μεταβλητή. Ειδικότερα, οι **γυναίκες καθώς και τα άτομα που διαμένουν σε ημι-αστική και επαρχιακή περιοχή παραβιάζουν λιγότερο συχνά τον ερυθρό σηματοδότη** σε σύγκριση με τους άνδρες και τους ανθρώπους που μένουν σε αστική περιοχή.

Επίσης, η απόσπαση προσοχής μέσω ακρόασης μουσικής και χρήσης του κινητού τηλεφώνου, κατά τη διάσχιση της οδού, συσχετίζονται θετικά με την άδηλη μεταβλητή "Οδικές Συμπεριφορές". Οι "Οδικές Συμπεριφορές", με τη σειρά τους, συσχετίζονται θετικά με τις εξαρτημένες μεταβλητές. Η παραπάνω αλληλουχία συσχετίσεων υποδηλώνει πως τα άτομα με τις άνωθεν περιπτώσεις απόσπασης προσοχής έχουν **περισσότερες πιθανότητες να διασχίσουν την οδό με ερυθρή ένδειξη σηματοδότη και να διαβούν την οδό μακριά από την διάβαση πεζών.**

Στη συνέχεια, παρατηρείται πώς ενώ η άδηλη μεταβλητή "Κοινωνική Αποδοχή" συσχετίζεται θετικά με τις ανεξάρτητες μεταβλητές, εμφανίζει αρνητική συσχέτιση με τις εξαρτημένες. Γίνεται αντιληπτό, λοιπόν, πως **τα άτομα που υποστηρίζουν την "Κοινωνική Αποδοχή" εμφανίζουν μικρότερη συχνότητα παραβατικών συμπεριφορών.**

Η "**Τήρηση της Νομοθεσίας**" είναι μία μη παρατηρούμενη μεταβλητή που βασίζεται στις απόψεις των ερωτηθέντων σχετικά με τη σημασία τήρησης του Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας. Η άδηλη μεταβλητή **συσχετίζεται αρνητικά με την παραβίαση του ερυθρού σηματοδότη** από τους πεζούς. Η θετική συσχέτιση της λανθάνουσας μεταβλητής με την άποψη ότι οι νόμοι πρέπει να τηρούνται αυστηρά και η αρνητική συσχέτισή της με τους υποστηρικτές της μη τήρησης του Κ.Ο.Κ σε ορισμένες περιπτώσεις, υποδεικνύουν πως τα άτομα με παραβατικές απόψεις εμφανίζουν συχνότερα, από τους εναρμονισμένους με τους οδικούς νόμους και κανόνες, παραβατικές συμπεριφορές.

Σε ένα ακόμη ενδιαφέρον εύρημα, οι πεζοί που θεωρούν την αλληλεπίδραση μεταξύ των διαφόρων χρηστών της οδού επιθετική έχουν λιγότερες πιθανότητες να διασχίσουν την οδό μακριά από την διάβαση. Δηλαδή, η έλλειψη εμπιστοσύνης στους λοιπούς χρήστες της οδού οδηγεί τους πεζούς σε πιο προσεκτικές και ασφαλείς οδικές συμπεριφορές. Αντιθέτως, οι πεζοί που θεωρούν την **αλληλεπίδραση των χρηστών βοηθητική και ευγενική εμφανίζουν μεγαλύτερη συχνότητα στην διάβαση της οδού από τοποθεσίες που δεν τους προσδίδουν την απαιτούμενη ασφάλεια.** Ως εκ τούτου, γίνεται εύκολα αντιληπτό, ότι η συμπεριφορά των πεζών επηρεάζεται άμεσα από τις απόψεις και στάσεις τους προς τους υπόλοιπους χρήστες της οδού.

Η τελευταία άδηλη μεταβλητή είναι η "Απόψεις Οδικής Ασφάλειας" και βασίζεται στην αποδοχή ή εναντίωση, από τους χρήστες της οδού, ορισμένων παραβατικών συμπεριφορών. Η θετική συσχέτιση των απόψεων αυτών με την λανθάνουσα μεταβλητή υποδηλώνει πως **τα άτομα που θεωρούν αποδεκτές επικίνδυνες συμπεριφορές κατά την οδήγηση** όπως η ανάπτυξη ταχυτήτων

μεγαλύτερων από τα επιτρεπτά όρια, σε μη κατοικημένες περιοχές και αυτοκινητοδρόμους, η μη χρήση ζώνης καθώς και η χρήση κινητού τηλεφώνου εμφανίζουν **μεγαλύτερη συχνότητα διάσχισης της οδού μακριά από τη διάβαση.**

Εξίσου σημαντικό, είναι το γεγονός πως **η συνδιακύμανση μεταξύ των εξαρτημένων μεταβλητών είναι θετική** και στατιστικά σημαντική. Αυτό δείχνει ότι ο πεζός που διασχίζει την οδό με ένδειξη ερυθρού σηματοδότη για τους πεζούς, εμφανίζει επίσης και μεγαλύτερη πιθανότητα διάσχισης της οδού μακριά από τη διάβαση.

6 Συμπεράσματα

6.1 Σύνοψη Αποτελεσμάτων

Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτέλεσε η διερεύνηση **κρίσιμων παραγόντων αυτοδηλούμενης συμπεριφοράς και ασφάλειας των πεζών στην Ελλάδα**, με τη χρήση στατιστικών μοντέλων. Ειδικότερα, επιχειρείται η διερεύνηση των μεταβλητών που επηρεάζουν και οδηγούν τους πεζούς σε παραβατικές συμπεριφορές.

Η **συλλογή** των απαραίτητων στοιχείων για την ανάλυση πραγματοποιήθηκε από την έρευνα ESRA (E-Survey of Road users' Safety Attitudes), η οποία περιέχει στοιχεία οδικών συμπεριφορών και απόψεων για όλους τους χρήστες μίας οδού. Πιο συγκεκριμένα, επιλέχθηκε η έκδοση ESRA2 για την Ελλάδα.

Για τον σκοπό της ανάλυσης διαχωρίστηκαν οι ερωτήσεις, του ερωτηματολογίου, που απαντήθηκαν από τους πεζούς. Τη συλλογή των δεδομένων ακολούθησε η επεξεργασία τους προκειμένου να επιλεγεί η κατάλληλη μεθοδολογία και κωδικοποίησή τους με σκοπό την εισαγωγή τους στο ειδικό στατιστικό λογισμικό R - Studio. Ύστερα από σειρά δοκιμών αναπτύχθηκαν δύο μοντέλα με τη μέθοδο Διωνυμικής Λογιστικής Παλινδρόμησης, για τους παράγοντες που επηρεάζουν τους πεζούς να διασχίζουν την οδό με ένδειξη ερυθρού σηματοδότη πεζών και να διαβαίνουν την οδό μακριά από την διάβαση. Τα αποτελέσματα των συγκεκριμένων αναλύσεων παρουσιάζονται αναλυτικά στους παρακάτω πίνακες.

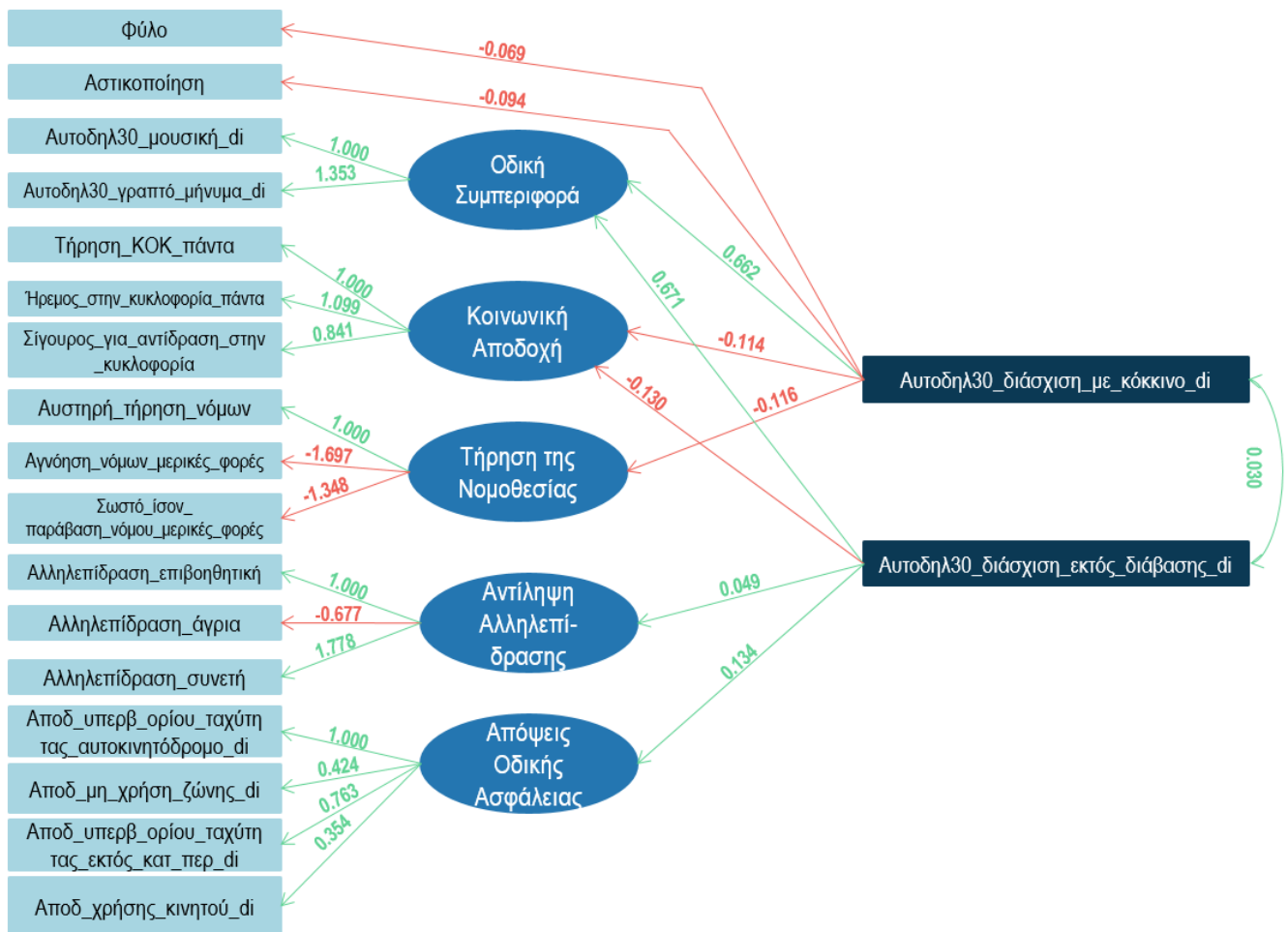
Πίνακας 6.1: Αποτελέσματα Μοντέλου Διωνυμικής Λογιστικής Παλινδρόμησης για την παραβίαση του ερυθρού σηματοδότη των πεζών κατά τη διάσχιση της οδού

Independent Variables	Beta Estimate	S.E.	z-value	P(> z)	Adj. Odds Ratio (95% CI)
(Intercept)	0,491	0,189	2,595	0,009	-
Gender (ref. male)					
Female	-0,429	0,147	-2,927	0,003	0,65 (0,49-0,87)
Self30_music_di (ref. never)					
At least once	0,402	0,153	2,630	0,009	1,49 (1,11-2,02)
Self30_text_di (ref. never)					
At least once	0,926	0,162	5,712	<0,001	2,52 (1,84-3,47)
Acc_Speeding_on_motorway_di (ref. unacceptable/neutral)					
Acceptable	0,613	0,296	2,068	0,039	1,85 (1,03-3,30)
Obligation_reflective_in_dark_di (ref. oppose/neutral)					
Support	-0,406	0,146	-2,786	0,005	0,67 (0,50-0,89)
Urbanisation (ref. urban)					
Semi-urban and rural	-0,438	0,147	-2,978	0,003	0,65 (0,48-0,86)
AIC	1136,3				
Hosmer & Lemeshow	0,595				

Πίνακας 6.2: Αποτελέσματα Μοντέλου Διωνυμικής Λογιστικής Παλινδρόμησης για τη διάσχιση της οδού μακριά από τη διάβαση πεζών (απόσταση μικρότερη από 30 μέτρα)

Independent Variables	Beta Estimate	S.E.	z-value	P(> z)	Adj. Odds Ratio (95% CI)
(Intercept)	0,928	0,200	4,646	<0,001	-
Gender (ref. male)					
Female	-0,464	0,185	-2,512	0,012	0,63 (0,44-0,90)
Self30_music_di (ref. never)					
At least once	0,641	0,210	3,045	0,002	1,90 (1,26-2,87)
Self30_text_di (ref. never)					
At least once	1,334	0,189	7,060	< 0,001	3,79 (2,62-5,49)
Acc_Speeding_outside_built_up_areas_di (ref. unacceptable/neutral)					
Acceptable	2,269	1,022	2,220	0,026	9,67 (1,30-71,73)
Obligation_not_using_headphones_di (ref. oppose/neutral)					
Support	-0,534	0,187	-2,854	0,004	0,59 (0,41-0,85)
AIC	781,87				
Hosmer & Lemeshow	0,956				

Στη συνέχεια, αναπτύχθηκε ένα επιπλέον στατιστικό μοντέλο με την **Μέθοδο Δομικών Εξισώσεων - SEM**. Το μοντέλο αυτό ερευνά τις συσχετίσεις και συνδιακυμάνσεις μεταξύ όλων των μεταβλητών που επηρεάζουν και οδηγούν τους πεζούς στις παραπάνω παραβατικές συμπεριφορές. Το διάγραμμα που ακολουθεί οπτικοποιεί και παρουσιάζει τα αποτελέσματα του μοντέλου SEM.



Διάγραμμα 6.1: Γραφική απεικόνιση αποτελεσμάτων Μοντέλου Δομικών Εξισώσεων

6.2 Συνολικά Συμπεράσματα

Από τα διάφορα στάδια εκπόνησης της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας προέκυψε μία 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 πεζοί παρουσιάζουν πιο ασφαλείς συμπεριφορές από τους άνδρες.** Αυτό πιθανότητα οφείλεται στο γεγονός ότι οι άνδρες υπερεκτιμούν πολλές φορές τις δυνατότητές τους, νιώθοντας πως κατέχουν τον έλεγχο μιας κυκλοφοριακής κατάστασης.
- **Οι κάτοικοι επαρχιακών και ημι-αστικών περιοχών εμφανίζουν μικρότερα ποσοστά παραβατικών συμπεριφορών σε σύγκριση με τους πεζούς που κατοικούν σε αστικές περιοχές.** Μια πιθανή εξήγηση του φαινομένου αυτού θα μπορούσε να είναι οι γρήγοροι ρυθμοί ζωής που επικρατούν στις αστικές περιοχές καθώς και οι αυξημένοι χρόνοι μετάβασης στον προορισμό. Επιπλέον, οι υψηλότερες ταχύτητες των οχημάτων εκτός κατοικημένων περιοχών ενδεχομένως να οδηγούν τους πεζούς σε πιο ασφαλείς συμπεριφορές.
- **Οι πεζοί που υπόκεινται σε, οποιασδήποτε μορφής, απόσπαση προσοχής σημειώνουν μεγαλύτερα ποσοστά επικίνδυνων συμπεριφορών,** γεγονός που υποδεικνύει ότι οι συγκεκριμένοι πεζοί ίσως υποτιμούν τους οδικούς κινδύνους. Επιπλέον, τα υψηλότερα ποσοστά επικίνδυνων συμπεριφορών των πεζών με απόσπαση προσοχής να οφείλονται στο μειωμένο οπτικό πεδίο και στην έλλειψη της απαραίτητης προσοχής, που προκαλείται από την ακρόαση μουσικής, την ανταλλαγή γραπτών μηνυμάτων, την ομιλία στο κινητό τηλέφωνο κ.α., που απαιτούν οι οδικές συνθήκες.
- **Οι πεζοί που, σε ορισμένες περιπτώσεις, αγνοούν την τήρηση του Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας, εμφανίζουν αυξημένη πιθανότητα επικίνδυνων οδικών συμπεριφορών.** Το αποτέλεσμα αυτό είναι λογικό, καθώς οι απόψεις σχετικά με την οδική ασφάλεια και την τήρηση των νόμων έχει άμεση σχέση με τη συμπεριφορά των χρηστών της οδού στη κυκλοφορία.
- **Τα άτομα που υποστηρίζουν την εφαρμογή νέων μέτρων ασφάλειας για τους πεζούς, όπως την υποχρεωτική ένδυση με ανακλαστικό υλικό τη νύχτα και την απαγόρευση χρήσης ακουστικών κατά τη βόδιση, εμφανίζουν χαμηλότερα ποσοστά επικίνδυνων αυτοδηλούμενων συμπεριφορών.** Το γεγονός αυτό μπορεί να οφείλεται στο αίσθημα ανασφάλειας των πεζών σχετικά με τους υπόλοιπους χρήστες της οδού με αποτέλεσμα να εμφανίζουν πιο προσεκτικές συμπεριφορές.
- **Οι θετικές και αισιόδοξες απόψεις ως προς την αλληλεπίδραση των χρηστών της οδού οδηγούν τους πεζούς σε υψηλότερα ποσοστά**

επικίνδυνων συμπεριφορών. Αυτό, μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι οι πεζοί που εμπιστεύονται τη συμπεριφορά των υπόλοιπων χρηστών της οδού, θεωρούν ότι σε περίπτωση επικίνδυνης συμπεριφοράς κατά τη διάσχιση της οδού εκ μέρους τους, η ασφάλειά τους θα εξασφαλιστεί από τη προσεκτική συμπεριφορά των υπολοίπων.

- **Τα άτομα που σέβονται τους οδικούς νόμους και διακατέχονται από ηρεμία και σιγουριά, σε συνθήκες πυκνής κυκλοφορίας, εμφανίζουν μικρότερα ποσοστά επικίνδυνων συμπεριφορών ως πεζοί.** Το γεγονός αυτό οφείλεται στην εμπειρία, την υπομονή και την ρεαλιστική γνώση των κινδύνων που δημιουργούνται από τη μη ασφαλή συμπεριφορά τόσο των οδηγών όσο και των πεζών.
- Οι πεζοί που **θεωρούν αποδεκτές επικίνδυνες συμπεριφορές** κατά την οδήγηση όπως η υπέρβαση των ορίων ταχύτητας και η μη χρήση ζώνης ασφαλείας ή κράνους, παρουσιάζουν **μεγαλύτερη συχνότητα διάσχισης της οδού μακριά από τη διάβαση πεζών.**
- Η **συνδιακύμανση** μεταξύ της διάσχισης της οδού μακριά από τη διάβαση και της διάσχισης της οδού με ερυθρή ένδειξη του σηματοδότη των πεζών είναι **θετική** και στατιστικά σημαντική. Το γεγονός αυτό υποδηλώνει ότι οι πεζοί που παρουσιάζουν τη μία επικίνδυνη συμπεριφορά διάσχισης της οδού είναι πιο πιθανό να εμφανίσουν και τη δεύτερη επικίνδυνη συμπεριφορά διάσχισης.

6.3 Προτάσεις

Με βάση τα συμπεράσματα που προέκυψαν από τη σύνθεση των αποτελεσμάτων, αλλά και σε συνδυασμό με άλλα στοιχεία, είναι δυνατό να διατυπωθούν οι συνολικές προτάσεις της Διπλωματικής Εργασίας, όπως αυτές συνοψίζονται παρακάτω.

Η βελτίωση της οδικής ασφάλειας των πεζών οφείλει να είναι **πρώτη προτεραιότητα** των μεταφορών σε κάθε σύγχρονη κοινωνία. Για τον σκοπό αυτό, θα πρέπει να διοργανώνονται εκστρατείες ευαισθητοποίησης, η επιτήρηση οφείλει να είναι στοχευμένη και οι νέες πολιτικές και στρατηγικές που χαράζονται θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τους παράγοντες που επηρεάζουν την οδική ασφάλεια των πεζών. Επιπλέον, διάφορες παρεμβάσεις στην οδική υποδομή θα μπορούσαν επίσης να ενισχύσουν την ασφάλεια των πεζών.

Τέλος, πρέπει να τονιστεί ότι η **εφαρμογή μέτρων ήπιας κυκλοφορίας** μπορεί να συμβάλλει καθοριστικά στη μείωση τόσο της ταχύτητας των οχημάτων όσο και των οδικών ατυχημάτων. Από αυτή την άποψη, αρκετές πόλεις εφαρμόζουν μέτρα ήπιας κυκλοφορίας και ζώνες ορίου ταχύτητας 30 km/h σε κεντρικές περιοχές. Αντίστοιχες πρωτοβουλίες αναμένεται να ενισχύσουν σημαντικά την οδική ασφάλεια των ευάλωτων χρηστών της οδού, όπως οι πεζοί.

Πέρα από τα ενδιαφέροντα αποτελέσματα των στατιστικών αναλύσεων, μια άλλη συμβολή της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας έγκειται στην

παρουσίαση ενός πιο **γενικευμένου μηχανισμού** μέσω του οποίου μπορούν να προσδιοριστούν τα αναμενόμενα επίπεδα συμπεριφοράς των πεζών με απλά ερωτηματολόγια. Τα παρόντα ευρήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επέκταση των γνώσεων για την οδική ασφάλεια και τις αντιλήψεις των πεζών σε επιλεγμένους πληθυσμούς-στόχους εντός των χωρών που συμμετέχουν στην έρευνα ESRA αλλά και πέρα από αυτές.

6.4 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Στο πλαίσιο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας διερευνήθηκαν οι κρίσιμοι παράγοντες αυτοδηλούμενης συμπεριφοράς και ασφάλειας των πεζών στην Ελλάδα. Μελλοντικά, θα μπορούσε να εξεταστεί η **συμπερίληψη πολλών χωρών** με διαφορετικά χαρακτηριστικά στο ίδιο μοντέλο, επιτρέποντας τη διενέργεια συγκρίσεων σε όλη την Ευρώπη ή παγκοσμίως.

Η **διερεύνηση άλλων σημαντικών παραγόντων** θα μπορούσε επίσης να συμπεριληφθεί στο μέλλον. Για παράδειγμα, η κατανάλωση αλκοόλ ή η χρήση κινητού τηλεφώνου αποτελούν μερικούς από τους παράγοντες υψηλού κινδύνου που προκαλούν θανάτους πεζών από οδικά ατυχήματα. Μια μελλοντική μελέτη θα μπορούσε να λάβει υπόψη τους προαναφερθέντες δείκτες.

Επιπλέον, θα μπορούσε να εφαρμοστούν **πρόσθετες μέθοδοι ανάλυσης**. Συγκεκριμένα, μια ανάλυση θα μπορούσε να εξετάσει συγκριτικά **πώς η συμπεριφορά των πεζών 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.

7 Βιβλιογραφικές Αναφορές

1. Beaubien, J. M. (1999). Structural Equation Modeling with LISREL, PRELIS, and SIMPLIS: Basic concepts, applications, and programming. *Personnel Psychology*, 52(3), 827.
2. Bentler, P. M. (1992). On the fit of models to covariances and methodology to the Bulletin. *Psychological bulletin*, 112(3), 400.
3. Bentler, P.M., & Bonett, D.G. (1987). "This week's citation classic. Current Contents". Institute for Scientific Information, 9 : 16.
4. Chen, S., Xing, J., & Cao, Y. (2017). The impact of waiting time on pedestrian violations at signalized Intersections. *Civil Engineering and Urban Planning: An International Journal (CiVEJ)*, 4(2), 01-13.
5. Dommès, A., Granié, M. A., Cloutier, M. S., Coquelet, C., & Huguenin-Richard, F. (2015). Red light violations by adult pedestrians and other safety-related behaviors at signalized crosswalks. *Accident Analysis & Prevention*, 80, 67-75.
6. European Commission (2022). Road safety in the EU: fatalities in 2021 remain well below pre-pandemic level. Last accessed on 15/7/2022. Retrieved from https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_2012?utm_source=ETSC&utm_campaign=6c0ca7be89-20200709-PIN_corona_briefing_COPY_01&utm_medium=email&utm_term=0_3a7b55edbf-6c0ca7be89-103253801
7. Hosmer Jr, D. W., Lemeshow, S., & Sturdivant, R. X. (2013). Applied logistic regression (Vol. 398). John Wiley & Sons.
8. Hu, L. T., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural equation modeling: a multidisciplinary journal*, 6(1), 1-55.
9. Joreskog, K. G., & Sorbom, D. (1988). LISREL 7: A Guide to the Program and Applications. Chicago, 111.: SPSS.
10. McIlroy, R. C., Nam, V. H., Bunyasi, B. W., Jikyong, U., Kokwaro, G. O., Wu, J., ... & Stanton, N. A. (2020). Exploring the relationships between pedestrian behaviours and traffic safety attitudes in six countries. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 68, 257-271.
11. Mukherjee, D., & Mitra, S. (2020). A comprehensive study on factors influencing pedestrian signal violation behaviour: Experience from Kolkata City, India. *Safety science*, 124, 104610.
12. NTUA Road Safety Observatory (2022). Slight increase in road fatalities in 2021, Greece. Last accessed on 20/4/2022. Retrieved from <https://www.nrso.ntua.gr/slight-increase-in-road-fatalities-in-2021-greece/>
13. Papadimitriou, E., Theofilatos, A., & Yannis, G. (2013). Patterns of pedestrian attitudes, perceptions and behaviour in Europe. *Safety science*, 53, 114-122.
14. Pires, C., Torfs, K., Areal, A., Goldenbeld, C., Vanlaar, W., Granié, M. A., ... & Meesmann, U. (2020). Car drivers' road safety performance: A benchmark across 32 countries. *IATSS research*, 44(3), 166-179.

15. R Core Team, (2013). R: A language and environment for statistical computing.
16. Ropaka, M., Nikolaou, D., & Yannis, G. (2020). Investigation of traffic and safety behavior of pedestrians while texting or web-surfing. *Traffic injury prevention*, 21(6), 389-394.
17. Rosenbloom, T. (2009). Crossing at a red light: Behaviour of individuals and groups. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 12(5), 389-394.
18. Rosseel, Y. (2012). Lavaan: An R package for structural equation modeling and more. Version 0.5–12 (BETA). *Journal of statistical software*, 48(2), 1-36.
19. Schwebel, D. C., Stavrinou, D., Byington, K. W., Davis, T., O'Neal, E. E., & De Jong, D. (2012). Distraction and pedestrian safety: how talking on the phone, texting, and listening to music impact crossing the street. *Accident Analysis & Prevention*, 45, 266-271.
20. Thompson, L. L., Rivara, F. P., Ayyagari, R. C., & Ebel, B. E. (2013). Impact of social and technological distraction on pedestrian crossing behaviour: an observational study. *Injury prevention*, 19(4), 232-237.
21. Tucker, L. R., & Lewis, C. (1973). A reliability coefficient for maximum likelihood factor analysis. *Psychometrika*, 38(1), 1-10.
22. World Health Organization - WHO (2018). Global status report on road safety 2018: summary (No. WHO/NMH/NVI/18.20). Last accessed on 25/5/2022. Retrieved from <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565684>
23. Yannis, G., Nikolaou, D., Laiou, A., Stürmer, Y. A., Buttler, I., & Jankowska-Karpa, D. (2020). Vulnerable road users: Cross-cultural perspectives on performance and attitudes. *IATSS research*, 44(3), 220-229.
24. Zhang, W., Wang, K., Wang, L., Feng, Z., & Du, Y. (2016). Exploring factors affecting pedestrians' red-light running behaviors at intersections in China. *Accident Analysis & Prevention*, 96, 71-78.
25. ΕΛ.ΣΤΑΤ. (2022). Οδικά Τροχαία Ατυχήματα - Ετήσια. Last accessed on 15/7/2022. Retrieved from <https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SDT04/>
26. Ζερβαλάκη, Θ. (2007). Μελέτη ικανοποίησης & αφοσίωσης πελατών βασισμένη σε ένα μοντέλο δομικών εξισώσεων: Εμπειρική εφαρμογή σε μια αλυσίδα supermarkets. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά.