



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ



Διερεύνηση της αποδοχής της μείωσης
του ορίου ταχύτητας στα 30 km/h στις
κατοικημένες περιοχές της Ελλάδας

Κωνσταντίνα Γκουντινάκου

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

Αθήνα, Μάρτιος 2026

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Γιώργο Γιαννή, καθηγητή της σχολής Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π. για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε με την ανάθεση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, καθώς και για την επίβλεψη και την πολύτιμη καθοδήγηση του.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω εξίσου θερμά και την Αρμίρα Κονταξή, Διδάκτορα του Ε.Μ.Π., για τον χρόνο και την πολύτιμη βοήθεια που μου προσέφερε σε όλα τα στάδια της εκπόνησης της εργασίας, καθώς η συμβολή της υπήρξε καθοριστική.

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

Αθήνα, Μάρτιος 2026
Γκουντινάκου Κωνσταντίνα

Διερεύνηση της αποδοχής της μείωσης του ορίου ταχύτητας στα 30 km/h στις κατοικημένες περιοχές στην Ελλάδα

Κωνσταντίνα Γκουντινάκου

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

Σύνοψη

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση και η ανάλυση της αποδοχής των οδηγών σχετικά με τη μείωση του ορίου ταχύτητας από τα 50 χλμ./ώρα στα 30 χλμ./ώρα στο αστικό οδικό δίκτυο των πόλεων της Ελλάδας. Για αυτόν τον σκοπό, αναπτύχθηκε ειδικό ερωτηματολόγιο που απαντήθηκε από 302 οδηγούς με βάση τη μέθοδο της δεδηλωμένης προτίμησης για 10 υποθετικά σενάρια με διακυμάνσεις των μεταβλητών χρόνου, κατανάλωσης καυσίμου και πιθανότητας οδικού ατυχήματος με τραυματισμό. Τα δεδομένα που αντλήθηκαν, επεξεργάστηκαν, αναλύθηκαν και μετά από πολλές δοκιμές αναπτύχθηκαν ένα πολυωνυμικό μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης και δύο διωνυμικά μοντέλα λογιστικής παλινδρόμησης για την κατανόηση των παραγόντων που επηρεάζουν την αποδοχή των οδηγών ενός αστικού κέντρου στη μείωση του ορίου ταχύτητας. Έτσι προέκυψαν οι μεταβλητές που επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την αποδοχή των οδηγών όπως η αύξηση του χρόνου ταξιδιού, που μειώνει την πιθανότητα επιλογής της μείωσης του ορίου ταχύτητας, η μείωση κατανάλωσης καυσίμου, η μείωση πιθανότητας οδικών ατυχημάτων με τραυματισμό, η συχνότητα οδήγησης, ο ρόλος της ταχύτητας για την πρόκληση ατυχημάτων, ο ρόλος των πεζών στην επιλογή ταχύτητας οδήγησης, που αυξάνουν την πιθανότητα επιλογής της μείωσης του ορίου ταχύτητας και ορισμένα δημογραφικά στοιχεία. Με αυτό τον τρόπο προκύπτουν και ευρήματα σχετικά με την κοινωνική αποδοχή του μέτρου σε σχέση με τα χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων, όπως το φύλο, η ηλικία, η μόρφωση, η οδηγική συμπεριφορά και ούτω καθεξής.

Λέξεις κλειδιά: μείωση του ορίου ταχύτητας, zone 30, λογιστική παλινδρόμηση, λογιστική πολυωνυμική παλινδρόμηση, λογιστική διωνυμική παλινδρόμηση, δεδηλωμένη προτίμηση

Investigation of the acceptance of reducing the speed limit to 30 km/h in all urban areas in Greece

Konstantina Gkoutinakou

Supervisor : George Yannis, Professor NTUA

Abstract

The objective of this thesis is to investigate and analyze the acceptance of drivers regarding the reduction of the speed limit from 50 km/h to 30 km/h in the urban road network of Greek cities. For this purpose, a special questionnaire was developed that was answered by 302 drivers based on the method of declared preference for 10 hypothetical scenarios with variations in time, fuel consumption, and the probability of a road accident with injury. Data were collected, processed, analyzed, and after many tests, a polynomial regression model and two binary regression models were developed to understand the factors that affect the acceptance of drivers in a city center to reduce speed limits. This revealed the variables that significantly affect driver acceptance, such as increased travel time, reduced fuel consumption, reduced likelihood of road accidents with injury, driving frequency, the role of speed in causing accidents, the role of pedestrians in choosing driving speed, and certain demographic factors. This way, findings are also obtained regarding the social acceptance of the measure in relation to the characteristics of the participants, such as gender, age, education, driving behavior, and so on.

Keywords: speed limit reduction, zone 30, logistic regression, logistic multinomial model, logistic binary model, declared preference

Περίληψη

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί η διερεύνηση και η ανάλυση της **αποδοχής** των οδηγών σχετικά με τη μείωση του ορίου ταχύτητας από τα 50 χλμ./ώρα στα 30 χλμ./ώρα στο αστικό οδικό δίκτυο των πόλεων της Ελλάδας.

Αφού προσδιορίστηκε ο βασικός στόχος της έρευνας, στην συνέχεια πραγματοποιήθηκε εκτενής **βιβλιογραφική ανασκόπηση** σχετικά με το αντικείμενο της μελέτης. Από την διερεύνηση της διαθέσιμης βιβλιογραφίας σχετικά με την μείωση του ορίου ταχύτητας στα 30 χλμ./ώρα σε αστικούς ιστούς, αντλήθηκαν σημαντικές πληροφορίες για τις επιπτώσεις μιας τέτοιας αλλαγής. Πιο συγκεκριμένα, αντλήθηκαν πληροφορίες για τις επιπτώσεις στα ατυχήματα, την κατανάλωση καυσίμου, το περιβάλλον και της ποιότητα ζωής των πολιτών, με βάση παραδειγμάτων από πόλεις που έχουν εφαρμόσει παρόμοια μέτρα.

Έπειτα, για τους σκοπούς της έρευνας, συντάχθηκε και διανεμήθηκε ειδικά διαμορφωμένο **ερωτηματολόγιο**, βασισμένο στην μέθοδο της δεδηλωμένης προτίμησης. Στο πλαίσιο αυτό, τα σημεία που εξετάστηκαν ήταν τρεις εναλλακτικές περιπτώσεις με τη μορφή 10 σεναρίων για διαφορετικές τιμές χρόνου διαδρομής, μείωσης του ποσοστού κατανάλωσης καυσίμου και μείωση του ποσοστού της πιθανότητας οδικών ατυχημάτων και οι ερωτήσεις αν οι συμμετέχοντες συμφωνούν με τη μείωση των ορίων ταχύτητας από 50χλμ/ώρα σε 30χλμ/ώρα σε όλο το αστικό δίκτυο και αν συμφωνούν με τη μείωση των ορίων ταχύτητας από 50χλμ/ώρα σε 30χλμ/ώρα σε όλο το αστικό δίκτυο εκτός των κυρίων αρτηριών (50χλμ/ώρα) με απαντήσεις 'Ναι' ή 'Όχι'.

Τα δεδομένα που αντλήθηκαν, επεξεργάστηκαν και αναλύθηκαν με ειδικά μαθηματικά μοντέλα. Μετά από πολλές δοκιμές αναπτύχθηκαν ένα **πολυωνυμικό** μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης για τα σεναρία και δύο **δυσωνυμικά** μοντέλα λογιστικής παλινδρόμησης για τις δύο ερωτήσεις. Τα αποτελέσματα των μοντέλων παρουσιάζονται συνολικά στον πίνακα 1 παρακάτω.

Με αυτό τον τρόπο, εξάχθηκαν συμπεράσματα σχετικά με την αποδοχή των οδηγών ενός αστικού κέντρου σχετικά με τη μείωση της ταχύτητας στα 30 χλμ./ώρα, λαμβάνοντας υπόψη τον χρόνο διαδρομής, την κατανάλωση καυσίμου και την πιθανότητα οδικών ατυχημάτων. Ενώ παράλληλα, προκύπτουν και ευρήματα σχετικά με την κοινωνική αποδοχή του μέτρου σε σχέση με τα χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων, όπως το φύλο, η ηλικία, η μόρφωση, η οδηγική συμπεριφορά και ούτω καθεξής.

Πίνακας 1: Συνολικά τα αποτελέσματα των πολυωνυμικών και διωνυμικών μοντέλων

	ΠΟΛΥΩΝΥΜΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ				ΔΙΩΝΥΜΙΚΑ			
	U1		U2		BLR2		BLR1	
	1η Εναλλακτική: μείωση σε 30χλμ/ώρα σε όλο το αστικό δίκτυο σε σχέση με καμία μεταβολή		2η Εναλλακτική: μείωση της ταχύτητας από 50χλμ/ώρα σε 30χλμ/ώρα σε όλο το αστικό δίκτυο εκτός των κυρίων αρτηριών (50χλμ/ώρα)		Συμφωνείτε με τη μείωση των ορίων ταχύτητας από 50χλμ/ώρα σε 30χλμ/ώρα σε όλο το αστικό δίκτυο;		Συμφωνείτε με τη μείωση των ορίων ταχύτητας από 50χλμ/ώρα σε 30χλμ/ώρα σε όλο το αστικό δίκτυο εκτός των κυρίων αρτηριών (50χλμ/ώρα);	
Μεταβλητές	Συντελεστές	p-value	Συντελεστές	p-value	Συντελεστές	p-value	Συντελεστές	p-value
Αύξηση χρόνου ταξιδιού	-0,193	<0,001	-0,193	<0,001				
Μείωση κατανάλωσης καυσίμου	0,029	<0,001	0,029	<0,001				
Μείωση πιθανότητας ατυχήματος	0,021	<0,001	0,021	<0,001				
Σταθερός όρος	-0,593	0,052	-0,728	0,003	-1,107	<0,001	-1,613	<0,001
Συχνότητα οδήγησης με μια φορά την εβδομάδα ή σπανιότερα	0,841	2,88E-10	0,516	<0,001	0,682	<0,001	1,625	<0,001
Πάνω από 3 κλήσεις τα τελευταία 3 χρόνια	-1,407	<0,001	-0,704	<0,001			-0,907	<0,001
Αρκετά ή πάρα πολύ σημαντικός ο ρόλος της ταχύτητας στα ατυχήματα	1,035	<0,001	1,352	<0,001			1,465	<0,001
Πολύ σημαντικός ο ρόλος της παρουσίας της τροχαίας για επιλογή ταχύτητας	-1,228	<0,001	-0,893	<0,001				
Φύλλο(γυναίκες)	1,314	<0,001	1,142	<0,001	0,814	<0,001	0,63	<0,001
Αρκετά ή πάρα πολύ ανησυχία για την εμπλοκή σε ατύχημα με παθόντες							0,961	<0,001
Ηλικία(πάνω από 35)							0,962	<0,001
Οδηγική εμπειρία(πάνω από 10 έτη)					0,28	0,002		
Αρκετά ή πολύ σημαντικός ο παράγοντας του τύπου της οδού για επιλογή ταχύτητας					0,487	<0,001		
Αρκετά ή πολύ σημαντικός ο παράγοντας παρουσίας πεζών για επιλογή ταχύτητας					-0,389	<0,001		
Επάγγελμα(οικιακά, άνεργος, άλλο)					-0,333	<0,001		

Πιο συγκεκριμένα συμπεραίνεται :

1) Μόλις το **37%** των συμμετεχόντων της έρευνας **συμφωνεί** με την **καθολική μείωση του ορίου ταχύτητας** στα 30 χλμ./ώρα, ενώ το **73%** **συμφωνεί** με την μείωση του ορίου ταχύτητας στα 30 χλμ./ώρα **με εξαιρέσεις**. Συνεπώς πιθανόν οι συμμετέχοντες να είναι πιο δεκτικοί με την δεύτερη εναλλακτική.

2) Επιβεβαιώνεται ότι ο **χρόνος διαδρομής, η κατανάλωση καυσίμου και η πιθανότητα οδικών ατυχημάτων** αποτελούν **βασικούς παράγοντες** για τις επιλογές των ερωτηθέντων. Με την αύξηση του χρόνου διαδρομής παρουσιάζεται μείωση της πιθανότητας να συμφωνήσουν με μείωση του ορίου ταχύτητας. Αντίθετα, με την μείωση της κατανάλωσης καυσίμου και της πιθανότητας ατυχήματος με σοβαρό τραυματισμό παρατηρείται αύξηση της πιθανότητας επιλογής της μείωσης του ορίου ταχύτητας στο αστικό οδικό δίκτυο.

3) Ερωτηθέντες με μικρή **συχνότητα οδήγησης** (1 φορά την εβδομάδα και σπανιότερα) είναι 1,7 έως 5 φορές πιθανότερο να συμφωνήσουν με οποιαδήποτε εναλλακτική

μείωσής του ορίου ταχύτητας στα 30 χλμ./ώρα στο οδικό δίκτυο. Αυτό πιθανόν να σημαίνει ότι, οι ερωτηθέντες οι οποίοι δεν χρησιμοποιούν κάποιο Ι.Χ. ως κύριο μέσο μετακίνησης είναι αρκετά θετικοί σε αυτή την αλλαγή, καθώς δεν επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από την αύξηση του χρόνου.

4) Συμμετέχοντες οι οποίοι θεωρούν τον **ρόλο της ταχύτητας** «αρκετά» ή «πάρα πολύ» σημαντικό για την πρόκληση ατυχημάτων και την σοβαρότητα τους είναι κατά 2,8 έως 4,5 φορές πιθανότερο να συμφωνήσουν με οποιαδήποτε εναλλακτική μείωσής του ορίου ταχύτητας στα 30 χλμ./ώρα στο οδικό δίκτυο. Αυτό πιθανότατα σημαίνει ότι εφόσον αναγνωρίζουν την ταχύτητα ως βασικό παράγοντα στα ατυχήματα, είναι και πιο πιθανό να συμφωνήσουν και σε ένα τέτοιο μέτρο.

5) Οι ερωτώμενοι οι οποίοι έχουν λάβει περισσότερες από **3 κλήσεις για παραβάσεις του ΚΟΚ** τα τελευταία 3 χρόνια είναι κατά 50-75% λιγότερο πιθανό να συμφωνήσουν με οποιαδήποτε εναλλακτική μείωσης του ορίου ταχύτητας στα 30 χλμ./ώρα στο οδικό δίκτυο. Αυτό είναι πιθανό να σημαίνει ότι οδηγοί που έχουν λάβει πολλές κλήσεις για παραβάσεις είναι λιγότερο δεκτικοί στο να ανταποκριθούν θετικά σε μια τέτοια αλλαγή.

6) Συμμετέχοντες οι οποίοι θεωρούν πάρα πολύ σημαντικό τον παράγοντα της **παρουσίας τροχαίας** για την επιλογή ταχύτητας οδήγησης είναι κατά 59-71% λιγότερο πιθανό να συμφωνήσουν σε μείωση του ορίου ταχύτητας. Αυτό μπορεί να δείχνει ότι αυτοί οι οδηγοί είναι δεκτικοί να συμμορφωθούν με μικρότερη ταχύτητα μόνο κατά την παρουσία τροχαίας.

7) Όσοι είναι αρκετά ή πάρα πολύ **ανήσυχτοι** για το ενδεχόμενο να **εμπλακούν σε οδικό ατύχημα** με παθόντες είναι κατά 2,6 φορές πιθανότερο να συμφωνήσουν στη μείωση από 50 χλμ./ώρα στα 30χλμ./ώρα σε όλο το οδικό δίκτυο εκτός των κύριων αρτηριών, γεγονός που ενδέχεται να σημαίνει ότι οι οδηγοί αυτοί λόγω της ανησυχίας τους επιλέγουν να οδηγούν με μικρότερες ταχύτητες.

8) Οι ερωτώμενοι οι οποίοι έχουν **οδηγική εμπειρία πάνω από 10 έτη** είναι 32% πιθανότερο να συμφωνήσουν με την μείωση από 50 χλμ./ώρα στα 30χλμ./ώρα σε όλο το οδικό δίκτυο. Αυτό πιθανόν να δείχνει ότι άτομα με μεγαλύτερη εμπειρία είναι πιο ανήσυχα σε θέματα ταχύτητας και ασφάλειας.

9) Συμμετέχοντες οι οποίοι θεωρούν πολύ σημαντικό τον παράγοντα του **τύπου της οδού** στην επιλογή της ταχύτητας οδήγησής είναι 62,7% πιθανότερο να είναι σύμφωνοι με την μείωση από 50 χλμ./ώρα στα 30χλμ./ώρα σε όλο το οδικό δίκτυο. Αυτό πιθανόν να δείχνει ότι αυτοί οι οδηγοί είναι ενήμεροι ότι ο τύπος της οδού παίζει σημαντικό ρόλο στην επιλογή της ταχύτητας οδήγησης.

10) **Γυναίκες** οδηγοί φαίνεται να είναι κατά 1,9 έως 3,7 φορές πιθανότερο να είναι θετικότερη οποιαδήποτε μείωση ορίου ταχύτητας. Αυτό συμφωνεί με τη διεθνή βιβλιογραφία όπου οι γυναίκες οδηγοί τείνουν να οδηγούν με χαμηλότερες ταχύτητες.

11) Συμμετέχοντες **ηλικίας 35 και άνω** είναι κατά 2,6 φορές πιθανότερο να είναι σύμφωνοι με την μείωση από 50 χλμ./ώρα στα 30χλμ./ώρα σε όλο το οδικό δίκτυο εκτός των κύριων αρτηριών. Γεγονός που φαίνεται να δείχνει ότι άτομα μεγαλύτερης ηλικίας είναι πιο ανήσυχα σε θέματα ταχύτητας.

12) Ερωτώμενοι, οι οποίοι έχουν επιλέξει στο **επάγγελμα** τις απαντήσεις φοιτητής, ελεύθερος επαγγελματίας ή ιδιωτικός υπάλληλος και δημόσιος υπάλληλος είναι κατά 71,7% πιθανότερο να συμφωνήσουν στην μείωση από 50 χλμ./ώρα στα 30χλμ./ώρα σε όλο το οδικό δίκτυο. Αυτό μπορεί να σημαίνει ότι άτομα, τα οποία έχουν κάποια μόρφωση είναι πιθανό να είναι δεκτικοί στην μείωση του ορίου ταχύτητας.

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή	12
1.1 Γενική ανασκόπηση	12
1.1.1 Μετακινήσεις και οδική ασφάλεια	12
1.1.2 Ταχύτητα και οδικά ατυχήματα	12
1.1.3 Ταχύτητα και ποιότητα ζωής	12
1.2 Στόχος της διπλωματικής εργασίας	13
1.3 Μεθοδολογία.....	13
1.4 Δομή της διπλωματικής εργασίας	15
Κεφάλαιο 2: Βιβλιογραφική ανασκόπηση	17
2.1 Εισαγωγή	17
2.2 Χρόνος διαδρομής	17
2.3 Κατανάλωση καυσίμου.....	18
2.4 Οδικά ατυχήματα	18
2.5 Περιβάλλον	19
2.6 Κοινωνική αποδοχή.....	20
2.7 Σύνοψη	20
Κεφάλαιο 3: Θεωρητικό υπόβαθρο	22
3.1 Εισαγωγή	22
3.2 Μέθοδοι δεδηλωμένης και αποκαλυπτόμενης προτίμησης.....	22
3.3 Μέθοδοι στατιστικής ανάλυσης.....	23
3.3.1 Εισαγωγή στην στατιστική.....	23
3.3.2 Γραμμική παλινδρόμησης (Linear Regression)	23
3.3.3 Πιθανοτική ανάλυση (Probit Analysis).....	23
3.3.4 Ανάλυση διακριτότητας (Discriminant Analysis)	23
3.3.5 Λογιστική παλινδρόμηση (Logistic Regression)	24
3.4 Λογιστική παλινδρόμηση	24
3.5 Κριτήρια αποδοχής μοντέλου.....	25
3.5.1 Εισαγωγή.....	25
3.5.2 Συντελεστές.....	25
3.5.3 Ελαστικότητα και ψευδοελαστικότητα.....	25
3.5.4 Στατιστική σημαντικότητα	26
3.5.5 Συσχέτιση παραμέτρων	26

3.5.6 Συντελεστής προσαρμογής R^2	26
3.5.7 Μέγιστη πιθανοφάνεια.....	27
3.5.8 Κριτήρια AIC και BIC	27
3.6 Στοχαστική χρησιμότητα και μοντέλα διακριτής επιλογής	27
Κεφάλαιο 4: Συλλογή και επεξεργασία στοιχείων	29
4.1 Εισαγωγή	29
4.2 Συλλογή στοιχείων	29
4.2.1 Το ερωτηματολόγιο.....	29
4.2.2 Οι ενότητες	30
4.2.3 Τα σενάρια	30
4.2.4 Συλλογή ερωτηματολογίων	31
4.3 Επεξεργασία στοιχείων	32
4.4 Συγκεντρωτικά στοιχεία	34
Κεφάλαιο 5: Στατιστική ανάλυση	37
5.1 Εισαγωγή	37
5.2 Διαμόρφωση μοντέλου πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης	37
5.2.1 Κώδικας στο R-Studio	37
5.2.2 Συνάρτηση χρησιμότητας του μοντέλου πολυωνυμικής παλινδρόμησης.....	42
5.2.3 Στατιστικός έλεγχος πολυωνυμικού μοντέλου	43
5.2.4 Ερμηνεία αποτελεσμάτων πολυωνυμικού μοντέλου.....	45
5.2.5 Ανάλυση ευαισθησίας	47
5.3 Διαμόρφωση μοντέλου διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης.....	51
5.3.1 Κώδικας στο R-Studio	51
5.3.2 Συνάρτηση χρησιμότητας του μοντέλου διωνυμικής παλινδρόμησης	53
5.3.3 Στατιστικός έλεγχος διωνυμικού μοντέλου.....	55
5.3.4 Ερμηνεία αποτελεσμάτων των διωνυμικών μοντέλων.....	57
Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα	60
6.1 Σύνοψη	60
6.2 Συμπεράσματα	61
6.3 Προτάσεις.....	63
6.4 Περαιτέρω έρευνα	64
Παράρτημα	65

Ερωτηματολόγιο έρευνας για τη μείωση του ορίου ταχύτητας στο αστικό δίκτυο της Ελλάδας	65
A. Οδηγική Εμπειρία-Μετακινήσεις.....	65
B. Απόψεις - Συμπεριφορά	66
Γ. Προτιμήσεις	67
Δ. Δημογραφικά Στοιχεία	70
Βιβλιογραφία.....	72

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

1.1 Γενική ανασκόπηση

1.1.1 Μετακινήσεις και οδική ασφάλεια

Σε ένα κόσμο που εξελίσσεται με ραγδαίους ρυθμούς και σημειώνει συνεχή τεχνολογική και οικονομική πρόοδο, είναι λογικό οι ρυθμοί της καθημερινότητας να γίνονται ολοένα και πιο γρήγοροι. Έτσι, καθώς οι αστικοί ιστοί των πόλεων αναπτύσσονται, αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητας αποτελούν οι μετακινήσεις, τόσο για την μεταφορά υλικών και αγαθών και την εξυπηρέτηση του εμπορίου, όσο και για τον κάθε άνθρωπο ξεχωριστά, ο οποίος μετακινείται καθημερινά για την εργασία, τις δουλειές, την βόλτα του. Όλα τα παραπάνω, σε συνδυασμό την αστικοποίηση και τον αυξημένο πληθυσμό των αστικών κέντρων, έχουν ως αποτέλεσμα οι μετακινήσεις να είναι πιο αυξημένες από ποτέ. Το γεγονός αυτό, έχει σημαντικό αντίκτυπο στο κυκλοφοριακό σύστημα, το οποίο αντιμετωπίζει συνεχείς προκλήσεις που σχετίζονται με την κυκλοφοριακή συμφόρηση, την ατμοσφαιρική ρύπανση, τον θόρυβο και φυσικά τα οδικά ατυχήματα. Συμπεραίνεται, λοιπόν, ότι εφόσον οι μετακινήσεις αποτελούν άρρηκτο κομμάτι της καθημερινότητας, είναι αναγκαίο, **η βελτίωση της οδικής ασφάλειας να αποτελέσει προτεραιότητα** για τους δήμους και τις αρμόδιες αρχές κάθε πόλης.

1.1.2 Ταχύτητα και οδικά ατυχήματα

Σε αυτό το πλαίσιο, η **ταχύτητα** των οχημάτων αποτελεί ένα θεμελιώδη παράγοντα για την λειτουργικότητα, την βιωσιμότητα και την ποιότητα ζωής των πόλεων. Έχει αποδειχθεί ότι η αυξημένη ταχύτητα των οχημάτων συνδέεται άμεσα με την πρόκληση και την σοβαρότητα των οδικών ατυχημάτων. Τα τελευταία χρόνια, πολλές χώρες έχουν προχωρήσει στην μείωση του ορίου ταχύτητας από τα 50 χλμ./ώρα στα 30 χλμ./ώρα σε τμήματα ή στο σύνολο του αστικού ιστού, με σκοπό να δημιουργήσουν πιο ασφαλείς και λειτουργικές πόλεις. Με αυτή την μείωση προκύπτουν πολλαπλά οφέλη, με σημαντικότερο να αποτελεί η αισθητή μείωση της πιθανότητας ατυχήματος. Αυτό συμβαίνει, γιατί με τη μείωση της ταχύτητας κυκλοφορίας, ο χρόνος αντίδρασης του οδηγού αυξάνεται, με αποτέλεσμα να διαθέτει περισσότερο χρόνο να αντιληφθεί και να δράσει ώστε να αποφευχθεί ο κίνδυνος. Παράλληλα, σε ένα οδικό δίκτυο που ο κυκλοφοριακός φόρτος είναι αυξημένος, οι ταχύτητες των οχημάτων είναι ήδη χαμηλές. Έτσι, με την θέσπιση του ορίου στα 30χλμ./ώρα έχει παρατηρηθεί μείωση των αποστάσεων φρεναρίσματος, με αποτέλεσμα να υπάρχει μεγαλύτερος διαθέσιμος χώρος μεταξύ των οχημάτων που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πιθανούς ελιγμούς, εξομαλύνοντας έτσι την πιθανή κυκλοφοριακή συμφόρηση .

1.1.3 Ταχύτητα και ποιότητα ζωής

Η ελάττωση του ορίου ταχύτητας από τα 50 χλμ./ώρα στα 30 χλμ./ώρα, πέρα από μείωση των οδικών ατυχημάτων και την ασφάλεια που προσφέρει σαν μέτρο, αποτελεί παράγοντα για πολλά άλλα οφέλη που βελτιώνουν άμεσα την **ποιότητα ζωής** των πολιτών. Το **περιβάλλον** επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από την ταχύτητα, καθώς σχετίζεται με τις εκπομπές επιζήμιων αερίων και ρύπων. Το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) είναι γνωστό ότι

παράγεται αναλογικά με την κατανάλωση καυσίμου κάθε οχήματος. Έτσι, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, με την μείωση της ταχύτητας, η κίνηση γίνεται πιο ομαλή και τα οχήματα κινούνται με χαμηλές επιταχύνσεις χωρίς να χρειάζεται να κάνουν απότομα φρεναρίσματα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, την αισθητή μείωση της κατανάλωσης καυσίμου, άρα και κατ' επέκταση του διοξειδίου του άνθρακα, γεγονός το οποίο συμβάλει στην προστασία του περιβάλλοντος και της ατμόσφαιρας. Επιπλέον, χαμηλότερες ταχύτητες δημιουργούν και **λιγότερο θόρυβο**, σημειώνοντας βελτίωση και στο πρόβλημα της αυξημένης ηχορύπανσης. Συμπερασματικά, η μείωση της ταχύτητας επηρεάζει σημαντικά την ζωή των πολιτών που πραγματοποιούν τις καθημερινές τους μετακινήσεις και προσφέρει θεμελιώδη οφέλη, όπως αυτό της δημόσιας υγείας, τόσο με την μείωση οδικών ατυχημάτων όσο και με την μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Όλα τα παραπάνω προκαλούν αισθητή βελτίωση στην ποιότητα ζωής των ανθρώπων και την ίδια στιγμή τους ενθαρρύνει και τους προτρέπει να κυκλοφορήσουν περισσότερο και ως πεζοί σε ένα πιο ασφαλές και βιώσιμο οδικό περιβάλλον.

1.2 Στόχος της διπλωματικής εργασίας

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η **διερεύνηση και η ανάλυση της αποδοχής των οδηγών σχετικά με τη μείωση του ορίου ταχύτητας από τα 50 χλμ./ώρα στα 30 χλμ./ώρα** στο αστικό οδικό δίκτυο των πόλεων της Ελλάδας.

Για τους σκοπούς της έρευνας, συντάχθηκε ερωτηματολόγιο και στην συνέχεια τα δεδομένα που αντλήθηκαν, επεξεργάστηκαν και αναλύθηκαν με ειδικά μαθηματικά μοντέλα. Με αυτό τον τρόπο, εξάχθηκαν συμπεράσματα σχετικά με την αποδοχή των οδηγών ενός αστικού κέντρου σε ένα μέτρο όπως η μείωση της ταχύτητας, λαμβάνοντας υπόψη τον χρόνο διαδρομής, την κατανάλωση καυσίμου και την πιθανότητα οδικών ατυχημάτων. Ενώ παράλληλα, προκύπτουν και ευρήματα σχετικά με την κοινωνική αποδοχή του μέτρου σε σχέση με τα χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων, όπως το φύλο, η ηλικία, η μόρφωση, η οδηγική συμπεριφορά και ούτω καθεξής.

Βασικότερος στόχος αυτής της διπλωματικής εργασίας αποτελεί η διεξαγωγή των αποτελεσμάτων να φανεί χρήσιμη σε μελλοντικές έρευνες που θα εξελίσσουν ακόμα περισσότερο το συγκεκριμένο θέμα, καθώς και στους αρμόδιους φορείς που είναι υπεύθυνοι για την λήψη σχετικών αποφάσεων, που θα μετατρέψουν τα αστικά κέντρα σε πιο ασφαλή και βιώσιμα περιβάλλοντα για τους πολίτες.

1.3 Μεθοδολογία

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο παρουσιάζεται συνοπτικά η **μεθοδολογία** που ακολουθήθηκε για την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας όπως φαίνεται και στην εικόνα 1.1.

Αρχικά καθορίστηκε ο **στόχος** και το ζητούμενο της διπλωματικής εργασίας όπως αναφέρθηκε και αναλύθηκε στο κεφάλαιο 1.2.

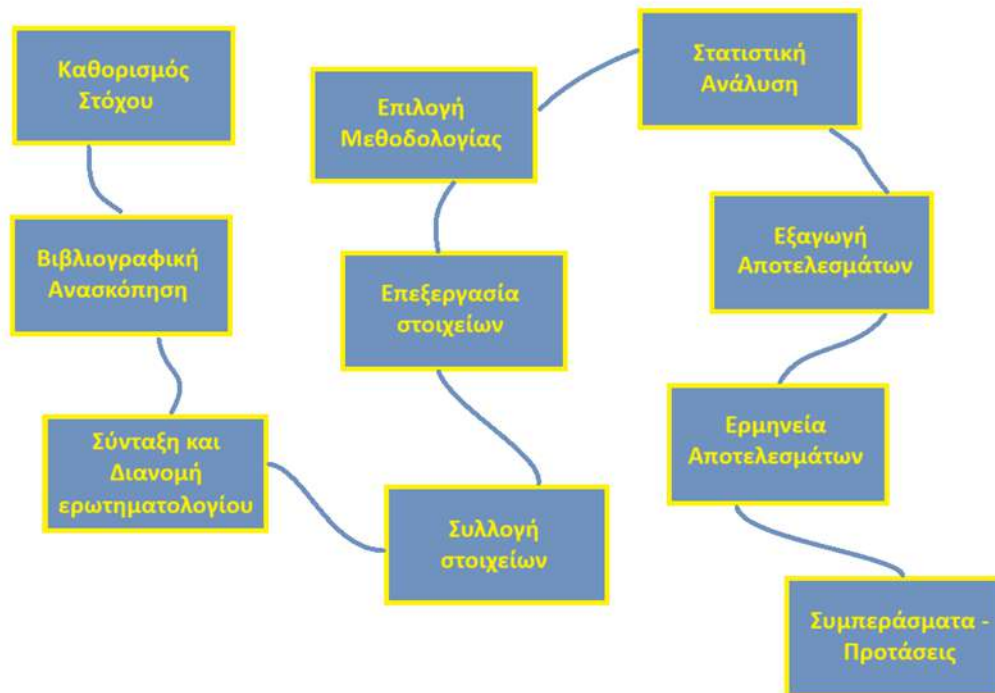
Στην συνέχεια, πραγματοποιήθηκε εκτενής και αναλυτική έρευνα στην διαθέσιμη βιβλιογραφία με σκοπό την εξοικείωση και την εμβάθυνση στο συγκεκριμένο θέμα. Με την

σχετική **βιβλιογραφία**, στην οποία περιλαμβάνονται έρευνες, επιστημονικά άρθρα και τεχνικές εκθέσεις, αντλήσαμε χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με την επιρροή που έχει η μείωση του ορίου ταχύτητας από τα 50 χλμ./ώρα στα 30 χλμ./ώρα στο αστικό δίκτυο ευρωπαϊκών αλλά και διεθνών πόλεων. Να σημειωθεί ότι εστιάσαμε κυρίως στις ποσοτικές μεταβολές των στοιχείων, όπως χρόνος διαδρομής, κατανάλωση καυσίμου και οδικά ατυχήματα για να καταλάβουμε το ποσοτικό μέγεθος των ωφελειών.

Προκειμένου να αντλήσουμε πληροφορίες και δεδομένα σχετικά με τη μείωση του ορίου ταχύτητας από τα 50 χλμ./ώρα στα 30 χλμ./ώρα στο αστικό δίκτυο της Ελλάδας, συντάχθηκε ένα **ερωτηματολόγιο** με χρήση του Google Forms. Αυτό διανεμήθηκε σε υποψήφιους συμμετέχοντες και συγκεντρώθηκαν 302 συνολικά απαντήσεις. Το ερωτηματολόγιο βασίστηκε στη μέθοδο δεδηλωμένης προτίμησης (stated preference) και περιείχε απλές ερωτήσεις σχετικά με την οδηγική συμπεριφορά, συνήθειες και αντιλήψεις των συμμετεχόντων, καθώς και μια σειρά δέκα διαφορετικών σεναρίων στα οποία έπρεπε να επιλέξουν μεταξύ τριών εναλλακτικών (Εναλλακτική 1: μείωση 30 χλμ./ώρα παντού, Εναλλακτική 2: μείωση 30 χλμ./ώρα με εξαιρέσεις, Σημερινή κατάσταση: Καμία μεταβολή).

Αφού συλλέχθηκαν τα ερωτηματολόγια, πραγματοποιήθηκε επεξεργασία και κωδικοποίηση των στοιχείων, έτσι ώστε να είναι αντιληπτά από το πρόγραμμα ανάλυσης δεδομένων. Επιλέχθηκε το πρόγραμμα **R-Studio**, το οποίο χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό σε τέτοιου είδους έρευνες, και αναπτύχθηκαν δύο τύποι στατιστικών μοντέλων. Αρχικά, η **πολυωνυμική** λογιστική παλινδρόμηση (multinomial logistic regression) χρησιμοποιήθηκε στο κομμάτι των σεναρίων του ερωτηματολογίου, με εξαρτημένη μεταβλητή την επιλογή μιας εκ των τριών εναλλακτικών απαντήσεων (Εναλλακτική 1: μείωση 30 χλμ./ώρα παντού, Εναλλακτική 2: μείωση 30 χλμ./ώρα με εξαιρέσεις, Σημερινή κατάσταση: Καμία μεταβολή) και ανεξάρτητες μεταβλητές το χρόνο διαδρομής, την κατανάλωση καυσίμου, την πιθανότητα οδικού ατυχήματος, καθώς και άλλες μεταβλητές από το ερωτηματολόγιο. Παράλληλα, εφαρμόστηκε και η **διωνυμική** λογιστική παλινδρόμηση (binary logistic regression), η οποία χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να βρεθούν οι μεταβλητές και τα χαρακτηριστικά που επηρεάζουν σημαντικά την εξαρτημένη μεταβλητή, δηλαδή για παράδειγμα την απόφαση 'Ναι' ή 'Όχι' στην μείωση του ορίου ταχύτητας στο αστικό οδικό δίκτυο.

Με αυτά τα δύο μοντέλα που αναπτύχθηκαν, ολοκληρώθηκε η στατιστική ανάλυση και στην συνέχεια ακολούθησε η διαδικασία της **αξιολόγησης** και ερμηνείας των αποτελεσμάτων. Με αυτό τον τρόπο, καταλήξαμε τελικά στην εξαγωγή των συμπερασμάτων για το βαθμό επιρροής της εκάστοτε μεταβλητής στην επιλογή ή όχι της μείωσης του ορίου ταχύτητας στο αστικό οδικό δίκτυο της Ελλάδας.



Εικόνα 1.1: Διάγραμμα ροής των σταδίων ολοκλήρωσης της διπλωματικής εργασίας

1.4 Δομή της διπλωματικής εργασίας

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται η δομή της διπλωματικής εργασίας, η οποία αποτελείται από **έξι κεφάλαια**, αναφέροντας συνοπτικά το περιεχόμενο του κάθε κεφαλαίου.

Το **κεφάλαιο 1**, αποτελεί την **εισαγωγή** της διπλωματικής εργασίας. Σε αυτό το κομμάτι της εργασίας, παρουσιάζεται η σημαντικότητα της οδικής ασφάλειας και κατ' επέκτασης της ταχύτητας στο αστικό οδικό δίκτυο και πως η ταχύτητα είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τα οδικά ατυχήματα, αλλά και την ποιότητα ζωής των πολιτών. Στη συνέχεια, γίνονται σύντομες αναφορές στο στόχο, την μεθοδολογία και δομή της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας.

Στο **κεφάλαιο 2**, παρατίθενται όλα τα στοιχεία και οι πληροφορίες που προέκυψαν μετά από εκτενή έρευνα της διαθέσιμης **βιβλιογραφίας**. Περιλαμβάνει δεδομένα από έρευνες, επιστημονικά άρθρα και τεχνικές εκθέσεις που σχετίζονται με τον θέμα της παρούσας διπλωματικής εργασίας με ονομαστική αναφορά σε κάθε πηγή.

Το **κεφάλαιο 3** αποτελεί το **θεωρητικό υπόβαθρο** αυτής της διπλωματικής εργασίας. Παρουσιάζεται η ανάλυση της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε για την ολοκλήρωση της έρευνας, και ειδικότερα της μεθόδου δεδηλωμένης προτίμησης. Παράλληλα γίνεται και ανάλυση των στατιστικών μαθηματικών μοντέλων που επιλέχθηκαν για να υποστηρίξουν την μεθοδολογία, καθώς και οι στατιστικοί έλεγχοι στους οποίους υποβάλλονται.

Στο **κεφάλαιο 4**, δίνονται πληροφορίες σχετικά με το σκεπτικό και τη φιλοσοφία πίσω από το **ερωτηματολόγιο** που συντάχθηκε και αναλύεται η μορφή και το περιεχόμενο του. Στην συνέχεια, αναλύεται η διαδικασία της κωδικοποίησης των δεδομένων, που πραγματοποιήθηκε προκειμένου να γίνει δυνατή η χρήση τους από το στατιστικό

πρόγραμμα R-Studio. Τέλος, παρουσιάζονται διάφορα αξιοσημείωτα στατιστικά στοιχεία που συλλέξαμε από τα ερωτηματολόγια μαζί με τα αντίστοιχα διαγράμματα.

Στο **κεφάλαιο 5**, πραγματοποιείται η **εφαρμογή της μεθοδολογίας** και παρουσιάζονται τα σχετικά **αποτελέσματα**. Πιο συγκεκριμένα, γίνεται λεπτομερής ανάλυση των μαθηματικών μοντέλων που προέκυψαν από τις δύο στατιστικές μεθόδους, που επιλέχθηκαν και εφαρμόστηκαν, καθώς και ανάλυση της διαδικασίας και των βημάτων που οδήγησαν σε αυτά. Μετά, πραγματοποιείται αξιολόγηση και παρουσίαση των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από την συνολική έρευνα και επεξεργασία.

Στο **κεφάλαιο 6**, παρατίθενται τα τελικά **συμπεράσματα** της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Παράλληλα, παρουσιάζονται προτάσεις που περιλαμβάνουν τον τρόπο αξιολόγησης των αποτελεσμάτων της έρευνας, καθώς και προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.

Τέλος, παρατίθενται οι βιβλιογραφικές αναφορές και τα παραρτήματα, η παρουσίαση των οποίων συμβαδίζει με όλα τα διεθνή πρότυπα.

Κεφάλαιο 2: Βιβλιογραφική ανασκόπηση

2.1 Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια, η **μείωση του ορίου ταχύτητας** σε κατοικημένες περιοχές, έχει καθιερωθεί ως ένα βασικό μέτρο για την βελτίωση της οδικής ασφάλειας σε αστικές περιοχές. Ειδικότερα, η θέσπιση του ορίου ταχύτητας **στα 30 km/h**, όχι μόνο σε τοπικές αλλά και σε κύριες οδούς, έχει μελετηθεί και υιοθετηθεί από δεκάδες πόλεις παγκοσμίως ως ένα μέτρο που επιφέρει βιώσιμότερες και ασφαλέστερες μετακινήσεις για όλους τους χρήστες μιας οδού. Στο παρόν κεφάλαιο, θα παρουσιαστεί η βιβλιογραφική ανασκόπηση που περιλαμβάνει επιστημονικές έρευνες που σχετίζονται με τις πολλαπλές επιπτώσεις της μείωσης του ορίου ταχύτητας στα 30 km/h σε κατοικημένες περιοχές. Πιο συγκεκριμένα, εξετάζουμε πως αυτή η ρύθμιση θα επηρεάσει κάποια σημαντικά στοιχεία όπως τον **χρόνο διαδρομής, την κατανάλωση καυσίμου, την συχνότητα των οδικών ατυχημάτων**, το περιβάλλον, την ποιότητα ζωής, καθώς και την δεκτικότητα των χρηστών σε μία τέτοια αλλαγή. Η ανασκόπηση βασίζεται σε επιστημονικά άρθρα, μελέτες και τεχνικές εκθέσεις και θα εστιάσει κυρίως στις ποσοτικές μεταβολές των στοιχείων για να καταλάβουμε μέγεθος των ωφελειών.

2.2 Χρόνος διαδρομής

Το βασικότερο επιχείρημα που εναντιώνεται στην θέσπιση του ορίου στα 30 km/h, είναι η αύξηση του συνολικού χρόνου διαδρομής και η κυκλοφοριακή συμφόρηση που μπορεί να προκύψει. Ωστόσο, με την βοήθεια της βιβλιογραφίας αποδεικνύεται ότι οι αυξήσεις στους χρόνους διαδρομής είναι οριακές και δεν επηρεάζουν ουσιαστικά την καθημερινή μετακίνηση.

Σύμφωνα με μελέτη (DepartmentforTransport, UK, 2018), που εφαρμόστηκε σε διάφορες πόλεις της Αγγλίας, στην οποία πραγματοποιήθηκε μείωση του ορίου ταχύτητας εντός των πόλεων από 30 mph (~50 km/h) στα 20 mph (~30 km/h), κατέγραψε ότι ο χρόνος διαδρομής **αυξήθηκε κατά 3%** σε κατοικημένες περιοχές και κατά **5%** στα κέντρα των πόλεων. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα σε μία διαδρομή 5 μιλίων (~8 km) να προστεθεί λιγότερο από ένα λεπτό. Αξίζει να σημειωθεί, ότι μετά την ρύθμιση οι χρήστες της οδού δεν προτίμησαν να αλλάξουν διαδρομή, καθώς ο χρόνος παρέμεινε ίδιος εφόσον η ταχύτητα ήταν ήδη χαμηλή λόγω της κυκλοφοριακής συμφόρησης. Είναι γνωστό, ότι σε ένα περιβάλλον όπως το κέντρο μίας πόλης που η μέση ταχύτητα οδήγησης είναι ήδη χαμηλή καθώς υπάρχουν πολλοί φωτεινοί σηματοδότες, διαβάσεις, πεζοί, αποδεικνύεται ότι η μείωση του ορίου ταχύτητας κάνει την κυκλοφορία πιο ομαλή.

Σε ίδια αποτελέσματα, κατέληξε και άλλη έρευνα στην Σκωτία (AlanRehfishetal., 2019). Όπως αναφέρεται, μετά την μείωση του ορίου ταχύτητα στα 30 km/h, η ανάλυση έδειξε ότι η μέση ταχύτητα **μειώθηκε κατά 0,7mph (~1,1 km/h)** σε κατοικημένες περιοχές και κατά **0,9 mph (~1,45 km/h)** σε κεντρικές αστικές περιοχές, τιμές οι οποίες είναι πολύ χαμηλές για να επηρεάσουν αισθητά τον χρόνο διαδρομής.

Συνεπώς, το επιχείρημα ότι η μείωση της ταχύτητας αυξάνει τον χρόνο διαδρομής καταρρίπτεται, καθώς φαίνεται ότι οι καθυστερήσεις είναι αμελητέες σε σχέση με την ήδη

υπάρχουσα κατάσταση, ενώ παράλληλα η εφαρμογή του μέτρου φέρνει πολλαπλά οφέλη στους χρήστες.

2.3 Κατανάλωση καυσίμου

Μια άλλη σημαντική επίδραση της μείωσης του ορίου ταχύτητας είναι ότι μειώνει την κατανάλωση καυσίμου. Έχει διαπιστωθεί ότι σταθερές και χαμηλές ταχύτητες, ειδικά σε ένα αστικό περιβάλλον, οδηγούν σε αισθητή μείωση της κατανάλωσης.

Πιο συγκεκριμένα, έρευνα (Yannis & Michelaraki, 2024) η οποία βασίστηκε σε μετρήσεις και δεδομένα 40 διαφορετικών ευρωπαϊκών πόλεων, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η εφαρμογή ζώνης 30 km/h σε κατοικημένες περιοχές μπορεί να οδηγήσει σε **μείωση** της κατανάλωσης καυσίμου κατά μέσο όρο **7% (3.4-11%)**, όταν υπάρχει ομαλή κυκλοφορία.

Άλλη έρευνα, που πραγματοποιήθηκε στο Βέλγιο (JVanMireloetal., 2004), έδειξε ότι οι χαμηλές ταχύτητες σε αστικά δίκτυα αναγκάζουν τα οχήματα να κινούνται και με πιο χαμηλές επιταχύνσεις και γενικότερα δημιουργούν πιο ομαλές κυκλοφοριακές συνθήκες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να έχουμε **μείωση** στην κατανάλωση καυσίμου έως και **10%**.

Γενικότερα, συμπεραίνουμε ότι η χαμηλότερη ταχύτητα μπορεί να οδηγήσει σε αισθητή μείωση της κατανάλωσης καυσίμου, γεγονός που βοηθά τους χρήστες να έχουν μια πιο οικονομική και ομαλή καθημερινότητα στις οδούς.

2.4 Οδικά ατυχήματα

Τα οδικά ατυχήματα αποτελούν δυστυχώς αναπόσπαστο κομμάτι του οδικού ιστού, αν και θα μπορούσαν να αποφευχθούν εύκολα αν οι ταχύτητες κυκλοφορίας ήταν χαμηλότερες. Σύμφωνα με έρευνες που έχουν δημοσιευτεί η σχέση μεταξύ της ταχύτητας κυκλοφορίας και των οδικών ατυχημάτων φαίνεται να είναι αλληλένδετη. Έχει παρατηρηθεί, ότι η μείωση του ορίου ταχύτητας από 50 km/h στα 30 km/h έχει βοηθήσει σημαντικά στην **μείωση** τόσο της συχνότητας όσο και της σοβαρότητας των ατυχημάτων.

Μελέτη που πραγματοποιήθηκε στο Λονδίνο (Grundyetal., 2009), έδειξε ότι η εισαγωγή ζωνών ταχύτητας 20 mph (~30 km/h) οδήγησε σε **μείωση** των **τραυματισμών** κατά 41,9%. Σημαντική πληροφορία αποτελεί επίσης ότι, η μείωση φαίνεται να είναι μεγαλύτερη σε τραυματισμούς μικρών παιδιών, καθώς και σε σοβαρούς τραυματισμούς και θανάτους σε σχέση με τους ελαφρά τραυματισμένους.

Παράλληλα, σε άλλη μελέτη στην Νέα Ζηλανδία (Povey, Frith&Keall, 2003) βλέπουμε ότι για μείωση της ταχύτητας κατά 1 km/h, έχουμε **μείωση** 12-13% και 7% στα **ατυχήματα** και στα θανάσιμα και σοβαρά ατυχήματα αντίστοιχα. Σε άλλη έρευνα (ChristopherCirnsetal., 2020), διαπιστώθηκε ότι μια μείωση 10% στην ταχύτητα οδήγησε σε μείωση των τραυματισμών κατά 27% σε ελαφρά ατυχήματα, 19% σε ατυχήματα με τραυματισμούς και 34% σε θανατηφόρα ατυχήματα. Επίσης, σύμφωνα με το Insurance Institute for Highway Safety (IIHS) μια μικρή αύξηση στο όριο της ταχύτητας της τάξης των 5 mph (~8 km/h) δημιουργεί αύξηση στους τραυματισμούς και στους θανάτους κατά 3% και 8% αντίστοιχα.

Επιπρόσθετα, σύμφωνα με μελέτη (Yannis & Michelaraki, 2024), η εφαρμογή του καθολικού ορίου 30 km/h σε πολλές διαφορετικές πόλεις της Ευρώπης οδήγησε σε **μείωση** των

συγκρούσεων κατά 23%, μείωση των τραυματισμών κατά 38% και μείωση των θανάτων κατά 37%. Τέλος σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε στην Κορέα (ITF/OECD, 2018) η εφαρμογή του ορίου 30 km/h είχε ως αποτέλεσμα μείωση στις συγκρούσεις, στους νεκρούς και στους τραυματίες κατά 1.1%, 19.3% και 9.2% αντίστοιχα.

Συνεπώς, λαμβάνοντας υπόψη την σχετική βιβλιογραφία, γίνεται αντιληπτό ότι η μείωση του ορίου ταχύτητας συνδράμει καταλυτικά στην ασφάλεια των χρηστών του οδικού δικτύου, καθώς ακόμα και μια πολύ μικρή αλλαγή στην ταχύτητα μπορεί να μειώσει σημαντικά τα ποσοστά των ατυχημάτων και των δυστυχημάτων.

2.5 Περιβάλλον

Η εφαρμογή ζωνών μειωμένης ταχύτητας σε κατοικημένες περιοχές φαίνεται να έχει σημαντικά οφέλη και στο περιβάλλον και κατ' επέκταση στην ποιότητα ζωής των πολιτών.

Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με μελέτη (Yannis & Michelaraki, 2024), τα περιβαλλοντικά οφέλη που προκύπτουν από την καθολική μείωση του ορίου στα 30 km/h είναι σημαντικά. Αρχικά, όπως αναφέραμε παραπάνω η μείωση κατανάλωσης καυσίμου κατά 7% έχει έμμεση θετική επίδραση στο περιβάλλον. Έπειτα, αναφέρεται **μείωση** των εκπομπών **ρύπων** 18% κατά μέσο όρο, λόγω χαμηλότερης ταχύτητας και ομαλότερης οδήγησης, καθώς και μείωση της ηχορύπανσης κατά 2,5 Db, η οποία αποτελεί αισθητή μεταβολή. Άλλη έκθεση (VictorDesarnauldsetal., 2004), αναφέρει ότι με την μείωση του ορίου ταχύτητας από το 50 km/h στα 30 km/h, προκαλείται **μείωση** του **θορύβου** κατά 2-4 dB ανάλογα τα υλικά κατασκευής της οδού.

Έρευνα επιβεβαιώνει ότι η καθολική εφαρμογή των 30 km/h μπορεί να συνεισφέρει σε ένα πιο ολοκληρωμένο περιβαλλοντικό σχεδιασμό μιας οδού, ειδικότερα αν συνδυαστεί με πράσινες υποδομές όπως πεζοδρομήσεις, φύτευση και ποδηλατοδρόμους (ITF/OECD, 2018).

Σε άλλη έκθεση (AlanRehfish, 2019), που πραγματοποιήθηκε στην Σκωτία, αναφέρεται ότι η χαμηλότερη ταχύτητα σχετίζεται με χαμηλότερες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, καθώς οι οδηγοί δεν επιταχύνουν ούτε φρενάρουν απότομα και έχουμε πιο σταθερή και ομαλή οδήγηση. Πιο συγκεκριμένα, αναφέρεται ότι η εφαρμογή ορίου 20 mph (~30 km/h) προκάλεσε μείωση της εκπομπής του διοξειδίου του **άνθρακα** έως και 12%, όταν η ταχύτητα είναι ομαλή. Επίσης, σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε στο Βερολίνο για την αξιολόγηση της ποιότητας του αέρα σε οδούς που έχουμε ανώτατο όριο 30 km/h, διαπιστώθηκε ότι έχουμε **μείωση** του διοξειδίου του **αζώτου** κατά 10% (AirQualityintheCapital, Berlin.de, 2018).

Συνοψίζοντας, η μείωση του ορίου ταχύτητας προωθεί σημαντικά πλεονεκτήματα στο περιβάλλον όπως μείωση των εκπομπών των ρύπων, του θορύβου και της ενεργειακής κατανάλωσης, τα οποία συνδέονται άρρηκτα με την βελτίωση της ποιότητας ζωής και την υγεία των πολιτών.

2.6 Κοινωνική αποδοχή

Η επιτυχία και η σωστή εφαρμογή του μέτρου μείωσης του ορίου ταχύτητας δεν εξαρτάται μόνο από τα πολλαπλά οφέλη που έχουμε αναφέρει παραπάνω, αλλά και από την κοινωνική αποδοχή των πολιτών.

Μελέτη που εστίασε στην πόλη του Μπρίστολ στην Αγγλία, κατέγραψε ότι μετά την εφαρμογή των 20 mph (~30 km/h) υπήρξε **υποστήριξη** του μέτρου από τους πολίτες κατά 62% σε κατοικημένες περιοχές και 72% σε οδούς με πολύ κίνηση (Pilkingtonetal., 2019). Παρόμοια αποτελέσματα καταγράφηκαν και σε άλλη σχετική έρευνα (Department for Transport, UK, 2018), όπου μετά την εφαρμογή του μειωμένου ορίου ταχύτητας τα ποσοστά υποστήριξης φάνηκε να είναι αρκετά αυξημένα. Πιο συγκεκριμένα, το 81% των ποδηλατιστών, το 75% των κατοίκων και το 66% των ξένων οδηγών συμφώνησαν στο μέτρο, επιβεβαιώνοντας ότι υπάρχει αποδοχή της ρύθμισης από ποικίλες ομάδες χρηστών.

Συμπερασματικά, η αποδοχή και επομένως η τήρηση του ορίου ταχύτητας στα 30 km/h από τους χρήστες της οδού και τους πολίτες είναι αρκετά μεγάλη και τείνει να αυξάνεται όταν οι πολίτες βλέπουν και απολαμβάνουν τα ορατά οφέλη όπως μειωμένος θόρυβος, λιγότερα ατυχήματα, αυξημένη κινητικότητα παιδιών και ηλικιωμένων (AlanRehfishch, 2019).

2.7 Σύνοψη

Η ανασκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας μας έδειξε ότι η **εφαρμογή** του μέτρου του ανώτατου ορίου ταχύτητας στα 30 km/h σε αστικά περιβάλλοντα έχει πολλαπλά οφέλη και θετικά αποτελέσματα.

Συνολικά με την σύνταξη του συγκεντρωτικού βιβλιογραφικού πίνακα (Πίνακας 2.1) μπορούμε να βγάλουμε κάποια συμπεράσματα. Παρατηρούμε ότι όσον αφορά τον χρόνο διαδρομής έχουμε αύξηση του χρόνου 3% και 5% σε κατοικημένες περιοχές και κέντρα πόλεων αντίστοιχα. Επιπλέον, βλέπουμε πολύ μικρή διαφορά ταχύτητας μετά το μέτρο, με μείωση κατά 1,1 km/h και 1,45 km/h σε κατοικημένες περιοχές και σε κέντρα πόλεων. Όσον αφορά την κατανάλωση καυσίμου υπολογίζουμε μία μέση μείωση 8,6%, με την θέσπιση της ταχύτητας των 30 km/h. Στην συνέχεια για τα οδικά ατυχήματα, υπολογίζουμε μείωση περίπου 17%, 20% και 26% για συγκρούσεις, τραυματίες και θανάτους αντίστοιχα. Για το κεφάλαιο περιβάλλον έχουμε μείωση περίπου 15% σε διοξείδιο του άνθρακα, μείωση 12% σε διοξείδιο του αζώτου, καθώς και μείωση του θορύβου κατά 3 Db. Τέλος, παρατηρούμε ότι η κοινωνική αποδοχή είναι γενικότερα αυξημένη με πολύ καλά ποσοστά στις έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί.

Συνολικά, καταλαβαίνουμε ότι το μέτρο αυτό αποτελεί πολύ αποτελεσματικό εργαλείο που μπορεί να βοηθήσει σε μεγάλο βαθμό στην βελτίωση του αστικού ιστού. Παρακάτω φαίνεται και ο συγκεντρωτικός βιβλιογραφικός πίνακας, που περιλαμβάνει με την σειράπου αναφέρθηκαν όλες τις πληροφορίες που παρατέθηκαν σε αυτό το κεφάλαιο.

Πίνακας 2.1: Συγκεντρωτικός βιβλιογραφικός πίνακας

α/α	Αναφορά	Μεταβολή	Παράμετρος	Περιοχή
Χρόνος Διαδρομής				
1	DfT – Department for Transport, 2018	+3%	Χρόνος διαδρομής σε κατοικημένες περιοχές	Αγγλία(πολλές πόλεις)
		+5%	Χρόνος διαδρομής στα κέντρα των πόλεων	
2	Alan Rehfish et al., 2019	-1,1 km/h	Ταχύτητα σε κατοικημένες περιοχές	Σκωτία
		-1,45 km/h	Ταχύτητα στα κέντρα των πόλεων	
Κατανάλωση Καυσίμου				
1	Yannis&Michelaraki, 2024	-(3,4-11)%	Καύσιμο	Ευρώπη
2	J Van Mirelo et al., 2004	-10%	Καύσιμο	Βέλγιο
Οδικά Ατυχήματα				
1	Grundy et al., 2009	-41,90%	Ατυχήματα	Λονδίνο
2	Povey, Frith&Keall, 2003	-12-13%	Ελαφρά ατυχήματα	Νέα Ζηλανδία
		-7%	Σοβαρά ή θανάσιμα ατυχήματα	
3	Christopher Cirns et al., 2020	-27%	Ελαφρά ατυχήματα(όταν έχω μείωση 10% στην ταχύτητα)	ΗΠΑ
		-19%	Σοβαρά ατυχήματα(όταν έχω μείωση 10% στην ταχύτητα)	
		-34%	Θανάσιμα ατυχήματα(όταν έχω μείωση 10% στην ταχύτητα)	
4	Insurance Institute for Highway Safety (IIHS)	+3%	Τραυματισμούς(όταν έχω αύξηση 8km/h)	ΗΠΑ
		+8%	Θανάτους(όταν έχω αύξηση 8km/h)	
5	Yannis&Michelaraki, 2024	-(9-46)%	Συγκρούσεις	Ευρώπη
		-(20-72)%	Τραυματισμοί	
		-(23-63)%	Θάνατοι	
6	ITF/OECD, 2018	-1,10%	Συγκρούσεις	Κορέα
		-9,20%	Τραυματισμοί	
		-19,30%	Θάνατοι	
Περιβάλλον				
1	Yannis&Michelaraki, 2024	-(8-29)%	Εκπομπές CO2	Ευρώπη
		-(1,7-3) dB	Ηχορύπανση(dB)	
2	Victor Desarnaulds et al., 2004	-(2-4) dB	Ηχορύπανση(dB)	Σουηδία
3	ITF/OECD, 2018	-	-	Κορέα
4	Alan Rehfish, 2019	-12%	Εκπομπές CO2	Ουαλία
5	Air Quality in the Capital, Berlin.de, 2018	-10%	Εκπομπές NO2	Βερολίνο
Κοινωνική Αποδοχή				
1	Pilkington et al., 2019	62%	Υποστήριξη μέτρου από πολίτες για κατοικημένες περιοχές	Μπρίστολ
		72%	Υποστήριξη μέτρου από πολίτες για δρόμους με πολύ κίνηση	
2	Department for Transport, UK, 2018	81%	Υποστήριξη μέτρου από ποδηλάτες	Αγγλία(πολλές πόλεις)
		75%	Υποστήριξη μέτρου από κατοίκους	
		66%	Υποστήριξη μέτρου από ξένους οδηγούς	

Κεφάλαιο 3: Θεωρητικό υπόβαθρο

3.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται το **θεωρητικό υπόβαθρο** στο οποίο βασίστηκε η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία. Αρχικά, θα πραγματοποιηθεί ανάλυση της μεθόδου **δεδηλωμένης** προτίμησης (stated preference), η οποία χρησιμοποιήθηκε για την συλλογή δεδομένων μέσω του ερωτηματολογίου. Στην συνέχεια, θα γίνει εμβάθυνση στις δύο μεθόδους ανάλυσης που αξιοποιήθηκαν για την επεξεργασία των δεδομένων, την **πολυωνυμική** λογιστική παλινδρόμηση (multinomial logistic regression) και την **διωνυμική** λογιστική παλινδρόμηση (binary logistic regression), καθώς και ανάλυση των κριτηρίων αποδοχής τους.

3.2 Μέθοδοι δεδηλωμένης και αποκαλυπτόμενης προτίμησης

Για την συλλογή των δεδομένων της παρούσας έρευνας, επιλέχθηκε η διανομή ενός κατάλληλα διαμορφωμένου ερωτηματολογίου. Στα πλαίσια της σύνταξης του, έπρεπε να επιλεγεί μια από τις δύο υπάρχουσες τεχνικές, είτε η μέθοδος δεδηλωμένης προτίμησης (stated preference), είτε η μέθοδος αποκαλυπτόμενης προτίμησης (revealed preference).

Η μέθοδος της **αποκαλυπτόμενης προτίμησης**, βασίζεται σε πραγματικά μοντέλα συμπεριφοράς, δηλαδή καταγράφεται η άποψη ή η συμπεριφορά των συμμετεχόντων πάνω σε κάτι που εφαρμόζεται ήδη. Το πλεονέκτημα της είναι ότι αποτυπώνει ρεαλιστικές συμπεριφορές, καθώς βασίζεται σε παρατηρούμενες αποφάσεις, γεγονός που καταλήγει σε αξιόπιστα αποτελέσματα. Ωστόσο, το μειονέκτημα της είναι ότι δεν επιτρέπει την εκτίμηση προτιμήσεων για υποθετικά ή μελλοντικά σενάρια. Αυτή η μέθοδος είναι το κατάλληλο μοντέλο για έρευνες που αφορούν την ζήτηση.

Από την άλλη μεριά, η **μέθοδος δεδηλωμένης προτίμησης** στηρίζεται σε υποθετικά σενάρια και ερωτήματα που απαντώνται υπό συγκεκριμένες συνθήκες που έχουν οριστεί από εμάς. Το κύριο πλεονέκτημα, της συγκεκριμένης μεθόδου, είναι ότι επιτρέπει τη διερεύνηση και την ανάλυση μιας νέας μη υφιστάμενης κατάστασης. Βέβαια, το μειονέκτημα της είναι ότι βασίζεται στις απαντήσεις των συμμετεχόντων που αφορούν μια υποθετική κατάσταση, με αποτέλεσμα να υπάρχει το ενδεχόμενο, οι συμμετέχοντες να μην εκπλήρωναν την απάντησή τους στην πραγματικότητα.

Συμπερασματικά, στο πλαίσιο της παρούσας συγκοινωνιακής έρευνας, **επιλέχθηκε η μέθοδος της δεδηλωμένης προτίμησης**, καθώς όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, παρέχει την δυνατότητα προσομοίωσης νέων σεναρίων και εκτίμηση της αποδοχής εναλλακτικών επιλογών από τους χρήστες.

3.3 Μέθοδοι στατιστικής ανάλυσης

3.3.1 Εισαγωγή στην στατιστική

Προκειμένου να εξασφαλιστεί η κατανόηση του θεωρητικού υπόβαθρου, θα παρουσιαστούν συνοπτικά κάποιοι βασικοί όροι της στατιστικής.

Σε μια έρευνα, η οποία πραγματοποιείται με **στατιστική ανάλυση**, βασικά στοιχεία αποτελούν η **εξαρτημένη** και **ανεξάρτητη μεταβλητή**. Η εξαρτημένη μεταβλητή αποτελεί το αποτέλεσμα ή το φαινόμενο στο οποίο θα καταλήξει η έρευνα, ενώ ανεξάρτητη μεταβλητή είναι κάποιος παράγοντας που ενδέχεται να επηρεάσει το αποτέλεσμα αυτό.

Η ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων, που θα πραγματοποιήσουμε, στοχεύει στην διερεύνηση της σχέσης μεταξύ εξαρτημένης και ανεξάρτητης μεταβλητής. Ένα από τα συνηθέστερα εργαλεία που χρησιμοποιούνται, σε τέτοιου είδους έρευνες, είναι η **ανάλυση παλινδρόμησης (regression analysis)**, μέσω της οποίας εκτιμάται ο βαθμός επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη.

Οι βασικές στατιστικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται και είναι κατάλληλες για την επεξεργασία στοιχείων παρουσιάζονται παρακάτω. Η ορθή αναγνώριση των μεταβλητών και η κατάλληλη επιλογή του στατιστικού μοντέλου αποτελούν κρίσιμα βήματα για την αξιοπιστία και την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων.

3.3.2 Γραμμική παλινδρόμηση (Linear Regression)

Κατά την μέθοδο της **γραμμικής παλινδρόμησης**, υπολογίζεται η συνάρτηση χρησιμότητας ενός γεγονότος σε σχέση με τους παράγοντες που το επηρεάζουν, με αποτέλεσμα να δημιουργείται γραμμικό μαθηματικό πρότυπο, το οποίο τελικά υπολογίζει και την πιθανότητα πραγματοποίησης του γεγονότος. Για την εκτίμηση των παραμέτρων της συγκεκριμένης μεθόδου χρησιμοποιείται η μέθοδος των ελαχίστων τετραγώνων, ενώ απαραίτητη προϋπόθεση αποτελεί η εξαρτημένη μεταβλητή να είναι συνεχής και να ακολουθεί την κανονική κατανομή. Στην παρούσα διπλωματική εργασία, η εξαρτημένη μεταβλητή λαμβάνει και διακριτές τιμές, δηλαδή περιέχει απαντήσεις 'Ναι' ή 'Όχι', γεγονός που δεν την καθιστά κατάλληλη για την ανάλυση με την συγκεκριμένη μέθοδο.

3.3.3 Πιθανοτική ανάλυση (Probit Analysis)

Στην συνέχεια, η μέθοδος της **πιθανοτικής ανάλυσης** χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις που η εξαρτημένη μεταβλητή λαμβάνει διακριτές ή συνεχείς τιμές. Η διαδικασία ανάλυσης πραγματοποιείται με παρόμοιο τρόπο όπως και στην γραμμική παλινδρόμηση, όμως σε αυτή την μέθοδο απαιτείται μετασχηματισμός των ανεξάρτητων μεταβλητών, με τιμές από 0 έως και 1, και πρέπει να υπάρχει διατήρηση της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών ως προς την εξαρτημένη ακόμα και μετά τον μετασχηματισμό. Το συγκεκριμένο μοντέλο είναι αρκετά πολύπλοκο, για αυτό και δεν επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί στην παρούσα εργασία.

3.3.4 Ανάλυση διακριτότητας (Discriminant Analysis)

Η **ανάλυση διακριτότητας** είναι μια στατιστική μέθοδος, η οποία χρησιμοποιείται για να ταξινομήσει παρατηρήσεις και αποτελέσματα σε ομάδες, βασισμένη σε ένα σύνολο ποσοτικών ανεξάρτητων μεταβλητών. Στόχος της είναι να βρει τις μαθηματικές συναρτήσεις,

οι οποίες διακρίνουν όσο το δυνατόν περισσότερο τις ομάδες αυτές. Το συγκεκριμένο μοντέλο δεν χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα διπλωματική εργασία, καθώς δεν εξυπηρετεί τους στόχους που έχουν τεθεί.

3.3.5 Λογιστική παλινδρόμηση (Logistic Regression)

Η **λογιστική παλινδρόμηση** είναι μια στατιστική μέθοδος πρόβλεψης που χρησιμοποιείται όταν η εξαρτημένη μεταβλητή είναι διακριτή, δηλαδή παίρνει πεπερασμένες τιμές. Η συγκεκριμένη μέθοδος είναι ιδιαίτερα χρήσιμη, καθώς μας επιτρέπει να πραγματοποιήσουμε εκτίμηση σχετικά με τον βαθμό επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών (π.χ. ηλικία, φύλλο, συνήθειες) στο αποτέλεσμα. Χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό για συγκοινωνιακές μελέτες, οι οποίες στοχεύουν στην πρόβλεψη ενός μοντέλου εξετάζοντας την επιρροή διάφορων χαρακτηριστικών. Για αυτό τον λόγο η λογιστική παλινδρόμηση αποτελεί την καταλληλότερη μέθοδο, καθώς εξυπηρετεί του σκοπούς απόλυτα τους στόχους της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

3.4 Λογιστική παλινδρόμηση

Στην παρούσα διπλωματική εργασία με την βοήθεια της λογιστικής παλινδρόμησης θα αναπτυχθούν δύο μοντέλα, τα οποία εφαρμόζονται με την ίδια μέθοδο, το **διωνυμικό** μοντέλο πρόβλεψης (binary model) και το **πολυωνυμικό** μοντέλο πρόβλεψης (multinomial model).

Για το μοντέλο της λογιστικής παλινδρόμησης θα σχηματιστεί αρχικά ένα μαθηματικό πρότυπο, το οποίο ονομάζεται **συνάρτηση χρησιμότητας** του γεγονότος, σε σχέση με τα χαρακτηριστικά που το επηρεάζουν. Στην συνέχεια, μετά από κατάλληλους μετασχηματισμούς προκύπτει η πιθανότητα πραγματοποίησης αυτού του γεγονότος. Η συνάρτηση χρησιμότητας της λογιστικής παλινδρόμησης δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$U_i = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n$$

Όπου:

- U_i , η συνάρτηση χρησιμότητας του γεγονότος i
- x_1, \dots, x_n , οι ανεξάρτητες μεταβλητές
- a_0 , ο σταθερός όρος ο οποίος δείχνει την επίδραση των παραγόντων που επηρεάζουν την επιλογή και δεν έχουν συμπεριληφθεί ως μεταβλητές
- a_1, \dots, a_n , οι συντελεστές των μεταβλητών

Η πιθανότητα να πραγματοποιηθεί το γεγονός i δίνεται από τη σχέση:

$$P_i = \frac{e^{U_i}}{1 + e^{U_i}}$$

Η πιθανότητα να μην πραγματοποιηθεί το γεγονός i δίνεται από τη σχέση $1 - P_i$.

Σημαντική έννοια στην λογιστική παλινδρόμηση αποτελεί ο λόγος πιθανοτήτων (oddsratio), στην οποία ο logit της πιθανότητας εκφράζεται ως γραμμικός συνδυασμός των ανεξάρτητων μεταβλητών και περιγράφεται από την σχέση:

$$\text{logit}(P) = \log_e \frac{P}{1-P} = \beta_0 + \beta_1 \chi_1 + \dots + \beta_n \chi_n$$

- β_0 , είναι ο σταθερός όρος
- β_i , είναι οι συντελεστές των μεταβλητών
- χ_i , είναι οι ανεξάρτητες μεταβλητές

3.5 Κριτήρια αποδοχής μοντέλου

3.5.1 Εισαγωγή

Για κάθε μαθηματικό μοντέλο, είναι απαραίτητο μετά την διαμόρφωση του να πραγματοποιηθεί ο **κατάλληλος έλεγχος**, έτσι ώστε να κριθεί καταλληλότητα του. Για την αξιολόγηση αυτή υπάρχουν διάφορα κριτήρια αποδοχής μοντέλου, τα οποία θα παρουσιαστούν στο παρόν κεφάλαιο.

3.5.2 Συντελεστές

Στο συγκεκριμένο κριτήριο, οι **συντελεστές της εξίσωσης** του μοντέλου, μπορούν να ερμηνευτούν έτσι ώστε να αντιληφθούμε αν τα αποτελέσματα βγάζουν νόημα. Δηλαδή, πραγματοποιείται **λογική ερμηνεία των πρόσημων** των συντελεστών. Το θετικό πρόσημο του συντελεστή β_i συνεπάγεται σε αύξηση της εξαρτημένης μεταβλητής με την αύξηση της ανεξάρτητης, ενώ το αρνητικό πρόσημο δηλώνει ότι η αύξηση της ανεξάρτητης μεταβλητής συνεπάγεται σε μείωση της εξαρτημένης. Εννοείται ότι εκτός από το πρόσημο θα πρέπει να ερμηνευτεί λογικά και η **τιμή του συντελεστή**, καθώς αύξηση της ανεξάρτητης μεταβλητής (χ_i) κατά μία μονάδα οδηγεί σε αύξηση της εξαρτημένης μεταβλητής κατά β_i μονάδες.

3.5.3 Ελαστικότητα και ψευδοελαστικότητα

Η **ελαστικότητα** αποτελεί ένα δείκτη, ο οποίος αποτυπώνει την **ευαισθησία της εξαρτημένης μεταβλητής** Y στις μεταβολές μιας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών. Εκφράζει την ποσοστιαία μεταβολή της Y που προκαλείται από μεταβολή 1% μιας ανεξάρτητης μεταβλητής, διατηρώντας τις υπόλοιπες σταθερές. Για γραμμικά μοντέλα και συνεχείς μεταβλητές η ελαστικότητα της μεταβλητής X_i εκφράζεται ως εξής:

$$e_i = \frac{\Delta Y}{\Delta X_i} * \frac{X_i}{Y} i = \beta_i * \frac{X_i}{Y} i$$

Όταν οι ανεξάρτητες μεταβλητές είναι διακριτές, χρησιμοποιείται η έννοια της **ψευδοελαστικότητας**, η οποία περιγράφει τη μεταβολή στην τιμή της πιθανότητας επιλογής κατά τη μετάβαση από τη μία τιμή της διακριτής μεταβλητής στην άλλη (συνήθως από 0 σε 1). Η ψευδοελαστικότητα υπολογίζεται από την σχέση:

$$PE_i = P_i(x_k = 1) - P_i(x_k = 0)$$

όπου P_i είναι η πιθανότητα επιλογής της εναλλακτικής i , υπολογισμένη για τις δύο διαφορετικές τιμές της διακριτής μεταβλητής x_k .

Με αυτό τον τρόπο η ελαστικότητα και η ψευδοελαστικότητα αξιολογεί την καταλληλότητα ενός μοντέλου, καθώς επιτρέπουν τον έλεγχο της κατεύθυνσης και του μεγέθους των επιδράσεων.

3.5.4 Στατιστική σημαντικότητα

Βασικός έλεγχος για την αξιολόγηση ενός μοντέλου αποτελεί ο έλεγχος της στατιστικής σημαντικότητας των παραμέτρων με **t-ratio**. Ο συγκεκριμένος δείκτης χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της υπόθεσης ότι ο εκτιμώμενος συντελεστής διαφέρει από το μηδέν και υπολογίζεται ως λόγος της εκτιμώμενης παραμέτρου προς το τυπικό σφάλμα:

$$t - stat = \frac{\beta_i}{s.e.}$$

Όσο μεγαλύτερη είναι η απόλυτη τιμή t-stat, τόσο ισχυρότερη η ένδειξη της στατιστικής σημαντικότητας της αντίστοιχης μεταβλητής. Για διαφορετικά επίπεδα εμπιστοσύνης υπάρχουν συγκεκριμένες ελάχιστες τιμές t, για τις οποίες η t-stat πρέπει να έχει συντελεστή μεγαλύτερο έτσι ώστε να θεωρείται στατιστικά σημαντική.

3.5.5 Συσχέτιση παραμέτρων

Είναι πολύ σημαντικό οι ανεξάρτητες μεταβλητές να μην παρουσιάζουν έντονη **συσχέτιση**. Η ύπαρξη υψηλής συσχέτισης, είναι πιθανό να επηρεάσει αρνητικά τις εκτιμήσεις των παραμέτρων και να οδηγήσει σε αυξημένα τυπικά σφάλματα, δυσκολεύοντας την σωστή ερμηνεία των αποτελεσμάτων.

Σε περιπτώσεις υπάρχει τέλεια συσχέτιση δύο ή περισσότερων μεταβλητών (συντελεστής συσχέτισης ίσος με 1 ή -1), η εκτίμηση του μοντέλου καθίσταται αδύνατη, καθώς οι μεταβλητές δεν μεταφέρουν ανεξάρτητη πληροφορία. Επίσης, υψηλές συσχετίσεις ενδέχεται να περιορίσουν τον ακριβή προσδιορισμό της επίδρασης κάθε μεταβλητής. Για αυτό το λόγο, είναι απαραίτητο να προηγηθεί έλεγχος της συσχέτισης όλων των ανεξάρτητων μεταβλητών πριν την μόνωση του μοντέλου, έτσι ώστε να αποφευχθεί η ταυτόχρονη ένταξη μεταβλητών με έντονη εξάρτηση. Προτιμάται ο συντελεστής συσχέτισης να είναι μικρότερος του 0.5, χωρίς όμως αυτό να αποτελεί κανόνα απόρριψης.

3.5.6 Συντελεστής προσαρμογής R^2

Ο **συντελεστής R^2** χρησιμοποιείται στην γραμμική παλινδρόμηση ως δείκτης καλής προσαρμογής, καθώς εκφράζει το ποσοστό της μεταβλητότητας της εξαρτημένης μεταβλητής που ερμηνεύεται από τις ανεξάρτητες μεταβλητές και λαμβάνει τιμές από 0 έως και 1. Όσο πιο κοντά βρίσκεται η τιμή του στη μονάδα, τόσο πιο ισχυρή είναι η γραμμική σχέση εξάρτησης των μεταβλητών.

Στη λογιστική παλινδρόμηση ο δείκτης αυτός δεν είναι κατάλληλος, λόγω της δυαδικής φύσης της εξαρτημένης μεταβλητής και της μη γραμμικής μορφής του μοντέλου. Για το λόγο αυτό, η αξιολόγηση της προσαρμογής του λογιστικού μοντέλου πραγματοποιείται μέσω εναλλακτικών στατιστικών ελέγχων, όπως ο **Hosmer-Lemeshow** (Hosmer&Lemeshow, 2000). Ο έλεγχος αυτός, εξετάζει κατά πόσο οι προβλεπόμενες πιθανότητες του μοντέλου συμφωνούν με τις τιμές που παρατηρούνται. Για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%, τιμές

στατιστικής σημαντικότητας μεγαλύτερες του 0,05 υποδηλώνουν ικανοποιητική προσαρμογή του μοντέλου στα δεδομένα.

3.5.7 Μέγιστη πιθανοφάνεια

Η μέθοδος της μέγιστης πιθανοφάνειας χρησιμοποιείται για την εκτίμηση παραμέτρων και σύγκριση εναλλακτικών μοντέλων. Στο πλαίσιο αυτό, ο έλεγχος του λόγου πιθανοφάνειας αποτελεί κριτήριο για την αξιολόγηση σχετικά με το κατά πόσο ένα σύνθετο μοντέλο είναι στατιστικά σημαντικότερο από ένα απλούστερο. Η σχέση που περιγράφει αυτό τον στατιστικό έλεγχο είναι:

$$LR = -2[\ln L(0) - \ln L(1)]$$

όπου:

- $L(0)$, η πιθανοφάνεια του απλού μοντέλου
- $L(1)$, η πιθανοφάνεια του πλήρους μοντέλου

Αν η τιμή ελέγχου υπερβαίνει την κρίσιμη τιμή της κατανομής χ^2 για επίπεδο σημαντικότητας 5%, τότε το πλήρες μοντέλο θεωρείται στατιστικά προτιμότερο από το πιο απλό.

3.5.8 Κριτήρια AIC και BIC

Τα κριτήρια πληροφορίας **AIC** (Akaike Information Criterion) και **BIC** (Bayesian Information Criterion) χρησιμοποιούνται για την επιλογή του καταλληλότερου μοντέλου μεταξύ εναλλακτικών μοντέλων που εφαρμόζονται στο ίδιο σύνολο δεδομένων. Βασίζονται στη μέγιστη πιθανοφάνεια και συνδυάζουν την ποιότητα προσαρμογής με την πολυπλοκότητα του μοντέλου.

Το AIC δίνει έμφαση στην καλή προσαρμογή του μοντέλου στα δεδομένα, επιτρέποντας μεγαλύτερη ευελιξία στον αριθμό των παραμέτρων. Αντίθετα, το BIC περιλαμβάνει αυστηρότερη ποινή στην πολυπλοκότητα και τείνει να προτιμά απλούστερα μοντέλα, ιδιαίτερα σε μεγάλα δείγματα. Και στα δύο κριτήρια προτιμάται το μοντέλο με τη μικρότερη τιμή.

3.6 Στοχαστική χρησιμότητα και μοντέλα διακριτής επιλογής

Στις έρευνες δεδηλωμένης προτίμησης, εξετάζονται οι αποφάσεις που λαμβάνονται από μεμονωμένα άτομα με βάση τα χαρακτηριστικά τους και τα χαρακτηριστικά των διαθέσιμων εναλλακτικών επιλογών. Το σύνολο των δυνατών επιλογών που εξετάζονται σε κάθε περίπτωση ονομάζεται **σύνολο επιλογών** (choice set) και περιλαμβάνει πεπερασμένο αριθμό εναλλακτικών οι οποίες μπορεί να είναι είτε καθολικά διαθέσιμες στο περιορισμένες ανά άτομο.

Κάθε άτομο αποδίδει σε κάθε εναλλακτική μια συγκεκριμένη χρησιμότητα, η οποία εκφράζει το επίπεδο ικανοποίησης που προκύπτει από τα χαρακτηριστικά της. Η χρησιμότητα της εναλλακτικής i για ένα άτομο ορίζεται ως:

$$U_{in} = V_{in} + \varepsilon_{in}$$

όπου:

V_{in} , το προσδιορίσιμο μέρος της χρησιμότητας το οποίο εξαρτάται από τις παρατηρήσιμες μεταβλητές

ε_{in} , το στοχαστικό μέρος που αποτυπώνει μη παρατηρήσιμους παράγοντες

Η βασική παραδοχή της θεωρίας είναι ότι τα στοχαστικά στοιχεία των χρησιμότητων ακολουθούν την κοινή κατανομή και είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους, γεγονός που επιτρέπει τον υπολογισμό της πιθανότητας επιλογής κάθε εναλλακτικής και οδηγεί στη διαμόρφωση των μοντέλων διακριτής επιλογής.

Κεφάλαιο 4: Συλλογή και επεξεργασία στοιχείων

4.1 Εισαγωγή

Η συγκεκριμένη διπλωματική, όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 1.2, έχει σκοπό την ανάλυση των επιπτώσεων που θα έχει η μείωση του ορίου ταχύτητας από τα 50 χλμ./ώρα στα 30 χλμ./ώρα στο αστικό οδικό δίκτυο των πόλεων της Ελλάδας. Με σκοπό την υλοποίηση αυτής της έρευνας, είναι απαραίτητο να πραγματοποιηθεί **συλλογή** πληροφοριών και στοιχείων.

Η συλλογή των στοιχείων καθίσταται εφικτή με τη χρήση κατάλληλα σχεδιασμένου **ερωτηματολογίου**, που συμπληρώθηκε από κατοίκους αστικών περιοχών στην Ελλάδα. Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων αποτέλεσαν και τα στοιχεία που υποβλήθηκαν σε στατιστική ανάλυση, για να εξεταστεί η σημαντικότητά τους και τελικά να προσδιοριστεί η επιρροή του μέτρου αυτού.

4.2 Συλλογή στοιχείων

4.2.1 Το ερωτηματολόγιο

Το ερωτηματολόγιο, το οποίο παρατίθεται και στο **Παράρτημα**, δημιουργήθηκε στο περιβάλλον του GoogleForms υπό μορφή διαδικτυακής έρευνας. Αποτελείται από **τέσσερις ενότητες**, περιέχει συνολικά τριάντα δύο ερωτήσεις, ενώ ο χρόνος συμπλήρωσης κυμαίνεται στα 5-6 λεπτά κατά μέσο όρο.

Να σημειωθεί, ότι για τις ανάγκες της έρευνας οι συμμετέχοντες για να απαντήσουν στο ερωτηματολόγιο, θα έπρεπε να είναι οδηγοί ενός οχήματος και ταυτόχρονα να είναι μόνιμοι κάτοικοι οποιασδήποτε πόλης της Ελλάδας πέρα από την Αθήνα. Με σκοπό να εξασφαλιστούν αυτά τα κριτήρια, οι δύο πρώτες ερωτήσεις αποτελούν ερωτήσεις διαλογής, έτσι οι συμμετέχοντες που δεν πληρούσαν τα κριτήρια της έρευνας αποκλείονταν και το ερωτηματολόγιο τερματιζόταν, ενώ οι υπόλοιποι μπορούσαν να συνεχίσουν κανονικά. Με αυτό τον τρόπο συγκεντρώθηκαν συνολικά **302 έγκυρα ερωτηματολόγια**, αριθμός ικανοποιητικός για τέτοιου είδους έρευνες, έτσι ώστε τα αποτελέσματα να θεωρούνται αξιόπιστα.

Κατά την σύνταξη του ερωτηματολογίου, έγινε προσπάθεια η μορφή του να είναι όσο πιο απλή και κατανοητή γίνεται, ώστε να είναι εύκολη η συμπλήρωση από τους συμμετέχοντες. Πέρα από απλές ερωτήσεις πολλαπλών επιλογών χρησιμοποιήθηκε και η κλίμακα τύπου Likert (Likert, 1932) με διαβάθμιση τεσσάρων σημείων 'Καθόλου', 'Λίγο', 'Αρκετά', 'Πάρα Πολύ'.

4.2.2 Οι ενότητες

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω το ερωτηματολόγιο αποτελείται από τέσσερις ενότητες.

Η **πρώτη ενότητα** ονομάζεται **Οδηγική Εμπειρία - Μετακινήσεις** και περιέχει κάποιες εισαγωγικές ερωτήσεις σχετικά με την οδηγική εμπειρία, πληροφορίες για τον τρόπο και την συχνότητα μετακίνησης, καθώς και ιστορικό σχετικά με ατυχήματα, ζημιές και κλήσεις. Με αυτή την ενότητα, ο συμμετέχων εισέρχεται στο κλίμα της έρευνας και ταυτόχρονα αντλούνται σημαντικά δεδομένα που θα χρησιμεύσουν στην ανάλυση.

Η **δεύτερη ενότητα** ονομάζεται **Απόψεις - Συμπεριφορά** και αποτελείται από ερωτήσεις που σχετίζονται με το πόσο σημαντικό θεωρούν οι ερωτηθέντες τον ρόλο της ταχύτητας σε ατυχήματα και την σημαντικότητα των παραγόντων που την επηρεάζουν. Η συγκεκριμένη ενότητα έχει σκοπό να αντλήσει πληροφορίες σχετικά με τις προσωπικές πεποιθήσεις και αντιλήψεις των συμμετεχόντων.

Η **τρίτη ενότητα** με τίτλο **Προτιμήσεις** αποτελεί και την πιο σημαντική για την ανάλυση, καθώς εισάγει του ερωτηθέντες στην ουσία της έρευνας. Η ενότητα ξεκινά με δύο ερωτήσεις με απλές απαντήσεις 'Ναι' ή 'Όχι', για να γίνει ξεκάθαρο αν οι συμμετέχοντες συμφωνούν ή διαφωνούν με τη μείωση σε 30χλμ/ώρα σε όλο το αστικό δίκτυο και με τη μείωση της ταχύτητας από 50χλμ/ώρα σε 30χλμ/ώρα σε όλο το αστικό δίκτυο εκτός των κυρίων αρτηριών (50χλμ/ώρα). Στην συνέχεια, εισάγονται δέκα σενάρια συνδυασμών χρόνου διαδρομής, κατανάλωσης καυσίμου και πιθανότητας οδικού ατυχήματος που αφορούν σε μια συνηθισμένη 20λεπτή διαδρομή στην πόλη και ζητείται από τους ερωτηθέντες να επιλέξουν την εναλλακτική που θα προτιμούσαν, δηλαδή μείωση 30 χλμ./ώρα παντού, μείωση 30 χλμ./ώρα με εξαιρέσεις ή καμία μεταβολή.

Η **τέταρτη ενότητα** που ονομάζεται **Δημογραφικά Στοιχεία**, έχει σκοπό να αντλήσει βασικά στοιχεία σχετικά με την ηλικία, το φύλλο, τη μόρφωση, την εργασία και άλλων δημογραφικών στοιχείων των συμμετεχόντων. Αυτές οι πληροφορίες είναι σημαντικές, καθώς θα καθορίσουν αν το δείγμα της έρευνας είναι αντιπροσωπευτικό, ενώ την ίδια στιγμή αποτελούν καθοριστικά στοιχεία για την εξαγωγή συμπερασμάτων σε συνδυασμό με τις υπόλοιπες ενότητες.

4.2.3 Τα σενάρια

Στην τρίτη ενότητα, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, εισάγονται **δέκα διαφορετικά σενάρια**. Κάθε σενάριο, που αφορά μια τυπική 20λεπτη διαδρομή στην πόλη, παραθέτει διαφορετικές μεταβολές για τους παράγοντες του χρόνου διαδρομής, της κατανάλωσης καυσίμου και της πιθανότητας οδικού ατυχήματος μεταξύ τριών εναλλακτικών (Εναλλακτική 1: μείωση 30 χλμ./ώρα παντού, Εναλλακτική 2: μείωση 30 χλμ./ώρα με εξαιρέσεις, Σημερινή κατάσταση: Καμία μεταβολή).

Οι συμμετέχοντες έπρεπε να επιλέξουν μια από τις τρεις εναλλακτικές λαμβάνοντας υπόψη τις μεταβολές κάθε σεναρίου, αναλόγως πως κρίνουν την σημαντικότητα κάθε παράγοντα και το μέγεθος της μεταβολής του. Τα σενάρια είναι έτσι φτιαγμένα ώστε να μην έχουν προφανής απάντηση και να δημιουργούν δίλλημα, έτσι ώστε να αντλήσουμε πληροφορίες

για την σημαντικότητα των παραγόντων που έχουμε θέσει μέσα από την υποκειμενική άποψη κάθε συμμετέχοντα.

Η μορφή κάθε σεναρίου, όπως εμφανίστηκε στο ερωτηματολόγιο, παρουσιάζεται στην Εικόνα 4.1 και δεν υπήρξε πρόβλημα στην ανάγνωση ή την κατανόηση τους. Το σύνολο των σεναρίων παρατίθεται και στο Παράρτημα Α στο τέλος αυτού του τεύχους.

Μεταβολή	1η εναλλακτική	2η εναλλακτική	Σημερινή κατάσταση
	Μείωση σε 30χλμ/ώρα παντού	Μείωση σε 30χλμ/ώρα με εξαιρέσεις	Καμία μεταβολή
Χρόνος διαδρομής (λεπτά)	+8	+5	-
Κατανάλωση καυσίμου (%)	-10%	-10%	-
Πιθανότητα οδικού ατυχήματος με τραυματισμό (%)	-50%	-20%	-

Εικόνα 4.1: Ενδεικτικό σενάριο που χρησιμοποιήθηκε στο τρίτο μέρος του ερωτηματολογίου

4.2.4 Συλλογή ερωτηματολογίων

Το ερωτηματολόγιο, όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 4.2.1, δημιουργήθηκε μέσα στο περιβάλλον GoogleForms και κοινοποιήθηκε σε πιθανούς συμμετέχοντες αποκλειστικά μέσω του διαδικτύου. Η επιλογή του GoogleForms έγινε κυρίως λόγω της ευκολίας στην επεξεργασία και τη χρήση που προσφέρει, καθώς και την ανωνυμία και προστασία προσωπικών δεδομένων που εξασφαλίζει στους χρήστες. Το ερωτηματολόγιο ήταν ανοιχτό προς τους συμμετέχοντες για περίπου τρεις μήνες (Απρίλιος 2025 – Ιούνιος 2025), και στην συνέχεια εφόσον το δείγμα κρίθηκε κατάλληλο, ακολούθησε η στατιστική ανάλυση για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων.

Να σημειωθεί ότι προκειμένου ένα δείγμα να θεωρηθεί κατάλληλο είναι σημαντικό να πληρούνται ορισμένες βασικές προϋποθέσεις (Kotler & Keller, 2016):

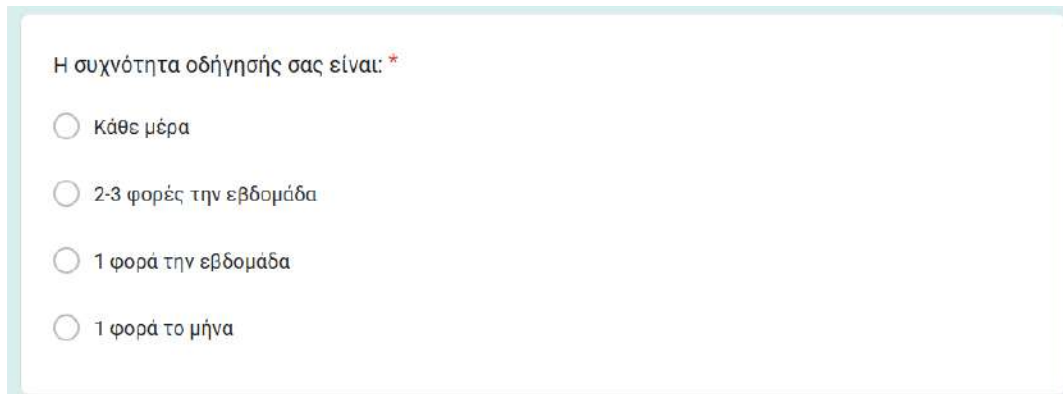
Κατάλληλος πληθυσμός: Έρευνες με εξιδικευμένη θεματολογία χρειάζονται πολλές φορές συμμετέχοντες, οι οποίοι πρέπει να πληρούν τα κατάλληλα κριτήρια. Στην προκειμένη περίπτωση, για τις ανάγκες της έρευνας, οι συμμετέχοντες θα έπρεπε να είναι οδηγοί ενός οχήματος και να είναι μόνιμοι κάτοικοι οποιασδήποτε πόλης της Ελλάδας πέρα από την Αθήνα. Τα παραπάνω κριτήρια εξασφαλίστηκαν με χρήση ερωτήσεων διαλογής στο ερωτηματολόγιο.

Μέγεθος δείγματος: Είναι φανερό πως όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των απαντήσεων που θα συλλεχθούν, τόσο θα μεγαλύτερη θα είναι και η αξιοπιστία στα συμπεράσματα που

θα διεξαχθούν. Στην συγκεκριμένη έρευνα συγκεντρώθηκαν 302 ερωτηματολόγια, αριθμός ικανοποιητικός για τέτοιου είδους έρευνες.

Αντιπροσωπευτικότητα πληθυσμού: Είναι σημαντικό να αντλούνται δεδομένα από συμμετέχοντες με διαφορετικά δημογραφικά χαρακτηριστικά, δηλαδή από όλες τις κατηγορίες σε σχετικά ισόποσα ποσοστά, έτσι ώστε το δείγμα να είναι αρκετά αντιπροσωπευτικό. Στην προκειμένη περίπτωση υπήρξε υπεραντιπροσώπευση στις ηλικίες 18-34, η οποία οφείλεται στο γεγονός ότι το ερωτηματολόγιο κοινοποιήθηκε ηλεκτρονικά, με αποτέλεσμα η παρουσία νεότερων ηλικιών να είναι επικρατέστερη αλλά και αναμενόμενη.

Εικόνα 4.2: Απόσπασμα της πρώτης ενότητας του ερωτηματολογίου στο περιβάλλον Google Forms



Η συχνότητα οδήγησής σας είναι: *

- Κάθε μέρα
- 2-3 φορές την εβδομάδα
- 1 φορά την εβδομάδα
- 1 φορά το μήνα

Το ερωτηματολόγιο, που χρησιμοποιήθηκε στην συγκεκριμένη έρευνα, κάλυψε τις βασικές προϋποθέσεις και θεωρήθηκε κατάλληλο για να προχωρήσει στην στατιστική ανάλυση. Στην εικόνα 4.2 παρουσιάζεται ένα απόσπασμα της μορφής του ερωτηματολογίου.

4.3 Επεξεργασία στοιχείων

Αφού ολοκληρώθηκε η συλλογή των ερωτηματολογίων, συνέχεια είχε η επεξεργασία των στοιχείων που αντλήθηκαν προκειμένου να πραγματοποιηθεί τελικά η στατιστική ανάλυση. Το πρόγραμμα που επιλέχθηκε είναι το **R-Studio**, καθώς αποτελεί ένα ευρέως χρησιμοποιούμενο εργαλείο για τέτοιου είδους έρευνες. Με σκοπό να πραγματοποιήσουμε την στατιστική ανάλυση με πολυωνυμική και διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση, κρίνεται απαραίτητη η ομαδοποίηση και κωδικοποίηση των δεδομένων με τη μορφή αριθμών, έτσι ώστε να είναι αντιληπτά από το πρόγραμμα ανάλυσης.

Με την χρήση του MicrosoftExcel δημιουργήθηκε ο πίνακας **MasterTable**, τμήμα του οποίου φαίνεται στην εικόνα 4.3, στον οποίο παρουσιάζονται όλες οι απαντήσεις των συμμετεχόντων του ερωτηματολογίου σε κωδικοποιημένη μορφή. Όπως φαίνεται παρακάτω, η πρώτη στήλη με όνομα 'Number' αποτελεί τον αύξων αριθμό κάθε συμμετέχων και επαναλαμβάνεται δέκα φορές για τον καθένα, καθώς όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 4.2.3 το ερωτηματολόγιο περιλαμβάνει ερωτήματα που αφορούν δέκα διαφορετικά σενάρια. Για αυτό το λόγο όλες οι στήλες ανά δέκα κελιά επαναλαμβάνουν το ίδιο νούμερο, εκτός από τις 'ID', 'Choice', 'Time1', 'Time2', 'Time3', 'Fuel1', 'Fuel2', 'Fuel3', 'Accident1', 'Accident2', 'Accident3' (που αφορούν τα σενάρια), καθώς η απάντηση σε αυτά τα ερωτήματα είναι μία και πρέπει απλώς να συμπληρώσουμε όλο τον πίνακα.

Number	ID	Choice	Time1	Time2	Time3	Fuel1	Fuel2	Fuel3	Accident1	Accident2	Accident3	S2	S1	EXP	MEANS_TYPE	FREQ	PROPERTY	ACCID	INJURY	ACCID	VIOLATI
1	1	1	5	0	0	5	5	0	20	10	0	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1
1	2	1	8	5	0	20	5	0	20	10	0	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1
1	3	1	5	5	0	5	5	0	50	20	0	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1
1	4	1	8	0	0	20	20	0	50	10	0	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1
1	5	1	8	5	0	5	5	0	20	10	0	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1
1	6	1	5	5	0	20	10	0	10	10	0	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1
1	7	1	8	5	0	10	10	0	50	20	0	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1
1	8	1	5	0	0	10	10	0	50	20	0	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1
1	9	1	8	8	0	10	5	0	20	20	0	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1
1	10	1	8	0	0	20	5	0	20	20	0	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1
2	1	2	5	0	0	5	5	0	20	10	0	1	0	3	1	1	1	1	1	1	2
2	2	2	8	5	0	20	5	0	20	10	0	1	0	3	1	1	1	1	1	1	2
2	3	1	5	5	0	5	5	0	50	20	0	1	0	3	1	1	1	1	1	1	2
2	4	1	8	0	0	20	20	0	50	10	0	1	0	3	1	1	1	1	1	1	2
2	5	2	8	5	0	5	5	0	20	10	0	1	0	3	1	1	1	1	1	1	2
2	6	1	5	5	0	20	10	0	10	10	0	1	0	3	1	1	1	1	1	1	2
2	7	1	8	5	0	10	10	0	50	20	0	1	0	3	1	1	1	1	1	1	2
2	8	2	5	0	0	10	10	0	50	20	0	1	0	3	1	1	1	1	1	1	2
2	9	1	8	8	0	10	5	0	20	20	0	1	0	3	1	1	1	1	1	1	2
2	10	2	8	0	0	20	5	0	20	20	0	1	0	3	1	1	1	1	1	1	2
3	1	3	5	0	0	5	5	0	20	10	0	1	0	2	1	1	1	1	1	1	2
3	2	3	8	5	0	20	5	0	20	10	0	1	0	2	1	1	1	1	1	1	2
3	3	1	5	5	0	5	5	0	50	20	0	1	0	2	1	1	1	1	1	1	2
3	4	2	8	0	0	20	20	0	50	10	0	1	0	2	1	1	1	1	1	1	2
3	5	3	8	5	0	5	5	0	20	10	0	1	0	2	1	1	1	1	1	1	2
3	6	1	5	5	0	20	10	0	10	10	0	1	0	2	1	1	1	1	1	1	2
3	7	3	8	5	0	10	10	0	50	20	0	1	0	2	1	1	1	1	1	1	2
3	8	1	5	0	0	10	10	0	50	20	0	1	0	2	1	1	1	1	1	1	2
3	9	3	8	8	0	10	5	0	20	20	0	1	0	2	1	1	1	1	1	1	2
3	10	2	8	0	0	20	5	0	20	20	0	1	0	2	1	1	1	1	1	1	2
4	1	3	5	0	0	5	5	0	20	10	0	1	0	2	2	1	2	1	1	1	1
4	2	2	8	5	0	20	5	0	20	10	0	1	0	2	2	1	2	1	1	1	1

Εικόνα 4.3: Τμήμα του MasterTable στο περιβάλλον του Excel

Πιο συγκεκριμένα, η πρώτη γραμμή περιέχει τις ακόλουθες στήλες:

1. Number: ο αύξων αριθμός των συμμετεχόντων
2. ID: ο αριθμός του εκάστοτε σεναρίου της τρίτης ενότητας
3. Choice: η επιλογή μιας εκ των τριών εναλλακτικών σεναρίων με 1 = Μείωση σε 30 χλμ./ώρα παντού, 2 = Μείωση σε 30 χλμ./ώρα με εξαιρέσεις, 3 = Καμία μεταβολή
4. Time1, Time2, Time3: η τιμή της μεταβλητής της αλλαγής του χρόνου μετακίνησης για ολική μείωση, μείωση με εξαιρέσεις και καμία μεταβολή αντίστοιχα
5. Fuel1, Fuel2, Fuel3: η τιμή της μεταβλητής της μείωσης της κατανάλωσης καυσίμου για ολική μείωση, μείωση με εξαιρέσεις και καμία μεταβολή αντίστοιχα
6. Accident1, Accident2, Accident3: η τιμή της μεταβλητής της μείωσης της πιθανότητας ατυχήματος για ολική μείωση, μείωση με εξαιρέσεις και καμία μεταβολή αντίστοιχα
7. S2: η απάντηση στην ερώτηση της μείωσης από 50 χλμ./ώρα σε 30 χλμ./ώρα σε όλο το αστικό δίκτυο εκτός των κύριων αρτηριών
8. S1: η απάντηση στην ερώτηση της μείωσης από 50 χλμ./ώρα σε 30 χλμ./ώρα σε όλο το αστικό δίκτυο
9. EXP, MEANS_TYPE, FREQ, ...: η κωδικοποίηση των ερωτήσεων που έγινε σύμφωνα με το ερωτηματολόγιο του Παραρτήματος Α

Κάποιες βασικές παρατηρήσεις σχετικά με την κωδικοποίηση των στοιχείων είναι:

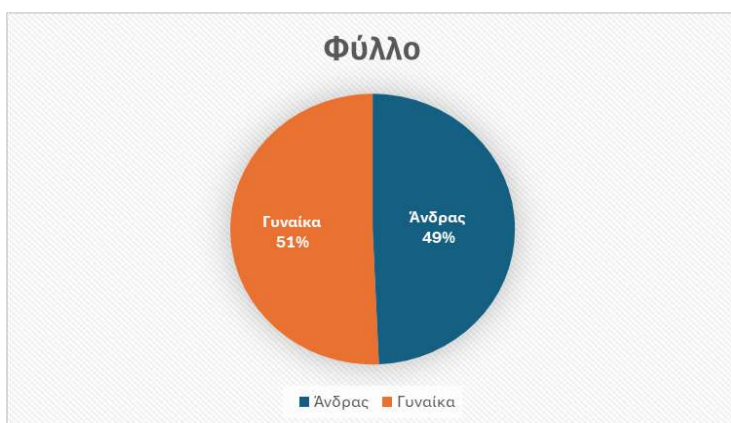
- Στις ερωτήσεις 'S1' και 'S2', στις οποίες οι απαντήσεις ήταν 'Ναι' ή 'Όχι', η κωδικοποίηση αντιστοιχεί σε Ναι=1 και Όχι=0
- Στη ερώτηση 'GENDER', που αφορά το φύλλο των συμμετεχόντων, η κωδικοποίηση αντιστοιχεί σε Γυναίκα=1 και Άνδρας=0

- Στις ερωτήσεις, στις οποίες οι απαντήσεις ήταν παραπάνω από δύο, η κωδικοποίηση αντιστοιχεί σε πρώτη απάντηση=1, δεύτερη απάντηση=2, τρίτη απάντηση=3 και ούτω καθεξής

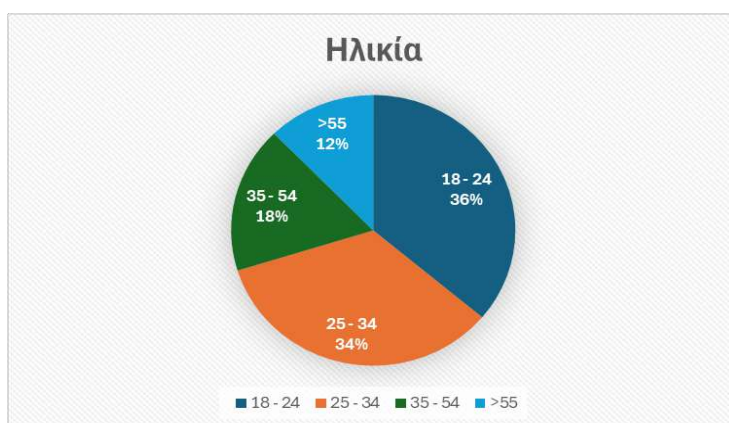
4.4 Συγκεντρωτικά στοιχεία

Σε αυτό το κεφάλαιο θα παρατεθούν κάποια αξιοσημείωτα **στατιστικά στοιχεία** που αποκομίσαμε από την αρχική ανάλυση και επεξεργασία των απαντήσεων του ερωτηματολογίου.

Παρατηρούμε, όπως παρουσιάζεται και στα διαγράμματα 4.1, 4.2, 4.3, ότι το δείγμα μας έχει ισομοιρασμένη κατανομή φύλλου. Ταυτόχρονα όμως παρατηρείται ότι τα επικρατέστερα ποσοστά ηλικιών είναι αυτά των 18-24 και 25-34 και όσον αφορά το μορφωτικό επίπεδο φαίνεται να έχουμε μεγάλα ποσοστά στους φοιτητές και στους πτυχιούχους πανεπιστημίου.



Διάγραμμα 4.1: Ποσοστιαία κατανομή του δείγματος με βάση το φύλλο



Διάγραμμα 4.2: Ποσοστιαία κατανομή του δείγματος με βάση την ηλικία



Διάγραμμα 4.3: Ποσοστιαία κατανομή του δείγματος με βάση το μορφωτικό επίπεδο

Ενδιαφέρον στοιχείο αποτελεί και το γεγονός ότι περίπου επτά στους δέκα συμμετέχοντες θεωρούν ότι με βάση τα ισχύοντα όρια ταχύτητας εντός πόλης οι ευάλωτοι χρήστες της οδού προστατεύονται λίγο έως καθόλου και αναγνωρίζουν ότι ο ρόλος της ταχύτητας στην πρόκληση ατυχημάτων είναι πάρα πολύ σημαντικός, όπως παρουσιάζεται στα διαγράμματα 4.4, 4.5.

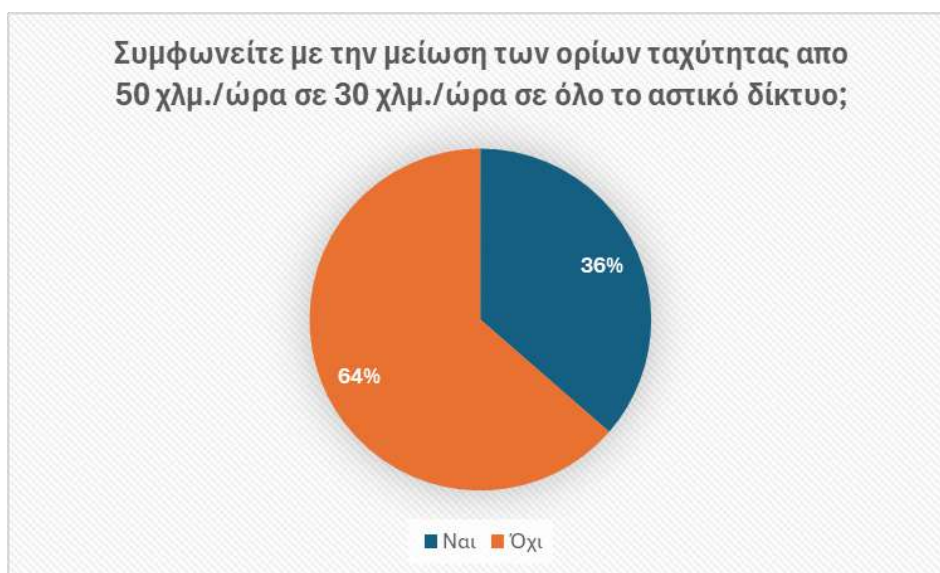


Διάγραμμα 4.4: Ποσοστιαία κατανομή του δείγματος σχετικά με την προστασία των χρηστών της οδού και την υφιστάμενη ταχύτητα

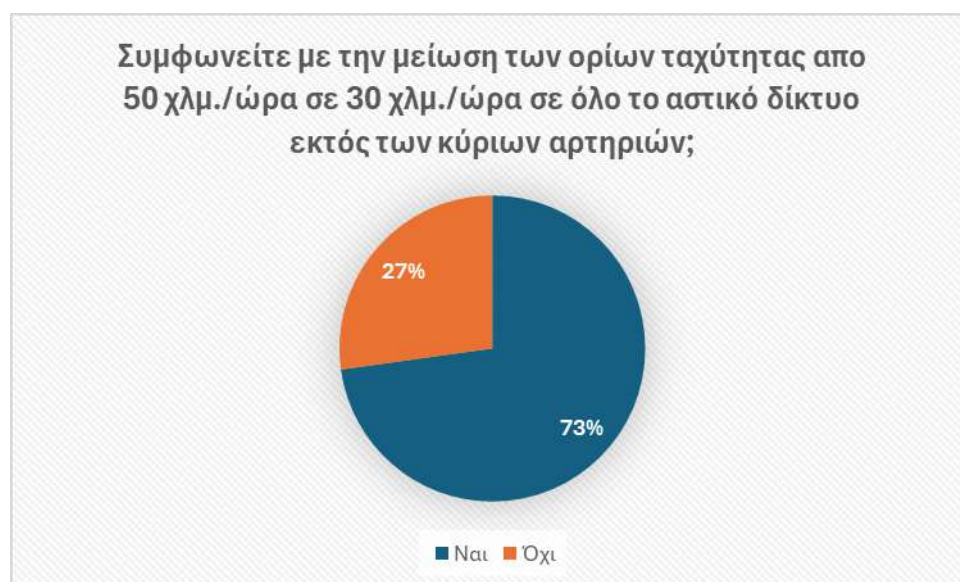


Διάγραμμα 4. 5: Ποσοστιαία κατανομή του δείγματος σχετικά με τον ρόλο της ταχύτητας στα ατυχήματα

Τέλος, πολύ σημαντικά για τα ευρήματα της έρευνας αποτελούν τα αποτελέσματα στις ερωτήσεις 'εάν οι συμμετέχοντες συμφωνούν με τη μείωση των ορίων ταχύτητας από 50χλμ/ώρα σε 30χλμ/ώρα σε όλο το αστικό δίκτυο' και 'αν συμφωνούν με τη μείωση των ορίων ταχύτητας από 50χλμ/ώρα σε 30χλμ/ώρα σε όλο το αστικό δίκτυο εκτός των κυρίων αρτηριών (50χλμ/ώρα)'. Παρατηρείται ότι, οι ερωτηθέντες διαφωνούν σε μεγάλο ποσοστό με την ολική μείωση, αλλά συμφωνούν σε ακόμα μεγαλύτερο με την μείωση της ταχύτητας με εξαιρέσεις, όπως παρουσιάζεται στα διαγράμματα 4.6, 4.7.



Διάγραμμα 4.6: Ποσοστιαία κατανομή του δείγματος για την μείωση του ορίου ταχύτητας σε όλο το αστικό δίκτυο



Διάγραμμα 4.7: Ποσοστιαία κατανομή του δείγματος για την μείωση του ορίου ταχύτητας σε όλο το αστικό δίκτυο εκτός από τις κύριες αρτηρίες

Κεφάλαιο 5: Στατιστική ανάλυση

5.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο, εφόσον έχει ολοκληρωθεί η συλλογή και η επεξεργασία των δεδομένων σε πίνακα (**MasterTable**), όπως παρουσιάστηκε και στο κεφάλαιο 4, πραγματοποιείται η στατιστική ανάλυση των δεδομένων με την βοήθεια του λογισμικού **R-Studio**, προκειμένου να προκύψουν τα αποτελέσματα στα ζητούμενα της διπλωματικής εργασίας.

Η ανάλυση βασίζεται στην ανάπτυξη στατιστικών μοντέλων, τα οποία στοχεύουν στην περιγραφή των επιλογών, που έχουμε θέσει ως εξαρτημένες μεταβλητές, ως μια συνάρτηση των κατάλληλων ανεξάρτητων μεταβλητών. Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας, κρίνεται κατάλληλη η χρήση των μοντέλων της πολυωνυμικής και της και της διωνυμικής παλινδρόμησης.

Πιο συγκεκριμένα, η πολυωνυμική λογιστική παλινδρόμηση (multinomial logistic regression) θα χρησιμοποιηθεί για τα δέκα σενάρια του τρίτου μέρους του ερωτηματολογίου, όπου οι συμμετέχοντες έπρεπε να επιλέξουν μεταξύ των τριών επιλογών: 'Μείωση στα 30 χλμ./ώρα παντού', 'Μείωση στα 30 χλμ./ώρα με εξαιρέσεις' και 'Καμία μεταβολή'. Παράλληλα, η διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση (binomial logistic regression) θα χρησιμοποιηθεί για τις δύο πρώτες ερωτήσεις του τρίτου μέρους του ερωτηματολογίου, 'Συμφωνείτε με τη μείωση από 50 χλμ./ώρα σε 30χλμ./ώρα σε όλο το οδικό δίκτυο;' και 'Συμφωνείτε με τη μείωση από 50 χλμ./ώρα σε 30χλμ./ώρα σε όλο το οδικό δίκτυο εκτός των κύριων αρτηριών;', οι οποίες έχουν απαντήσεις 'Ναι' ή 'Όχι'.

Στην συνέχεια του κεφαλαίου παρατίθεται λεπτομερώς η διαδικασία ανάπτυξης των κατάλληλων μοντέλων μετά από πολλές **δοκιμές**, οι στατιστικοί έλεγχοι που χρησιμοποιούνται για την αποδοχή ή την απόρριψη τους, καθώς και περιγραφή και ερμηνεία των αποτελεσμάτων που προκύπτουν.

5.2 Διαμόρφωση μοντέλου πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης

5.2.1 Κώδικας στο R-Studio

Με το μοντέλο **πολυωνυμικής** λογιστικής παλινδρόμησης, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, θα αναπτυχθεί η στατιστική ανάλυση για τα σενάρια του ερωτηματολογίου, με την βοήθεια του περιβάλλοντος του λογισμικού R-Studio.

Αρχικά, δημιουργήθηκε το **script**, δηλαδή το περιβάλλον της συγγραφής του κώδικα, μέσω της εντολής File ->NewFile ->RScript. Σημαντική παρατήρηση, για την κατανόηση του κώδικα, αποτελεί το γεγονός ότι οτιδήποτε ακολουθεί το σύμβολο '#' στην ίδια γραμμή, αποτελεί σχολιασμό και δεν μεταφράζεται από το πρόγραμμα. Παρακάτω παρατίθενται τα αρχικά βήματα για την **διαμόρφωση του κώδικα**:

- **Εγκατάσταση της εντολής mlogit** από τη βιβλιοθήκη του προγράμματος, η οποία επιτρέπει την χρήση της πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης.

- **Εισαγωγή του αρχείου excel (mastertable)** με τα κωδικοποιημένα δεδομένα του ερωτηματολογίου, που δημιουργήθηκε για να μπορεί να διαβαστεί από το λογισμικό με την χρήση της εντολής **“library(readxl)”** και **“read_excel”** .
- Χρήση της εντολής **“as.data.frame”** έτσι ώστε τα δεδομένα που εισάχθηκαν να παρουσιαστούν πιο απλά και να διευκολυνθούν οι έλεγχοι συχνοτήτων και δομής των μεταβλητών.
- Με το **“RDATA\$Choiceid<- 1:nrow(RDATA)”**, επιλέγεται για να διαβαστεί από το πρόγραμμα όλος ο πίνακας mastertable

Με αυτό τον τρόπο φορτώνεται το **αρχείο RDATA** (“View(RDATA) ”,

“str(RDATA) ”), το οποίο στην ουσία περιέχει όλα τα δεδομένα που εισάχθηκαν στο πρόγραμμα.

Επίσης, με την χρήση των εντολών **“RDATA_numeric<-RDATA[,sapply(RDATA, is.numeric)]”**, **“cor(RDATA_numeric,method = c(“pearson”))”**, **“cor(RDATA[,unlist(lapply(RDATA, is.numeric))])”**, όλα τα στοιχεία μετατρέπονται σε κατηγορικά (factors) και φορτώνονται στο αρχείο RDATA, σε αριθμούς (numerics), ώστε να είναι πιο εύκολη η διαχείρισή τους. Παράλληλα με την εντολή **dt=cor(RDATA_numeric,method = (“pearson”))**, ουσιαστικά φορτώνεται ένα αρχείο dt στο οποίο φαίνεται η συσχέτιση όλων των μεταβλητών μεταξύ τους. Όσες μεταβλητές εμφανίζουν συσχέτιση μεγαλύτερη του 0,5 σε απόλυτη τιμή, τότε πρόκειται για αρκετά συσχετισμένες μεταβλητές και έτσι δεν τις λαμβάνουμε υπόψιν μαζί στα ίδια μοντέλα.



```

1  ##Diploma Thesis##
2
3  library(mlogit)
4
5  #Import DATA from MasterTable
6  library(readxl)
7  DT_mastertable_teliko <- read_excel("C:\\Users\\athgo\\Desktop\\DT_mastertable_teliko.xlsx")
8  RDATA <- as.data.frame(DT_mastertable_teliko) #metatropi se data frame
9  RDATA$Choiceid <- 1:nrow(RDATA)
10 View(RDATA)
11 str(RDATA)
12
13 #correlation test between independent variables
14 RDATA_numeric<-RDATA[,sapply(RDATA, is.numeric)]
15 cor(RDATA_numeric,method = c("pearson"))
16 cor(RDATA[,unlist(lapply(RDATA, is.numeric))])
17
18 ## Για να mporeseis na ta deis olall
19 dt=cor(RDATA_numeric,method = c("pearson"))
20 view((dt))
21

```

Εικόνα 5.1: Αρχικό τμήμα του κώδικα

	Number	ID	Choice	Time1	Time2	Time3	Fuel1	Fuel2	Fuel3	Accident1	Accident2
Number	1.00000000	0.00000000	0.274788333	0.000000e+00	0.000000e+00	NA	0.000000000	0.000000000	NA	0.000000e+00	0.000000e+00
ID	0.00000000	1.000000000	0.012555557	2.842676e-01	6.765805e-02	NA	0.203278907	0.000000000	NA	-1.103172e-02	0.661495000
Choice	0.274788333	0.012555557	1.000000000	8.390162e-02	1.158779e-01	NA	-0.025030792	-0.097374599	NA	-9.538126e-02	-0.015641822
Time1	0.00000000	0.284267622	0.083901624	1.000000e+00	2.307959e-01	NA	0.317820863	0.089087088	NA	-7.761505e-02	0.000000e+00
Time2	0.00000000	0.067658047	0.115877864	2.307959e-01	1.000000e+00	NA	-0.178794900	-0.377807150	NA	-2.530245e-01	0.105999700
Time3	NA	NA	NA	NA	NA	1	NA	NA	NA	NA	NA
Fuel1	0.000000000	0.203278907	-0.025030792	3.178209e-01	-1.787949e-01	NA	1.000000000	0.424705999	NA	-2.220091e-01	-0.233549683
Fuel2	0.000000000	0.000000000	-0.097374599	8.908708e-02	-3.778072e-01	NA	0.424705993	1.000000000	NA	5.116729e-01	-0.218217899
Fuel3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1	NA	NA
Accident1	0.000000000	-0.011031723	-0.095381261	-7.761505e-02	-2.530245e-01	NA	-0.222009147	0.511672899	NA	1.000000e+00	0.443606600
Accident2	0.000000000	0.661495093	-0.015641822	0.000000e+00	1.059998e-01	NA	-0.233549683	-0.218217899	NA	4.436070e-01	1.000000e+00
Accident3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
S2	0.01673878	0.000000000	-0.414965501	1.364871e-20	9.982603e-21	NA	0.000000000	0.000000000	NA	0.000000e+00	0.000000e+00
S1	-0.05019913	0.000000000	-0.428320541	6.345217e-21	-1.687046e-21	NA	0.000000000	0.000000000	NA	0.000000e+00	0.000000e+00
EXP	0.33249291	0.000000000	0.245918347	-4.540577e-21	-9.742937e-21	NA	0.000000000	0.000000000	NA	0.000000e+00	0.000000e+00
MEANS_TYPE	0.16814337	0.000000000	-0.005260544	4.862209e-21	-5.660923e-21	NA	0.000000000	0.000000000	NA	0.000000e+00	0.000000e+00
FREQ	0.02943527	0.000000000	-0.174764102	1.112679e-20	5.856473e-21	NA	0.000000000	0.000000000	NA	0.000000e+00	0.000000e+00

Εικόνα 5.2: Το αρχείο dt που προκύπτει για την συσχέτιση των ανεξάρτητων μεταβλητών

Στην συνέχεια, είναι απαραίτητο να πραγματοποιηθεί μετατροπή στην δομή των δεδομένων έτσι ώστε να είναι συμβατά με το στατιστικό μοντέλο που έχουμε επιλέξει. Με την χρήση της εντολής `“RDATA2 <- dfidx(...)”`, τα δεδομένα που έχουν αποθηκευτεί στο RDATA μετασχηματίζονται κατάλληλα και αποθηκεύονται στο νέο αρχείο RDATA2. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιείται το `shape="wide"` ώστε τα δεδομένα να μετατραπούν από μια σειρά για κάθε σενάριο, σε μία σειρά για κάθε δυνατή επιλογή, καταγράφοντας αν έγινε η επιλογή ή όχι. Η επιλογή του χρήστη ορίζεται με το `choice="Choice"` και καθορίζονται οι μεταβλητές που αφορούν τις εναλλακτικές επιλογές με `varying=4:12`, καθώς αυτό είναι το τμήμα του πίνακα που μας ενδιαφέρει. Τα `idx` και `idnames` καθορίζουν πώς τα δεδομένα θα οργανωθούν και θα αναγνωριστούν από το πρόγραμμα. Με αυτό τον τρόπο προκύπτει το αρχείο RDATA2, το οποίο περιέχει τα δεδομένα που χρειάζεται και στην μορφή που πρέπει και είναι αυτό που θα χρησιμοποιηθεί στην συνέχεια του κώδικα.

```

21
22 ###Multinomial Logistic Regression Analysis
23
24
25 #transform to long format
26 RDATA2 <- dfidx(RDATA, shape = "wide", choice = "Choice", varying = 4:12, sep = "", idx = list(c("Choice", "idnames = c("chid", "alt"))
27
28
29 View(RDATA2)
30

```

Εικόνα 5.3: Τμήμα του κώδικα για την διαμόρφωση του αρχείου RDATA2

Number	Choice	S2	S1	EXP	MEANS_TYPE	FREQ	PROPERTY_ACCID	INJURY_ACCID	VIOLATIONS	WORRIED	STAT_INJ
1	1	TRUE	1	1	2	1	2	1	1	2	3
2	1	FALSE	1	1	2	1	2	1	1	2	3
3	1	FALSE	1	1	2	1	2	1	1	2	3
4	2	FALSE	1	0	3	1	1	1	2	2	3
5	2	TRUE	1	0	3	1	1	1	2	2	3
6	2	FALSE	1	0	3	1	1	1	2	2	3
7	3	FALSE	1	0	2	1	1	1	2	4	3
8	3	FALSE	1	0	2	1	1	1	2	4	3
9	3	TRUE	1	0	2	1	1	1	2	4	3
10	4	FALSE	1	0	2	2	1	2	1	3	2
11	4	FALSE	1	0	2	2	1	2	1	3	2
12	4	TRUE	1	0	2	2	1	2	1	3	2
13	5	FALSE	0	1	1	1	2	1	1	2	2
14	5	TRUE	0	1	1	1	2	1	1	2	2
15	5	FALSE	0	1	1	1	2	1	1	2	2
16	6	FALSE	1	1	1	4	4	1	1	4	3
17	6	TRUE	1	1	1	4	4	1	1	4	3

Showing 1 to 17 of 9,060 entries. 42 total columns

Εικόνα 5.4: Το αρχείο RDATA2 που προέκυψε

Έπειτα, ορίζεται στον κώδικα ποιες είναι οι μεταβλητές που θα αξιοποιηθούν για την ανάλυση, όπως φαίνεται στην εικόνα 5.5 και μετατρέπονται όλες σε **διακριτές μεταβλητές**, έτσι ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν σωστά στα μοντέλα παλινδρόμησης στην συνέχεια.

```

30
31 #Include factor variables after converting them ### edo tha deis poies metavlites soy prepei na metatrepsis se factor
32 RDATA2$S2 = as.factor(RDATA2$S2)
33 RDATA2$S1 = as.factor(RDATA2$S1)
34 RDATA2$EXP = as.factor(RDATA2$EXP)
35 RDATA2$MEANS_TYPE = as.factor(RDATA2$MEANS_TYPE)
36 RDATA2$FREQ = as.factor(RDATA2$FREQ)
37 RDATA2$PROPERTY_ACCID = as.factor(RDATA2$PROPERTY_ACCID)
38 RDATA2$INJURY_ACCID = as.factor(RDATA2$INJURY_ACCID)
39 RDATA2$VIOLATIONS = as.factor(RDATA2$VIOLATIONS)
40 RDATA2$WORRIED = as.factor(RDATA2$WORRIED)
41 RDATA2$STAT_INJURIES = as.factor(RDATA2$STAT_INJURIES)
42 RDATA2$STAT_DEATHS = as.factor(RDATA2$STAT_DEATHS)
43 RDATA2$SPEED_ROLE = as.factor(RDATA2$SPEED_ROLE)
44 RDATA2$VULN_PROT = as.factor(RDATA2$VULN_PROT)
45 RDATA2$IF_ROAD_TYPE = as.factor(RDATA2$IF_ROAD_TYPE)
46 RDATA2$IF_TRAFFIC = as.factor(RDATA2$IF_TRAFFIC)
47 RDATA2$IF_FREQ = as.factor(RDATA2$IF_FREQ)
48 RDATA2$IF_OTHERS_SPEED = as.factor(RDATA2$IF_OTHERS_SPEED)
49 RDATA2$IF_PEDE = as.factor(RDATA2$IF_PEDE)
50 RDATA2$IF_POLICE = as.factor(RDATA2$IF_POLICE)
51 RDATA2$GENDER = as.factor(RDATA2$GENDER)
52 RDATA2$AGE = as.factor(RDATA2$AGE)
53 RDATA2$SRLTNSHIP = as.factor(RDATA2$SRLTNSHIP)
54 RDATA2$INCOME = as.factor(RDATA2$INCOME)
55 RDATA2$EDUCATION = as.factor(RDATA2$EDUCATION)
56 RDATA2$PROF = as.factor(RDATA2$PROF)
57
58

```

Εικόνα 5.5: Τμήμα του κώδικα για την μετατροπή των μεταβλητών

Ταυτόχρονα, με σκοπό την απλούστευση του μοντέλου, πραγματοποιείται και **ομαδοποίηση** των απαντήσεων, έτσι ώστε οι ανεξάρτητες μεταβλητές με πολλά επίπεδα να μετατραπούν σε μεταβλητές δύο επιπέδων. Πιο συγκεκριμένα, αυτό γίνεται δυνατόν με την εντολή “make_2L←function(...)” και στην συνέχεια μετατροπή κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής ξεχωριστά όπως φαίνεται και στην εικόνα 5.6. Με απλά λόγια, όσες ανεξάρτητες μεταβλητές είχαν στο ερωτηματολόγιο περισσότερες από δύο απαντήσεις μετασχηματίζονται σύμφωνα με την κρίση μας, έτσι ώστε να έχουν δύο ομαδοποιημένες απαντήσεις.

```

67 # Metatropi anexartitwn metavlitwn pou xreiazomai gia na exoun mono 2 epipedata
68 make_2L <- function(x, low_levels, name_low = "Low", name_high = "High")
69 { x_chr <- as.character(x)
70 new <- ifelse(x_chr %in% low_levels, name_low, name_high)
71 factor(new, levels = c(name_low, name_high))}
72
73 #Metatropi FREQ
74 table(RDATA2$FREQ, useNA = "ifany")
75 #thewrw 1,2-> "Low_FREQ" kai 3,4-> "High_FREQ"
76 RDATA2$FREQ_2L <- make_2L(RDATA2$FREQ, low_levels = c("1", "2"), name_low = "Low_FREQ",
77 name_high = "High_FREQ")
78 table(RDATA2$FREQ, RDATA2$FREQ_2L )
79
80 #Metatropi SPEED_ROLE
81 table(RDATA2$SPEED_ROLE, useNA = "ifany")
82 #thewrw 1,2-> "SPEED_ROLE_Not_important" kai 3,4-> "SPEED_ROLE_Very_important"
83 RDATA2$SPEED_ROLE_2L <- make_2L(RDATA2$SPEED_ROLE, low_levels = c("1", "2"), name_low = "SPEED_ROLE_Not_important",
84 name_high = "SPEED_ROLE_Very_important")
85 table(RDATA2$SPEED_ROLE, RDATA2$SPEED_ROLE_2L )
86
87 #Metatropi EXP
88 table(RDATA2$EXP, useNA = "ifany")
89 #thewrw 1,2-> "Low_EXP" kai 3,4-> "High_EXP"
90 RDATA2$EXP_2L <- make_2L(RDATA2$EXP, low_levels = c("1", "2"), name_low = "Low_EXP",
91 name_high = "High_EXP")
92 table(RDATA2$EXP, RDATA2$EXP_2L )
93
94 #Metatropi VIOLATIONS
95 table(RDATA2$VIOLATIONS, useNA = "ifany")
96 #thewrw 1,2-> "Few_viol" kai 3,4-> "Many_viol"
97 RDATA2$VIOLATIONS_2L <- make_2L(RDATA2$VIOLATIONS, low_levels = c("1", "2"), name_low = "Few_viol",
98 name_high = "Many_viol")
99 table(RDATA2$VIOLATIONS, RDATA2$VIOLATIONS_2L )
100
101 #Metatropi VULN_PROT
102 table(RDATA2$VULN_PROT, useNA = "ifany")
103
104

```

Εικόνα 5.6: Τμήμα του κώδικα από την ομαδοποίηση των μεταβλητών

Εφόσον πραγματοποιήθηκαν όλα τα παραπάνω το **μοντέλο MLR2** που διαμορφώθηκε μετά από δοκιμές είναι το εξής:

MLR2 <- mlogit(Choice ~ Time + Fuel + Accident | FREQ_2L + VIOLATIONS_2L + SPEED_ROLE_2L + IF_POLICE_2L + GENDER, refllevel = "3", data = RDATA2)

Πιο συγκεκριμένα,

- Choice: η εξαρτημένη μεταβλητή συναρτήσσει του χρόνου διαδρομής, της μείωσης κατανάλωσης καυσίμου και της μείωσης της πιθανότητας οδικού ατυχήματος όπως της έχουμε ορίσει σε κάθε σενάριο
- refllevel = "3": το επίπεδο αναφοράς, το οποίο έχει οριστεί ως η 3^η εναλλακτική (Καμία μεταβολή) και συγκρίνεται με την 1^η και 2^η για να αντληθούν αποτελέσματα
- data=RDATA2 : αντλούνται τα δεδομένα από το αρχείο RDATA2
- FREQ_2L + VIOLATIONS_2L + SPEED_ROLE_2L + IF_POLICE_2L + GENDER : οι ανεξάρτητες μεταβλητές δύο επιπέδων που επιλέχθηκαν για το βέλτιστο μοντέλο

όπου:

FREQ: συχνότηταοδήγησης

VIOLATIONS: αριθμόςκλήσεωνγιαπαραβάσειςτουΚΟΚ τα τελευταία τρία χρόνια

SPEED_ROLE: σημαντικότητα του ρόλουτηςταχύτηταςστηνπρόκληση ατυχημάτων

IF_POLICE: σημαντικότητα της παρουσίας της τροχαίας στην επιλογή ταχύτητας οδήγησης

GENDER: φύλλο

5.2.2 Συνάρτηση χρησιμότητας του μοντέλου πολυωνμικής παλινδρόμησης

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, από το μοντέλο MLR2 προκύπτουν **δύο συναρτήσεις χρησιμότητας** σύμφωνα με το επίπεδο αναφοράς που ορίστηκε. Η μία αφορά την πρώτη εναλλακτική: μείωση σε 30 χλμ./ώρα σε όλο το αστικό δίκτυο σε σχέση με την τρίτη εναλλακτική: καμία μεταβολή, ενώ η άλλη αφορά την δεύτερη εναλλακτική: μείωση της ταχύτητας από 50χλμ/ώρα σε 30χλμ/ώρα σε όλο το αστικό δίκτυο εκτός των κυρίων αρτηριών (50χλμ/ώρα) σε σχέση και την τρίτη εναλλακτική: καμία **μεταβολή**. Για την ανάλυση και τον έλεγχο των συναρτήσεων χρησιμότητας πρέπει να εξετασθούν οι συντελεστές που προκύπτουν, το οποίο πραγματοποιείται στο R-Studio με την εντολή `summary(MLR2)`.

Αφού τρέξουμε την εντολή **summary(MLR2)**, εμφανίζονται στο περιβάλλον του προγράμματος οι σταθερές τιμές και οι συντελεστές των συναρτήσεων που επιλέχθηκαν για το μοντέλο. Η **σημαντικότητα** κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής κρίνεται από την τιμή της μεταβλητής $Pr(>|z|)$, η οποία θα πρέπει είναι σε απόλυτη τιμή μικρότερη της τιμής 0.05 για να θεωρηθεί στατιστικά σημαντική για το μοντέλο. Για την επιλογή των ανεξάρτητων μεταβλητών και με γνώμονα ότι έπρεπε να επιλεγθούν ανεξάρτητες μεταβλητές και από τις τέσσερις κατηγορίες του ερωτηματολογίου, πραγματοποιήθηκε πληθώρα δοκιμών με σχεδόν όλους τους πιθανούς συνδυασμούς, ελέγχοντας την τιμή Pr σε κάθε περίπτωση. Μετά από όλες τις πιθανές δοκιμές, προέκυψε το τελικό μοντέλο MLR2, του οποίου οι συντελεστές που προέκυψαν φαίνονται στην εικόνα 5.7

```
Console Terminal Background Jobs
R 4.5.1 · C:/Users/athgo/Desktop/5ηπρωματική/

> summary(MLR2)

Call:
mlogit(formula = Choice ~ Time + Fuel + Accident | FREQ_2L + VIOLATIONS_2L + SPEED_ROLE_2L + IF_POLICE_2L + GENDER, data = RDATA2, reflevel = "3", method = "nr")

Frequencies of alternatives:choice
      3      1      2
0.32086 0.26325 0.41589

nr method
5 iterations, 0h:0m:0s
g'(-H)^-lg = 0.000275
successive function values within tolerance limits

Coefficients :
              Estimate Std. Error z-value Pr(>|z|)
(Intercept):1    -0.5931049   0.3050168  -1.9445  0.051835 .
(Intercept):2   -0.7284543   0.2489521  -2.9261  0.003433 **
Time             -0.1938677   0.0132237 -14.6607 < 2.2e-16 ***
Fuel              0.0298336   0.0071041   4.1995  2.675e-05 ***
Accident          0.0214485   0.0032386   6.6228  3.524e-11 ***
FREQ_2LHigh_FREQ:1  0.8417057   0.1334915   6.3053  2.876e-10 ***
FREQ_2LHigh_FREQ:2  0.5162002   0.1258809   4.1007  4.119e-05 ***
VIOLATIONS_2LMany_viol:1 -1.4071524   0.2116857  -6.6474  2.984e-11 ***
VIOLATIONS_2LMany_viol:2 -0.7047527   0.1415151  -4.9801  6.357e-07 ***
SPEED_ROLE_2LSPEED_ROLE_Very_important:1  1.0354840   0.2527817   4.0964  4.197e-05 ***
SPEED_ROLE_2LSPEED_ROLE_Very_important:2  1.3528085   0.2356407   5.7410  9.413e-09 ***
IF_POLICE_2LIF_POLICE_Very_important:1 -1.2289256   0.1309990  -9.3812 < 2.2e-16 ***
IF_POLICE_2LIF_POLICE_Very_important:2 -0.8932094   0.1241313  -7.1957  6.215e-13 ***
GENDER1:1         1.3144632   0.1087358  12.0886 < 2.2e-16 ***
GENDER1:2         1.1426206   0.0971615  11.7600 < 2.2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Log-Likelihood: -2875.5
McFadden R^2: 0.11916
Likelihood ratio test : chisq = 777.99 (p.value = < 2.22e-16)
> |
```

Εικόνα 5.7: Συντελεστές των συναρτήσεων του μοντέλου MLR2 που επιλέχθηκε

Οπότε σύμφωνα με την εικόνα 5.7, οι εξισώσεις χρησιμότητας που προκύπτουν είναι οι εξής:

- U1: συνάρτηση επιλογής, μείωση της ταχύτητας σε 30 χλμ./ώρα σε όλο το αστικό δίκτυο σε σύγκριση με την τρίτη εναλλακτική: καμία μεταβολή

$$U1 = -0,593 - 0,193 * \text{Time} + 0,029 * \text{Fuel} + 0,021 * \text{Accident} + 0,841 * \text{FREQ_2L} - 1,407 * \text{VIOLATION_2L} + 1,035 * \text{SPEED_ROLE_2L} - 1,228 * \text{IF_POLICE_2L} + 1,314 * \text{GENDER}$$

- U2: συνάρτηση επιλογής, μείωση της ταχύτητας από 50χλμ/ώρα σε 30χλμ/ώρα σε όλο το αστικό δίκτυο εκτός των κυρίων αρτηριών (50χλμ/ώρα) σε σύγκριση με την τρίτη εναλλακτική: καμία μεταβολή

$$U2 = -0,728 - 0,193 * \text{Time} + 0,029 * \text{Fuel} + 0,021 * \text{Accident} + 0,516 * \text{FREQ_2L} - 0,704 * \text{VIOLATION_2L} + 1,352 * \text{SPEED_ROLE_2L} - 0,893 * \text{IF_POLICE_2L} + 1,142 * \text{GENDER}$$

Όπου:

- οι όροι -0.593, -0.728 αποτελούν σταθερό όρο της συνάρτησης
- **Time**, η μεταβλητή της αύξησης του χρόνου διαδρομής
- **Fuel**, η μεταβλητή της μείωσης κατανάλωσης καυσίμου
- **Accident**, η μεταβλητή της μείωσης της πιθανότητας ατυχήματος
- **FREQ_2L**: η συχνότητα οδήγησής με απαντήσεις γ)μια φορά την εβδομάδα και δ)μια φορά τον μήνα
- **VIOLATIONS_2L**: αριθμός κλήσεων για παραβάσεις του ΚΟΚ τα τελευταία 3 χρόνια με απαντήσεις γ)3-6 και δ)πάνω από 6
- **SPEED_ROLE_2L**: Πόσο σημαντικός πιστεύετε ότι είναι ο ρόλος της ταχύτητας στην πρόκληση των ατυχημάτων και στη σοβαρότητά τους; με απαντήσεις γ)αρκετά και δ)πάρα πολύ
- **IF_POLICE_2L**: Πόσο σημαντικός είναι ο παράγοντας της παρουσίας τροχαίας για να επιλέξετε την ταχύτητα οδήγησής σας; (1 = καθόλου σημαντικό και 5 = πολύ σημαντικό) με απαντήσεις 4 και 5
- **GENDER**: Φύλο με απαντήσεις α) άνδρας και β) γυναίκα

5.2.3 Στατιστικός έλεγχος πολυωνυμικού μοντέλου

Για την αποδοχή του μοντέλου των συναρτήσεων χρησιμότητας τίθεται απαραίτητο να πραγματοποιηθεί **στατιστικός έλεγχος** του μοντέλου, ο οποίος πραγματοποιείται αυτόματα από το R-Studio κατά την εξαγωγή των αποτελεσμάτων του μοντέλου. Στον πίνακα 5.1 παρακάτω παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι μεταβλητές για τον στατιστικό έλεγχο του μοντέλου πολυωνυμικής παλινδρόμησης.

Πίνακας 5.1: Αποτελέσματα πολυωνυμικού μοντέλου αποδοχής της μείωσης της ταχύτητας σε 30 χλμ./ώρα

Μεταβλητές	Συντελεστές	p-value	odds ratio	Σημαντικότητα
σταθερός όρος 1	-0,593	0,0518	0,553	0,05
σταθερός όρος 2	-0,728	<0,01	0,483	0,01
time	-0,193	<0,01	0,824	0,001
fuel	0,029	<0,01	1,029	0,001
accident	0,021	<0,01	1,021	0,001
FREQ_2L-U1	0,841	<0,01	2,319	0,001
FREQ_2L-U2	0,516	<0,01	1,675	0,001
VIOLATIONS_2L-U1	-1,407	<0,01	0,245	0,001
VIOLATIONS_2L-U2	-0,704	<0,01	0,495	0,001
SPEED_ROLE_2L-U1	1,035	<0,01	2,815	0,001
SPEED_ROLE_2L-U2	1,352	<0,01	3,865	0,001
IF_POLICE_2L-U1	-1,228	<0,01	0,293	0,001
IF_POLICE_2L-U2	-0,893	<0,01	0,409	0,001
GENDER-U1	1,314	<0,01	3,721	0,001
GENDER-U2	1,142	<0,01	3,133	0,001

Πιο συγκεκριμένα:

- Στην πρώτη στήλη εμφανίζονται τα **ονόματα των μεταβλητών** που χρησιμοποιήθηκαν για τις συναρτήσεις χρησιμότητας που προέκυψαν.
- Στην δεύτερη στήλη εμφανίζονται οι **συντελεστές** της κάθε μεταβλητής για την συνάρτηση U1 και U2 αντίστοιχα.
- Στην τρίτη στήλη παρουσιάζεται το **p-value**, η τιμή του οποίου αποτελεί την τιμή $Pr(>|z|)$, όπως φαίνεται στην εικόνα 5.7 .
- Η στήλη με όνομα **oddsratio** αποτελεί την εκθετική συνάρτηση $\exp(\text{Συντελεστές})$, δηλαδή υπολογίζει την εκθετική συνάρτηση της πρώτης στήλης των συντελεστών. Με αυτό τον τρόπο εκφράζεται πόσες φορές είναι πιο πιθανό είναι να επιλεγεί κάθε εναλλακτική σε σχέση με την επιλογή αναφοράς για κάθε μεταβλητή ξεχωριστά.
- Στην τελευταία στήλη με όνομα **σημαντικότητα** ορίζεται πόσο σημαντική είναι κάθε μεταβλητή για κάθε συνάρτηση με βάση την τιμή p-value. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε επίπεδο σημαντικότητας ίσο με 0.05 για διάστημα εμπιστοσύνης 95%. Οπότε για τιμές μικρότερες από 0.05 η μεταβλητή θεωρείται μη σημαντική.

Σημαντική παρατήρηση αποτελεί επίσης ότι πριν από τις δοκιμές και την επιλογή των μεταβλητών πραγματοποιήθηκε **έλεγχος** συσχέτισης των μεταβλητών στο περιβάλλον του R-Studio με την βοήθεια της εντολής `cor(RDATA2)`. Όσες μεταβλητές εμφάνισαν συσχέτιση μεγαλύτερη του 0,4 σε απόλυτη τιμή, τότε πρόκειται για αρκετά συσχετισμένες μεταβλητές και έτσι δεν τις λάβαμε υπόψιν μαζί στα ίδια μοντέλα.

Στη συνέχεια, ο δείκτης **McFaddenR²** χρησιμοποιείται με παρόμοιο τρόπο όπως το R² στην κλασική παλινδρόμηση. Όμως, οι δείκτες αυτού του τύπου δεν εκφράζουν το

ποσοστό διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής που εξηγείται από τις ανεξάρτητες μεταβλητές. Υψηλότερες τιμές δηλώνουν καλύτερη προσαρμογή του μοντέλου, όμως η ερμηνεία τους πρέπει να γίνεται με προσοχή.

Επιπλέον το **τεστ χ^2** αναλογίας πιθανότητας αποτελεί και αυτή μια μέθοδο ελέγχου καλής προσαρμογής. Ωστόσο, το αποτέλεσμα μπορεί να επηρεαστεί από το μέγεθος του δείγματος, οδηγώντας σε υπερεκτίμηση της στατιστικής σημαντικότητας. Στην παρούσα περίπτωση προκύπτει **$\chi^2 = 777.99$** , **$p < 0.05$** γεγονός που δείχνει ότι το πλήρες μοντέλο προβλέπει σημαντικά καλύτερα από το μηδενικό μοντέλο.

5.2.4 Ερμηνεία αποτελεσμάτων πολυωνυμικού μοντέλου

Σε αυτό το κεφάλαιο θα ερμηνευτούν τα αποτελέσματα των συναρτήσεων χρησιμότητας. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω η συνάρτηση χρησιμότητας U1, αποτελεί τη συνάρτηση για τη μείωση της ταχύτητας σε 30 χλμ./ώρα σε όλο το αστικό δίκτυο σε σύγκριση με την τρίτη εναλλακτική: καμία μεταβολή και ορίζεται ως εξής:

$$U1 = -0,593 - 0,193 * \text{Time} + 0,029 * \text{Fuel} + 0,021 * \text{Accident} + 0,841 * \text{FREQ_2L} - 1,407 * \text{VIOLATION_2L} + 1,035 * \text{SPEED_ROLE_2L} - 1,228 * \text{IF_POLICE_2L} + 1,314 * \text{GENDER}$$

Σε αυτή τη συνάρτηση παρουσιάζονται 8 μεταβλητές και 1 σταθερά. Έτσι με την βοήθεια της συνάρτησης U1 και της στήλης oddsratio του πίνακα 5.1 συμπεραίνεται:

- Η αύξηση του χρόνου διαδρομής (time) κατά μία μονάδα, έχει ως αποτέλεσμα μείωση της πιθανότητας επιλογής της μείωσης της ταχύτητας σε όλο το αστικό δίκτυο κατά **0.824 φορές ή 17.6%**
- Η μείωση του ποσοστού της κατανάλωσης καυσίμου (fuel) κατά μία μονάδα, έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της πιθανότητας επιλογής της μείωσης ταχύτητας κατά **1.029 φορές ή 2.9%**
- Η μείωση του ποσοστού της πιθανότητας ατυχήματος (accident) κατά μία μονάδα, έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της πιθανότητας επιλογής της μείωσης ταχύτητας κατά **1.021 φορές ή 2.1%**
- Οι ερωτώμενοι των οποίων η συχνότητα οδήγησης κυμαίνεται μεταξύ 1 φορά την εβδομάδα και 1 φορά τον μήνα είναι κατά **2.319 φορές ή 131.9%** πιθανότερο να συμφωνήσουν στην μείωση της ταχύτητας στα 30 χλμ./ώρα σε όλο το αστικό οδικό δίκτυο. Αυτό πιθανόν σημαίνει ότι άτομα τα οποία δεν χρησιμοποιούν σε καθημερινή βάση κάποιο όχημα για την μετακίνηση τους είναι θετικά σε αυτή την αλλαγή
- Οι ερωτώμενοι, οι οποίοι έχουν λάβει περισσότερες από 3 κλήσεις για παραβάσεις του ΚΟΚ τα τελευταία 3 χρόνια είναι κατά **0.245 φορές ή 75.5%** λιγότερο πιθανό να συμφωνήσουν στην μείωση της ταχύτητας στα 30 χλμ./ώρα σε όλο το αστικό οδικό δίκτυο. Αυτό είναι πιθανό να δείχνει ότι άτομα τα οποία έχουν λάβει κλήσεις για παρανομίες είναι λιγότερο πιθανό να συμφωνήσουν σε αυτή την αλλαγή
- Οι ερωτώμενοι, οι οποίοι απάντησαν στην ερώτηση 'Πόσο σημαντικός πιστεύετε ότι είναι ο ρόλος της ταχύτητας στην πρόκληση των ατυχημάτων και στη σοβαρότητά τους;' με «αρκετά» και «πάρα πολύ» είναι κατά **2.815 φορές ή 181,5%** πιθανότερο να συμφωνήσουν στην μείωση της ταχύτητας στα 30 χλμ./ώρα σε όλο το αστικό οδικό

δίκτυο.Γεγονός που μπορεί να σημαίνει ότι οι οδηγοί που θεωρούν την ταχύτητα σημαντικό παράγοντα στα ατυχήματα είναι πάρα πολύ πιθανό να συμφωνήσουν στην μείωση της ταχύτητας σε όλο το αστικό δίκτυο

- Οι ερωτώμενοι, οι οποίοι απάντησαν στην ερώτηση 'Πόσο σημαντικός είναι ο παράγοντας της παρουσίας τροχαίας για να επιλέξετε την ταχύτητα οδήγησής σας; (1 = καθόλου σημαντικό και 5 = πολύ σημαντικό)' με απαντήσεις 4 και 5 είναι κατά **0.293 φορές ή 70.7%** λιγότερο πιθανό να συμφωνήσουν στην μείωση της ταχύτητας στα 30 χλμ./ώρα σε όλο το αστικό οδικό δίκτυο. Αυτό πιθανότατα δείχνει ότι οδηγοί οι οποίοι θεωρούν την παρουσία της τροχαίας σημαντική για να μειώσουν την ταχύτητα τους, είναι και λιγότερο πιθανό να συναινέσουν σε μείωση της ταχύτητας
- Οι ερωτώμενες γυναίκες είναι κατά **3.721 φορές ή 272.1%** πιθανότερο να είναι θετικές στην μείωση της ταχύτητας στα 30 χλμ./ώρα σε όλο το αστικό οδικό δίκτυο

Στην συνέχεια για την συνάρτηση χρησιμότητας U2, η οποία αποτελεί τη συνάρτηση επιλογήςμείωσης της ταχύτητας από 50χλμ/ώρα σε 30χλμ/ώρα σε όλο το αστικό δίκτυο εκτός των κυρίων αρτηριών (50χλμ/ώρα) σε σύγκριση με την τρίτη εναλλακτική: καμία μεταβολή και ορίζεται ως εξής:

$$U2 = -0,728 - 0,193 * \text{Time} + 0,029 * \text{Fuel} + 0,021 * \text{Accident} + 0,516 * \text{FREQ_2L} - 0,704 * \text{VIOLATION_2L} + 1,352 * \text{SPEED_ROLE_2L} - 0,893 * \text{IF_POLICE_2L} + 1,142 * \text{GENDER}$$

Σε αυτή τη συνάρτηση παρουσιάζονται 8 μεταβλητές και 1 σταθερά. Έτσι με την βοήθεια της συνάρτησης U2και της στήλης oddsratioτου πίνακα 5.1 συμπεραίνεται:

- Η αύξηση του χρόνου διαδρομής (time) κατά μία μονάδα, έχει ως αποτέλεσμα μείωση της πιθανότητας επιλογής της μείωσης της ταχύτητας σε όλο το αστικό δίκτυο κατά **0.824 φορές ή 17.6%**
- Η μείωση του ποσοστού της κατανάλωσης καυσίμου (fuel) κατά μία μονάδα, έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της πιθανότητας επιλογής της μείωσης ταχύτητας κατά **1.029 φορές ή 2.9%**
- Η μείωση του ποσοστού της πιθανότητας ατυχήματος (accident) κατά μία μονάδα, έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της πιθανότητας επιλογής της μείωσης ταχύτητας κατά **1.021 φορές ή 2.1%**
- Οι ερωτώμενοι των οποίων η συχνότητα οδήγησης κυμαίνεται μεταξύ 1 φορά την εβδομάδα και 1 φορά τον μήνα είναι κατά **1.675 φορές ή 67.5%** πιθανότερο να συμφωνήσουν στην μείωση της ταχύτητας στα 30 χλμ./ώρα σε όλο το αστικό οδικό δίκτυο. Αυτό δείχνει ότι άτομα τα οποία δεν χρησιμοποιούν σε καθημερινή βάση κάποιο όχημα για την μετακίνησή τους πιθανόν να είναι θετικά σε αυτή την αλλαγή
- Οι ερωτώμενοι, οι οποίοι έχουν λάβει περισσότερες από 3 κλήσεις για παραβάσεις του ΚΟΚ τα τελευταία 3 χρόνια είναι κατά **0.495 φορές ή 50.5%** λιγότερο πιθανό να συμφωνήσουν στην μείωση της ταχύτητας στα 30 χλμ./ώρα σε όλο το αστικό οδικό δίκτυο. Αυτό είναι πιθανό να σημαίνει ότι οδηγοί που έχουν λάβει κλήσεις για παρανομίες είναι λιγότερο πιθανό να συμφωνήσουν σε αυτή την αλλαγή
- Οι ερωτώμενοι, οι οποίοι απάντησαν στην ερώτηση 'Πόσο σημαντικός πιστεύετε ότι είναι ο ρόλος της ταχύτητας στην πρόκληση των ατυχημάτων και στη σοβαρότητά τους;' με «αρκετά» και «πάρα πολύ» είναι κατά **3.865 φορές ή 286.5%** πιθανότερο να συμφωνήσουν στην μείωση της ταχύτητας στα 30 χλμ./ώρα σε όλο το αστικό οδικό

δίκτυο. Γεγονός που δείχνει ότι άτομα που θεωρούν την ταχύτητα σημαντικό παράγοντα στα ατυχήματα είναι πάρα πολύ πιθανό να συμφωνήσουν στην μείωση της ταχύτητας σε όλο το αστικό δίκτυο

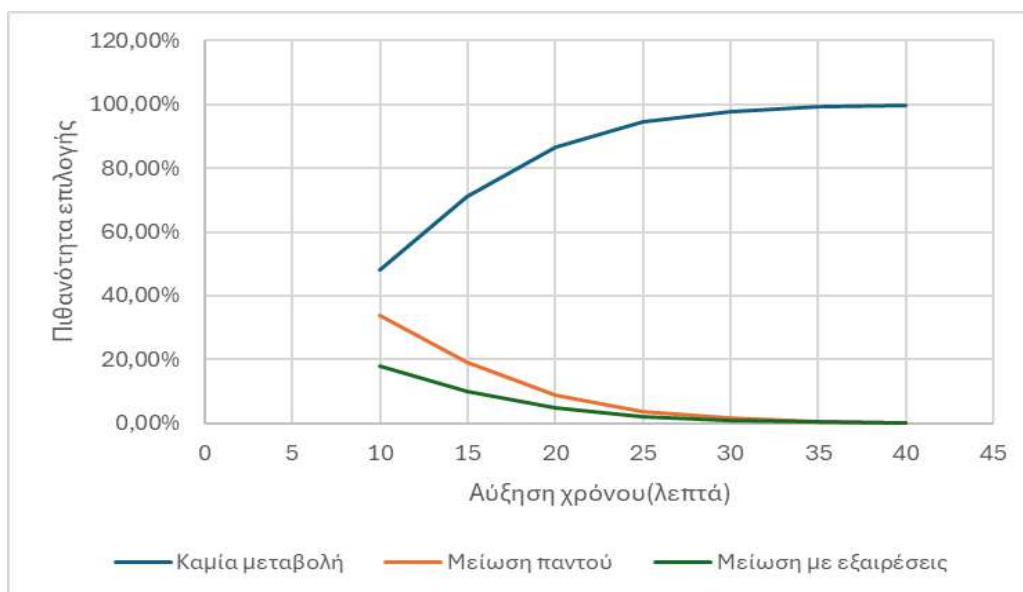
- Οι ερωτώμενοι, οι οποίοι απάντησαν στην ερώτηση 'Πόσο σημαντικός είναι ο παράγοντας της παρουσίας τροχαίας για να επιλέξετε την ταχύτητα οδήγησής σας; (1 = καθόλου σημαντικό και 5 = πολύ σημαντικό)' με απαντήσεις 4 και 5 είναι κατά **0.409 φορές ή 59.1%** λιγότερο πιθανό να συμφωνήσουν στην μείωση της ταχύτητας στα 30 χλμ./ώρα σε όλο το αστικό οδικό δίκτυο. Αυτό σημαίνει ότι άτομα τα οποία θεωρούν την παρουσία της τροχαίας σημαντική για να μειώσουν την ταχύτητα τους, είναι και λιγότερο πιθανό να συναινέσουν σε μείωση της ταχύτητας
- Οι ερωτώμενες γυναίκες είναι κατά **3.133 φορές ή 213.3%** πιθανότερο να είναι θετικές στην μείωση της ταχύτητας στα 30 χλμ./ώρα σε όλο το αστικό οδικό δίκτυο.

5.2.5 Ανάλυση ευαισθησίας

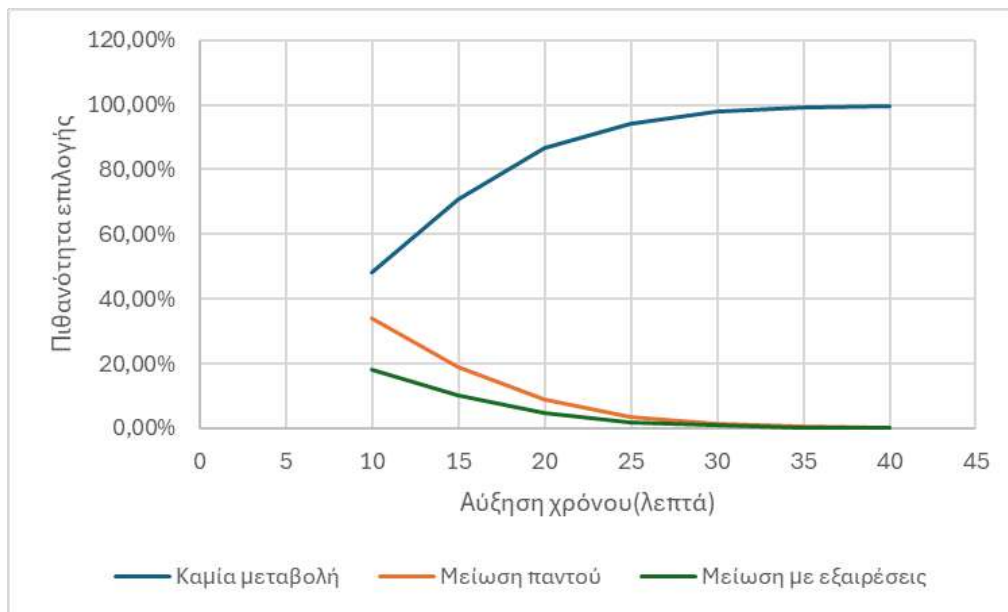
Σε αυτό το κεφάλαιο θα πραγματοποιηθεί **ανάλυση ευαισθησίας** προκειμένου να διερευνηθεί και να γίνει πιο κατανοητή η επίδραση των ανεξάρτητων μεταβλητών για την επιλογή, εναλλακτική 1: μείωση 30 χλμ./ώρα παντού και εναλλακτική 2: μείωση 30 χλμ./ώρα με εξαιρέσεις.

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης παρουσιάζονται μέσω διαγραμμάτων, τα οποία με την βοήθεια της γραφικής απεικόνισης συμβάλλουν στην καλύτερη κατανόηση των σχέσεων μεταξύ των μεταβλητών και διευκολύνει την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τους παράγοντες που επηρεάζουν περισσότερο τις απόψεις των συμμετεχόντων στην έρευνα.

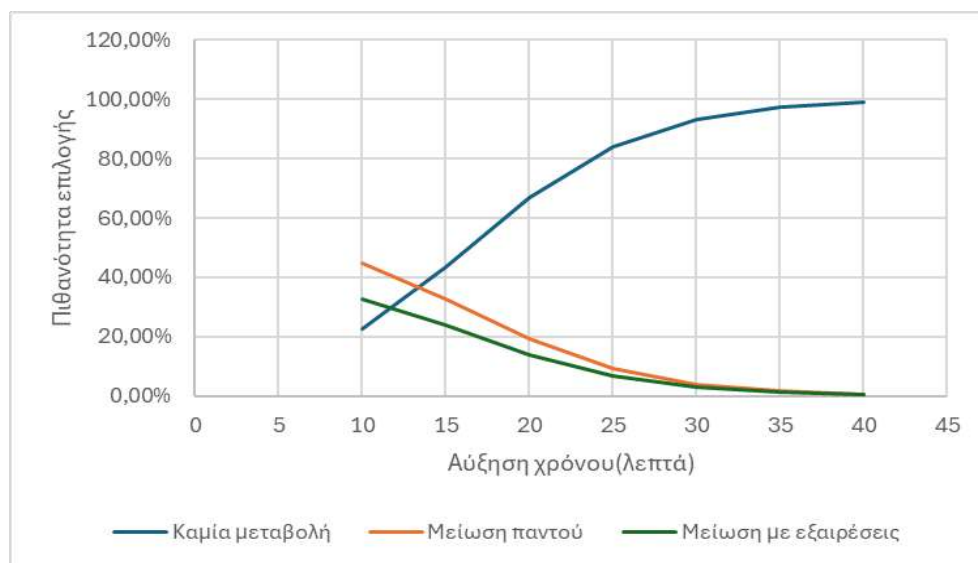
Λαμβάνοντας υπόψιν ότι η παρούσα διπλωματική εργασία βασίστηκε στην μέθοδο της δεδηλωμένης προτίμησης και σε σενάρια που ορίστηκαν υποθετικά, είναι αναγκαίο να επισημανθεί ότι τα αποτελέσματα ενδεχομένως να διαφέρουν αν η έρευνα διεξαχθεί με διαφορετική μεθοδολογία ή δεδομένα. Τα **διαγράμματα ανάλυσης ευαισθησίας** παρουσιάζονται παρακάτω.



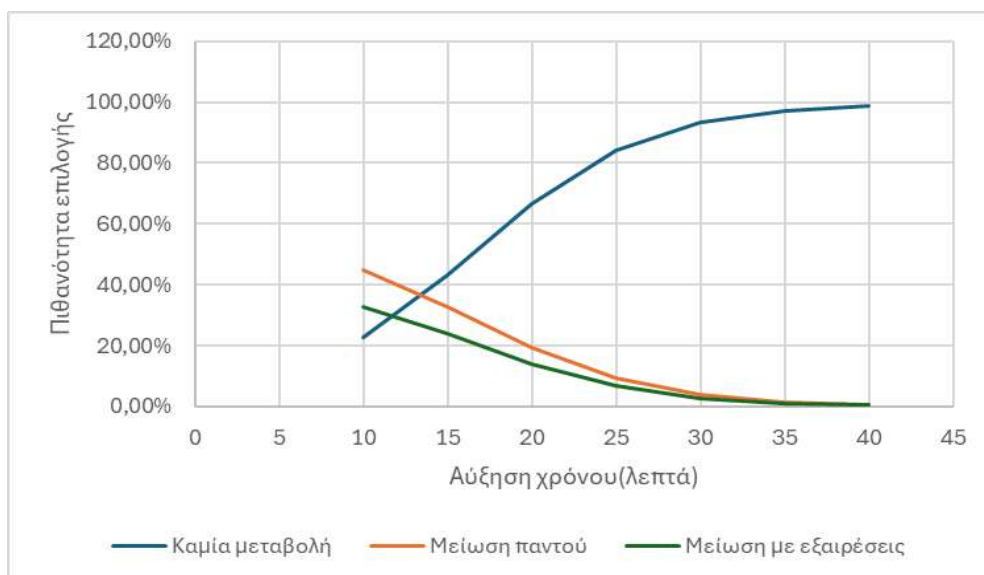
Διάγραμμα 5.1: Μεταβολή πιθανότητας επιλογής σεναρίου με το χρόνο, για χαμηλή μείωση κατανάλωσης καυσίμου, υψηλή μείωση πιθανότητας ατυχήματος με τραυματισμό, για γυναίκες οδηγούς, των οποίων η συχνότητα οδήγησης κυμαίνεται μεταξύ 1 φορά την εβδομάδα και 1 φορά τον μήνα



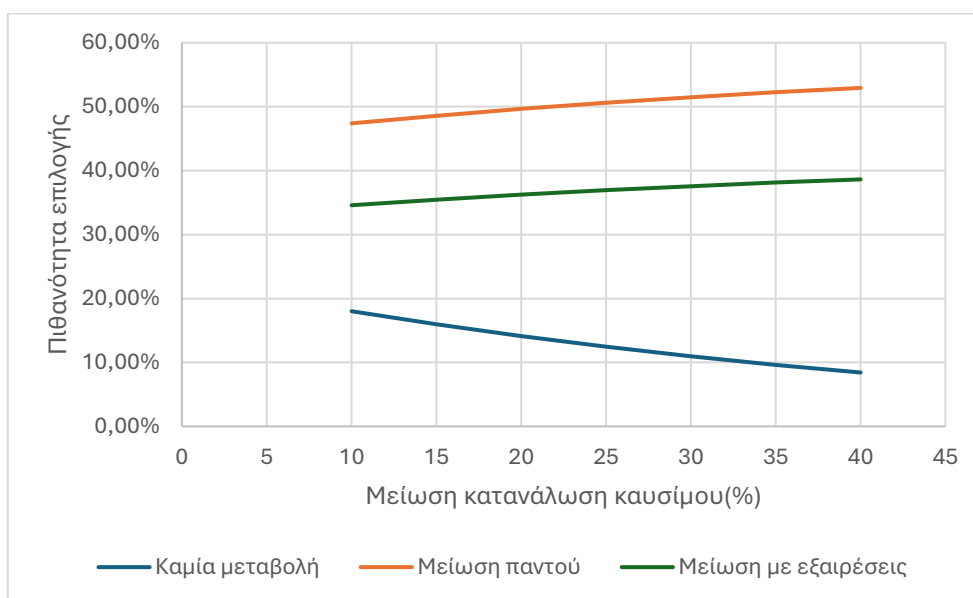
Διάγραμμα 5.2: Μεταβολή πιθανότητας επιλογής σεναρίου με το χρόνο, για υψηλή μείωση κατανάλωσης καυσίμου, χαμηλή μείωση πιθανότητας ατυχήματος με τραυματισμό, για γυναίκες οδηγούς, των οποίων η συχνότητα οδήγησης κυμαίνεται μεταξύ 1 φορά την εβδομάδα και 1 φορά τον μήνα



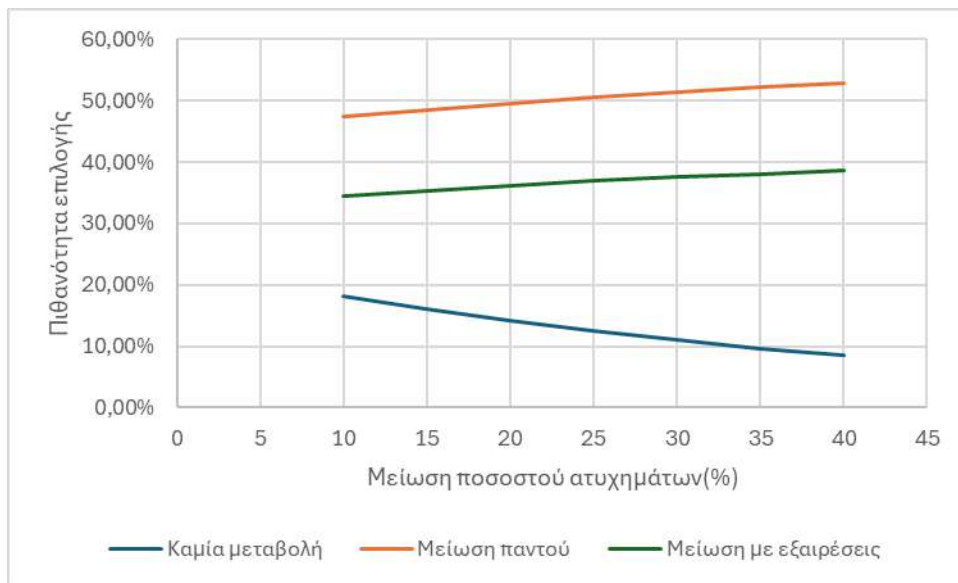
Διάγραμμα 5.3: Μεταβολή πιθανότητας επιλογής σεναρίου με το χρόνο, για χαμηλή μείωση κατανάλωσης καυσίμου, υψηλή μείωση πιθανότητας ατυχήματος με τραυματισμό, για γυναίκες οδηγούς που πιστεύουν ότι ο ρόλος της ταχύτητας είναι 'αρκετά' ή 'πάρα πολύ' στην πρόκληση των ατυχημάτων και στη σοβαρότητα τους και των οποίων η συχνότητα οδήγησης κυμαίνεται μεταξύ 1 φορά την εβδομάδα και 1 φορά τον μήνα



Διάγραμμα 5.4: Μεταβολή πιθανότητας επιλογής σεναρίου με το χρόνο, για υψηλή μείωση κατανάλωσης καυσίμου, χαμηλή μείωση πιθανότητας ατυχήματος με τραυματισμό, για γυναίκες οδηγούς που πιστεύουν ότι ο ρόλος της ταχύτητας είναι 'αρκετά' ή 'πάρα πολύ' στην πρόκληση των ατυχημάτων και στη σοβαρότητά τους και των οποίων η συχνότητα οδήγησης κυμαίνεται μεταξύ 1 φορά την εβδομάδα και 1 φορά τον μήνα



Διάγραμμα 5.5: Μεταβολή πιθανότητας επιλογής σεναρίου με την μείωση κατανάλωσης καυσίμου, για μικρή αύξηση του χρόνου διαδρομής, υψηλή μείωση πιθανότητας ατυχήματος με τραυματισμό, για γυναίκες οδηγούς που πιστεύουν ότι ο ρόλος της ταχύτητας είναι 'αρκετά' ή 'πάρα πολύ' στην πρόκληση των ατυχημάτων και στη σοβαρότητά τους και των οποίων η συχνότητα οδήγησης κυμαίνεται μεταξύ 1 φορά την εβδομάδα και 1 φορά τον μήνα



Διάγραμμα

5.6: Μεταβολή πιθανότητας επιλογής σεναρίου με την μείωση ποσοστού ατυχημάτων, για μικρή αύξηση του χρόνου διαδρομής, υψηλή μείωση πιθανότητας ατυχήματος με τραυματισμό, για γυναίκες οδηγούς που πιστεύουν ότι ο ρόλος της ταχύτητας είναι 'αρκετά' ή 'πάρα πολύ' στην πρόκληση των ατυχημάτων και στη σοβαρότητά τους και των οποίων η συχνότητα οδήγησης κυμαίνεται μεταξύ 1 φορά την εβδομάδα και 1 φορά τον μήνα

Από τα παραπάνω διαγράμματα προκύπτουν κάποια συμπεράσματα που περιγράφουν την τάση αύξησης ή μείωσης της πιθανότητας επιλογής (μείωση ορίου ταχύτητας παντού, μείωση ορίου ταχύτητας παντού με εξαιρέσεις, καμία μεταβολή) για κάθε συνθήκη που έχουμε θέσει:

- Παρατηρείται ότι υπάρχει αύξηση της πιθανότητας της επιλογής να μην πραγματοποιηθεί καμία μεταβολή στο όριο ταχύτητας εκτός από την περίπτωση που εξετάζεται η μεταβολή πιθανότητας επιλογής σεναρίου με την μείωση κατανάλωσης καυσίμου, για μικρή αύξηση του χρόνου διαδρομής, υψηλή μείωση πιθανότητας ατυχήματος με τραυματισμό. Αυτό πιθανόν εκφράζει ότι ο παράγοντας την κατανάλωσης καυσίμου αποτελεί καταλυτικό κίνητρο για την επιλογή των οδηγών
- Παρατηρείται ότι υπάρχει αύξηση της πιθανότητας της επιλογής να πραγματοποιηθεί καθολική μείωση και μείωση με εξαιρέσεις στο όριο ταχύτητας όσο αυξάνεται το ποσοστό μείωσης των ατυχημάτων με μικρή αύξηση του χρόνου και μικρή μείωση της κατανάλωσης. Αυτό πιθανόν να δείχνει ότι οι οδηγοί είναι ανήσυχoi σχετικά με τα ατυχήματα
- Παρατηρείται ότι η εναλλακτική μείωση παντού είναι κοντά στην πιθανότητα επιλογής με την μείωση με εξαιρέσεις αλλά προτιμάται. Αυτό μπορεί να συμβαίνει γιατί οι γυναίκες οι οποίες είναι δεκτικές σε μια τέτοια ρύθμιση και οδηγούν σπάνια δεν επηρεάζονται άμεσα και είναι σύμφωνες σε μια ολική αλλαγή
- Παρατηρείται ότι οι ερωτηθέντες είναι γενικότερα σταθεροί στις απόψεις τους με βασικό άξονα τον χρόνο διαδρομής, καθώς φαίνεται σε όλα τα διαγράμματα ότι με

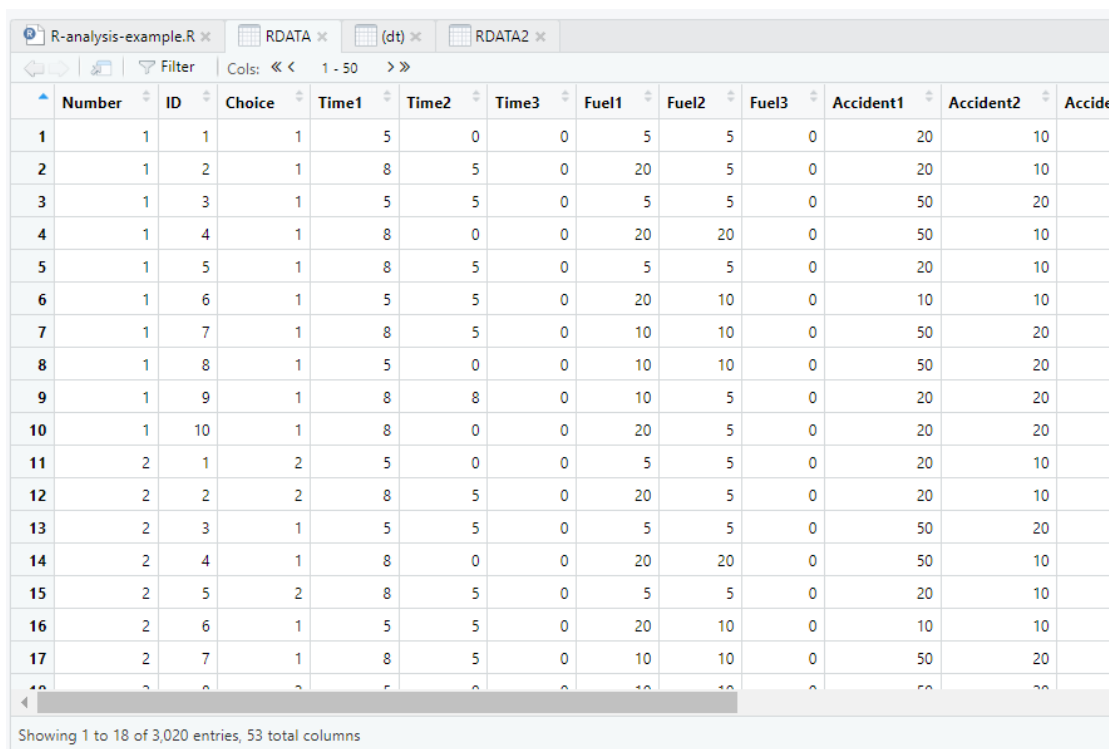
την αύξηση του χρόνου μειώνονται και οι πιθανότητες να συμφωνήσουν στην μείωση του ορίου ταχύτητας

5.3 Διαμόρφωση μοντέλου διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης

5.3.1 Κώδικας στο R-Studio

Όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή, για την ανάλυση των δύο πρώτων ερωτήσεων του τρίτου μέρους του ερωτηματολογίου, ‘Συμφωνείτε με τη μείωση από 50 χλμ./ώρα σε 30χλμ./ώρα σε όλο το οδικό δίκτυο’ και ‘Συμφωνούν με τη μείωση από 50 χλμ./ώρα σε 30χλμ./ώρα σε όλο το οδικό δίκτυο εκτός των κύριων αρτηριών’, οι οποίες έχουν απαντήσεις ‘Ναι’ ή ‘Όχι’, θα χρησιμοποιηθεί το μοντέλο διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης.

Για την διαμόρφωση του κώδικα του μοντέλου στο R-Studio χρησιμοποιήθηκε το ίδιο script που αναπτύχθηκε και για την πολυωνυμική παλινδρόμηση, με την διαφορά ότι τώρα θα χρησιμοποιηθούν τα δεδομένα από το αρχείο **RDATA** και όχι το RDATA2. Το αρχείο RDATA έχει προκύψει ήδη από την ανάλυση της πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης.



Number	ID	Choice	Time1	Time2	Time3	Fuel1	Fuel2	Fuel3	Accident1	Accident2	Accident3
1	1	1	1	5	0	5	5	0	20	10	
2	1	2	1	8	5	0	20	5	0	20	10
3	1	3	1	5	5	0	5	5	0	50	20
4	1	4	1	8	0	0	20	20	0	50	10
5	1	5	1	8	5	0	5	5	0	20	10
6	1	6	1	5	5	0	20	10	0	10	10
7	1	7	1	8	5	0	10	10	0	50	20
8	1	8	1	5	0	0	10	10	0	50	20
9	1	9	1	8	8	0	10	5	0	20	20
10	1	10	1	8	0	0	20	5	0	20	20
11	2	1	2	5	0	0	5	5	0	20	10
12	2	2	2	8	5	0	20	5	0	20	10
13	2	3	1	5	5	0	5	5	0	50	20
14	2	4	1	8	0	0	20	20	0	50	10
15	2	5	2	8	5	0	5	5	0	20	10
16	2	6	1	5	5	0	20	10	0	10	10
17	2	7	1	8	5	0	10	10	0	50	20
18	2	8	1	5	5	0	20	10	0	10	10

Εικόνα 5.8 : Τμήμα των δεδομένων του αρχείου RDATA που προέκυψε

Έπειτα, ορίζεται στον κώδικα ποιες είναι οι μεταβλητές που θα αξιοποιηθούν για την ανάλυση, όπως φαίνεται στην εικόνα 5.9 και μετατρέπονται όλες σε **διακριτές** μεταβλητές, έτσι ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν σωστά στο μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης στην συνέχεια.

```

202
203
204 #Include factor variables after converting them ### edo tha deis poies metavlites soy prepei na metatrepeis se factor
205 RDATA$EXP = as.factor(RDATA$EXP)
206 RDATA$MEANS_TYPE = as.factor(RDATA$MEANS_TYPE)
207 RDATA$FREQ = as.factor(RDATA$FREQ)
208 RDATA$PROPERTY_ACCID = as.factor(RDATA$PROPERTY_ACCID)
209 RDATA$INJURY_ACCID = as.factor(RDATA$INJURY_ACCID)
210 RDATA$VIOLATIONS = as.factor(RDATA$VIOLATIONS)
211 RDATA$WORRIED = as.factor(RDATA$WORRIED)
212 RDATA$STAT_INJURIES = as.factor(RDATA$STAT_INJURIES)
213 RDATA$STAT_DEATHS = as.factor(RDATA$STAT_DEATHS)
214 RDATA$SPEED_ROLE = as.factor(RDATA$SPEED_ROLE)
215 RDATA$VULN_PROT = as.factor(RDATA$VULN_PROT)
216 RDATA$IF_ROAD_TYPE = as.factor(RDATA$IF_ROAD_TYPE)
217 RDATA$IF_TRAFFIC = as.factor(RDATA$IF_TRAFFIC)
218 RDATA$IF_FREQ = as.factor(RDATA$IF_FREQ)
219 RDATA$IF_OTHERS_SPEED = as.factor(RDATA$IF_OTHERS_SPEED)
220 RDATA$IF_PEDE = as.factor(RDATA$IF_PEDE)
221 RDATA$IF_POLICE = as.factor(RDATA$IF_POLICE)
222 RDATA$GENDER = as.factor(RDATA$GENDER)
223 RDATA$AGE = as.factor(RDATA$AGE)
224 RDATA$RLTNSHIP = as.factor(RDATA$RLTNSHIP)
225 RDATA$INCOME = as.factor(RDATA$INCOME)
226 RDATA$EDUCATION = as.factor(RDATA$EDUCATION)
227 RDATA$PROF = as.factor(RDATA$PROF)

```

Εικόνα 5.9: Τμήμα του κώδικα για την μετατροπή των μεταβλητών για την διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση

Στην συνέχεια, πραγματοποιείται **ομαδοποίηση** των ανεξάρτητων μεταβλητών σε δύο επίπεδα απαντήσεων ακριβώς όπως έγινε και για την πολυωνυμική παλινδρόμηση για την απλούστευση του μοντέλου. Η διαδικασία αυτή φαίνεται στην εικόνα 5.10.

```

233
234 # Metatropi anexartitwn metavlitwn pou xreiazomai gia na exoun mono 2 epipedata
235 make_2L <- function(x, low_levels, name_low = "Low", name_high = "High")
236 - { x_chr <- as.character(x)
237   new <- ifelse(x_chr %in% low_levels, name_low, name_high)
238   factor(new, levels = c(name_low, name_high))
239
240 #Metatropi FREQ
241 table(RDATA$FREQ, useNA = "ifany")
242 #thewrw 1,2-> "Low_FREQ" kai 3,4-> "High_FREQ"
243 RDATA$FREQ_2L <- make_2L(RDATA$FREQ, low_levels = c("1", "2"), name_low = "Low_FREQ",
244   name_high = "High_FREQ")
245 table(RDATA$FREQ, RDATA$FREQ_2L)
246
247 #Metatropi AGE
248 table(RDATA$AGE, useNA = "ifany")
249 #thewrw 1,2-> "Low_AGE" kai 3,4-> "High_AGE"
250 RDATA$AGE_2L <- make_2L(RDATA$AGE, low_levels = c("1", "2"), name_low = "Low_AGE",
251   name_high = "High_AGE")
252 table(RDATA$AGE, RDATA$AGE_2L)
253
254 #Metatropi INJURY_ACCID
255 table(RDATA$INJURY_ACCID, useNA = "ifany")
256 #thewrw 1,2,3-> "Low_INJURY_ACCID" kai 4,5-> "High_INJURY_ACCID"
257 RDATA$INJURY_ACCID_2L <- make_2L(RDATA$INJURY_ACCID, low_levels = c("1", "2", "3"), name_low = "Low_INJURY_ACCID",
258   name_high = "High_INJURY_ACCID")
259 table(RDATA$INJURY_ACCID, RDATA$INJURY_ACCID_2L)
260
261 #Metatropi SPEED_ROLE
262 table(RDATA$SPEED_ROLE, useNA = "ifany")
263 #thewrw 1,2-> "SPEED_ROLE_Not_important" kai 3,4-> "SPEED_ROLE_Very_important"
264 RDATA$SPEED_ROLE_2L <- make_2L(RDATA$SPEED_ROLE, low_levels = c("1", "2"), name_low = "SPEED_ROLE_Not_important",
265   name_high = "SPEED_ROLE_Very_important")
266 table(RDATA$SPEED_ROLE, RDATA$SPEED_ROLE_2L)
267
268 #Metatropi EXP
269 table(RDATA$EXP, useNA = "ifany")
270
2011 | Top Level |

```

Εικόνα 5.10: Μετατροπή των ανεξάρτητων μεταβλητών διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης σε δύο επίπεδα

Εφόσον πραγματοποιήθηκαν όλα τα παραπάνω, μπορούν να σχηματιστούν τα τελικά μοντέλα της διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης. Να σημειωθεί ότι, η εξαρτημένη μεταβλητή **S1** αφορά την ερώτηση: ‘Συμφωνείτε με την μείωση από 50 χλμ./ώρα στα 30χλμ./ώρα σε όλο το οδικό δίκτυο;’, ενώ η **S2** αφορά την ερώτηση: ‘Συμφωνείτε με την μείωση από 50 χλμ./ώρα στα 30χλμ./ώρα σε όλο το οδικό δίκτυο εκτός των κύριων αρτηριών;’ με απαντήσεις ‘Ναι’ ή ‘Όχι’. Έτσι με την βοήθεια της εντολής **glm**, η οποία χρησιμοποιείται για την δημιουργία γενικών διωνυμικών μοντέλων προέκυψαν τα παρακάτω μοντέλα **BLR1**, **BLR2** για την S2 και S1 αντίστοιχα:

- `BLR2 = glm(formula = S1 ~ EXP_2L + FREQ_2L + IF_ROAD_TYPE_2L + IF_PEDE_2L + PROF_2L + GENDER, family = "binomial", data = RDATA)`
- `BLR1 = glm(formula = S2 ~ VIOLATIONS_2L + FREQ_2L + WORRIED_2L + SPEED_ROLE_2L + AGE_2L + GENDER, family = "binomial", data = RDATA)`

5.3.2 Συνάρτηση χρησιμότητας του μοντέλου διωνυμικής παλινδρόμησης

Από τα μοντέλα προκύπτουν δύο συναρτήσεις **χρησιμότητας**. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω η BLR2 αναφέρεται στην εξαρτημένη μεταβλητή S1 που αφορά την ερώτηση: ‘Συμφωνείτε με την μείωση από 50 χλμ./ώρα στα 30χλμ./ώρα σε όλο το οδικό δίκτυο;’, ενώ η BLR1 που αναφέρεται στην S2 αφορά την ερώτηση: ‘Συμφωνείτε με την μείωση από 50 χλμ./ώρα στα 30χλμ./ώρα σε όλο το οδικό δίκτυο εκτός των κύριων αρτηριών;’. Για την ανάλυση και τον έλεγχο των συναρτήσεων χρησιμότητας πρέπει να εξετασθούν οι συντελεστές που προκύπτουν, το οποίο πραγματοποιείται στο R-Studio με την εντολή **summary(BLR1)** και **summary(BLR2)**.

Αφού τρέξουμε ξεχωριστά τις εντολές, θα εμφανιστούν στο περιβάλλον του προγράμματος οι σταθερές τιμές και οι συντελεστές των συναρτήσεων που επιλέχθηκαν για τα μοντέλα. Η **σημαντικότητα** κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής κρίνεται από την τιμή της μεταβλητής $Pr(>|z|)$, η οποία θα πρέπει είναι σε απόλυτη τιμή μικρότερη της τιμής 0.05 για να θεωρηθεί στατιστικά σημαντική για το μοντέλο. Για την επιλογή των ανεξάρτητων μεταβλητών και με γνώμονα ότι έπρεπε να επιλεχθούν ανεξάρτητες μεταβλητές και από τις τέσσερις κατηγορίες του ερωτηματολογίου, πραγματοποιήθηκε πληθώρα δοκιμών με σχεδόν όλους τους πιθανούς συνδυασμούς, ελέγχοντας πάντα την τιμή Pr σε κάθε περίπτωση. Έτσι μετά από όλες τις πιθανές δοκιμές, προέκυψαν οι τελικές συναρτήσεις χρησιμότητας, του οποίου οι συντελεστές που προέκυψαν φαίνονται στις εικόνες 5.11 και 5.12.

```

R 4.5.1 · C:/Users/athgo/Desktop/δipλωματική/
Call:
glm(formula = S2 ~ VIOLATIONS_2L + FREQ_2L + WORRIED_2L + SPEED_ROLE_2L +
AGE_2L + GENDER, family = "binomial", data = RDATA)

Coefficients:
                Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)      -1.61305    0.20555  -7.847 4.25e-15 ***
VIOLATIONS_2LMany_viol -0.90775    0.13531  -6.708 1.97e-11 ***
FREQ_2LHigh_FREQ    1.62539    0.16513   9.843 < 2e-16 ***
WORRIED_2LVery_worried 0.96134    0.09281  10.358 < 2e-16 ***
SPEED_ROLE_2LSPEED_ROLE_Very_important 1.46519    0.20495   7.149 8.73e-13 ***
AGE_2LHigh_AGE      0.96297    0.11086   8.686 < 2e-16 ***
GENDER1            0.63008    0.09466   6.657 2.80e-11 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

    Null deviance: 3532.0  on 3019  degrees of freedom
Residual deviance: 2920.8  on 3013  degrees of freedom
AIC: 2934.8

Number of Fisher Scoring iterations: 5

```

Εικόνα 5.11: Συντελεστές του μοντέλου χρησιμότητας BLR1 που επιλέχθηκε

```

R 4.5.1 · C:/Users/athgo/Desktop/δipλωματική/
Call:
glm(formula = S1 ~ EXP_2L + FREQ_2L + IF_ROAD_TYPE_2L + IF_PEDE_2L +
PROF_2L + GENDER, family = "binomial", data = RDATA)

Coefficients:
                Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)      -1.10709    0.11677  -9.481 < 2e-16 ***
EXP_2LHigh_EXP    0.28049    0.08977   3.124 0.001781 **
FREQ_2LHigh_FREQ  0.68211    0.09438   7.227 4.94e-13 ***
IF_ROAD_TYPE_2LIF_ROAD_TYPE_Very_important 0.48752    0.08538   5.710 1.13e-08 ***
IF_PEDE_2LIF_PEDE_Very_important -0.38909    0.11421  -3.407 0.000658 ***
PROF_2LGROUP2    -0.33345    0.09319  -3.578 0.000346 ***
GENDER1          0.81441    0.08290   9.824 < 2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

    Null deviance: 3961.1  on 3019  degrees of freedom
Residual deviance: 3727.8  on 3013  degrees of freedom
AIC: 3741.8

Number of Fisher Scoring iterations: 4

```

Εικόνα 5.12: Συντελεστές του μοντέλου χρησιμότητας BLR2 που επιλέχθηκε

Οπότε σύμφωνα με τις εικόνες 5.11 και 5.12, οι εξισώσεις χρησιμότητας που προκύπτουν είναι οι εξής:

- U3: συνάρτηση σχετικά με την ερώτηση: ‘Συμφωνείτε με την μείωση από 50 χλμ./ώρα στα 30χλμ./ώρα σε όλο το οδικό δίκτυο εκτός των κύριων αρτηριών,’ με απαντήσεις ‘Ναι’ ή ‘Όχι’.

$$U3 = -1.613 - 0.907 * VIOLATIONS_2L + 1.625 * FREQ_2L + 0.961 * WORRIED_2L + 1.465 * SPEED_ROLE_2L + 0.962 * AGE_2L + 0.63 * GENDER$$

- U4: συνάρτηση σχετικά με την ερώτηση: 'Συμφωνείτε με την μείωση από 50 χλμ./ώρα στα 30χλμ./ώρα σε όλο το οδικό δίκτυο;' με απαντήσεις 'Ναι' ή 'Όχι'

$$U4 = -1.107 + 0.28 * EXP_2L + 0.682 * FREQ_2L + 0.487 * IF_ROAD_TYPE - 0.389 * IF_PEDE_2L - 0.333 * PROF_2L + 0,814 * GENDER$$

Όπου:

- οι όροι -1.613, -1.107 αποτελούν σταθερό όρο της συνάρτησης
- **VIOLATIONS_2L**: αριθμός κλήσεων για παραβάσεις του ΚΟΚ τα τελευταία 3 χρόνια με απαντήσεις γ) 3-6 και δ) πάνω από 6
- **FREQ_2L**: η συχνότητα οδήγησής με απαντήσεις γ) μια φορά την εβδομάδα και δ) μια φορά τον μήνα
- **WORRIED_2L**: Πόσο ανήσυχος είστε για το ενδεχόμενο να εμπλακείτε σε οδικό ατύχημα με παθόντες;, με απαντήσεις γ) αρκετά και δ) πάρα πολύ
- **SPEED_ROLE_2L**: Πόσο σημαντικός πιστεύετε ότι είναι ο ρόλος της ταχύτητας στην πρόκληση των ατυχημάτων και στη σοβαρότητά τους; με απαντήσεις γ) αρκετά και δ) πάρα πολύ
- **AGE_2L**: Ηλικία, με απαντήσεις γ) 35-54 και δ) >55)
- **GENDER**: Φύλλο με απαντήσεις α) άνδρας και β) γυναίκα
- **EXP_2L**: οδηγική εμπειρία, με απαντήσεις γ) 10-14 και δ) >15)
- **IF_ROAD_TYPE**: Πόσο σημαντικός είναι ο παράγοντας του τύπου οδού για να επιλέξετε την ταχύτητα οδήγησής σας; (1 = καθόλου σημαντικό και 5 = πολύ σημαντικό), με απαντήσεις 4 και 5
- **IF_PEDE_2L**: Πόσο σημαντικός είναι ο παράγοντας της παρουσίας πεζών και ποδηλάτων για να επιλέξετε την ταχύτητα οδήγησής σας; (1 = καθόλου σημαντικό και 5 = πολύ σημαντικό), με απαντήσεις 4 και 5
- **PROF_2L**: Επάγγελμα, με απαντήσεις δ) οικιακά, ε) άνεργος και ζ) άλλο

5.3.3 Στατιστικός έλεγχος διωνυμικού μοντέλου

Για την αποδοχή των μοντέλων των συναρτήσεων χρησιμότητας τίθεται απαραίτητο να πραγματοποιηθεί στατιστικός έλεγχος, ο οποίος πραγματοποιείται αυτόματα από το R-Studio κατά την εξαγωγή των αποτελεσμάτων του κάθε μοντέλου. Στον πίνακα 5.2 παρακάτω παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι μεταβλητές για τον στατιστικό έλεγχο του μοντέλου διωνυμικής παλινδρόμησης.

Πίνακας 5.2: Μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν για τον στατιστικό έλεγχο των διωνυμικών μοντέλων

Μοντέλα	Μεταβλητές	Συντελεστές	p-value	odds ratio	Σημαντικότητα
ΜΟΝΤΕΛΟ U3	σταθερός όρος 1	-1,613	<0,01	0,199	0,001
	VIOLATIONS_2L-U3	-0,907	<0,01	0,404	0,001
	FREQ_2L-U3	1,625	<0,01	5,078	0,001
	WORRIED_2L-U3	0,961	<0,01	2,614	0,001
	SPEED_ROLE_2L-U3	1,465	<0,01	4,328	0,001
	AGE_2L-U3	0,962	<0,01	2,617	0,001
	GENDER-U3	0,63	<0,01	1,878	0,001
ΜΟΝΤΕΛΟ U4	σταθερός όρος 2	-1,107	<0,01	0,331	0,001
	FREQ_2L-U4	0,682	<0,01	1,978	0,001
	GENDER-U4	0,814	<0,01	2,257	0,001
	EXP_2L-U4	0,28	<0,01	1,323	0,01
	IF_ROAD_TYPE_2L-U4	0,487	<0,01	1,627	0,001
	IF PEDE_2L-U4	-0,389	<0,01	0,678	0,001
	PROF_2L-U4	-0,333	<0,01	0,717	0,001

Πιο συγκεκριμένα:

- Στην πρώτη στήλη εμφανίζονται τα **ονόματα των μεταβλητών** που χρησιμοποιήθηκαν για τις συναρτήσεις χρησιμότητας που προέκυψαν.
- Στην δεύτερη στήλη εμφανίζονται οι **συντελεστές** της κάθε μεταβλητής για την συνάρτηση U3 και U4 αντίστοιχα.
- Στην τρίτη στήλη παρουσιάζεται το **p-value**, η τιμή του οποίου αποτελεί την τιμή $Pr(>|z|)$, όπως φαίνεται στην εικόνα 5.11 και 5.12.
- Η στήλη με όνομα **oddsratio** αποτελεί την εκθετική συνάρτηση $\exp(\text{Συντελεστές})$, δηλαδή υπολογίζει την εκθετική συνάρτηση της πρώτης στήλης των συντελεστών. Με αυτό τον τρόπο εκφράζεται πόσες φορές είναι πιο πιθανό είναι να επιλεγεί κάθε εναλλακτική σε σχέση με την επιλογή αναφοράς για κάθε μεταβλητή ξεχωριστά.
- Στην τελευταία στήλη με όνομα **σημαντικότητα** ορίζεται πόσο σημαντική είναι κάθε μεταβλητή για κάθε συνάρτηση με βάση την τιμή p-value. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε επίπεδο σημαντικότητας ίσο με 0.05 για διάστημα εμπιστοσύνης 95%. Οπότε για τιμές μικρότερες από 0.05 η μεταβλητή θεωρείται μη σημαντική.

Σημαντική παρατήρηση αποτελεί επίσης ότι πριν από τις δοκιμές και την επιλογή των μεταβλητών πραγματοποιήθηκε **έλεγχος** συσχέτισης των μεταβλητών στο περιβάλλον του R-Studio με την βοήθεια της εντολής `cor(RDATA2)`. Όσες μεταβλητές εμφάνισαν συσχέτιση μεγαλύτερη του 0,4 σε απόλυτη τιμή, τότε πρόκειται για αρκετά συσχετισμένες μεταβλητές και έτσι δεν τις λάβαμε υπόψιν μαζί στα ίδια μοντέλα.

Τέλος πραγματοποιήθηκε και ο έλεγχος **Hosmer – Lemshow** για κάθε συνάρτηση χρησιμότητας με τις εντολές: `hl<- hoslem.test(BLR1$y, fitted(BLR1), g=10)` και `hl <- hoslem.test(BLR2$y, fitted(BLR2), g=7.5)` για το BLR1 και BLR2 αντίστοιχα.

Προέκυψε δείκτης **p-value** ίσος με **0.246**για **BLR1** και **0.2069** για **BLR2**, οπότε οι τιμές είναι αποδεκτές(**p-value>0.05**).

Να σημειωθεί ότι στο έλεγχο Hosmer–Lemshow συνήθως επιλέγουμε $g=10$. Στην περίπτωση μας για την δεύτερη εξίσωση χρησιμότητας επιλέχθηκε $g=7.5$. Η προσαρμογή αυτή πολλές φορές κρίνεται απαραίτητη σε περιπτώσεις περιορισμένου δείγματος, καθώς συμβάλει στην σταθερότητα και την αξιοπιστία του ελέγχου.

5.3.4 Ερμηνεία αποτελεσμάτων των διωνυμικών μοντέλων

Σε αυτό το κεφάλαιο θα ερμηνευτούν τα αποτελέσματα των συναρτήσεων χρησιμότητας των δύο μοντέλων. Η συνάρτηση χρησιμότητας για το πρώτο μοντέλο U3: 'Συμφωνείτε με την μείωση από 50 χλμ./ώρα στα 30χλμ./ώρα σε όλο το οδικό δίκτυο εκτός των κύριων αρτηριών;' με απαντήσεις 'Ναι' ή 'Όχι' και η συνάρτηση για το δεύτερο μοντέλο U4: 'Συμφωνείτε με την μείωση από 50 χλμ./ώρα στα 30χλμ./ώρα σε όλο το οδικό δίκτυο;' με απαντήσεις 'Ναι' ή 'Όχι' .

Για το πρώτο μοντέλο η συνάρτηση χρησιμότητας είναι η εξής:

$$\text{U3} = -1.613 - 0.907 * \text{VIOLATIONS_2L} + 1.625 * \text{FREQ_2L} + 0.961 * \text{WORRIED_2L} + 1.465 * \text{SPEED_ROLE_2L} + 0.962 * \text{AGE_2L} + 0.63 * \text{GENDER}$$

Παρατηρείται ότι υπάρχουν 6 μεταβλητές και μία σταθερά. Έτσι με την βοήθεια της συναρτήσεων και της στήλης oddsratio του πίνακα 5.2 συμπεραίνεται ότι:

- Οι ερωτώμενοι, οι οποίοι έχουν λάβει περισσότερες από 3 κλήσεις για παραβάσεις του ΚΟΚ τα τελευταία 3 χρόνια είναι κατά **0.404 φορές η 59.6%** λιγότερο πιθανό να απαντήσουν ναι στην μείωση από 50 χλμ./ώρα στα 30χλμ./ώρα σε όλο το οδικό δίκτυο εκτός των κύριων αρτηριών. Αυτό πιθανόν δείχνει ότι άτομα τα οποία έχουν λάβει κλήσεις για παρανομίες είναι λιγότερο πιθανό να συμφωνήσουν σε αυτή την αλλαγή.
- Οι ερωτώμενοι των οποίων η συχνότητα οδήγησης κυμαίνεται μεταξύ 1 φορά την εβδομάδα και 1 φορά τον μήνα είναι κατά **5.078 φορές ή 407.8%** πιθανότερο να απαντήσουν ναι στην μείωση από 50 χλμ./ώρα στα 30χλμ./ώρα σε όλο το οδικό δίκτυο εκτός των κύριων αρτηριών. Αυτό πιθανότατα σημαίνει ότι οδηγοί οι οποίοι δεν χρησιμοποιούν σε καθημερινή βάση κάποιο όχημα για την μετακίνηση τους είναι θετικά σε μια τέτοια αλλαγή.
- Οι ερωτώμενοι, οι οποίοι είναι αρκετά ή πάρα πολύ ανήσυχοι για το ενδεχόμενο να εμπλακούν σε οδικό ατύχημα με παθόντες είναι κατά **2.614 φορές ή 161.4%** πιθανότερο να απαντήσουν ναι στην μείωση από 50 χλμ./ώρα στα 30χλμ./ώρα σε όλο το οδικό δίκτυο εκτός των κύριων αρτηριών. Γεγονός που ενδέχεται να σημαίνει ότι οι οδηγοί που φαίνεται να είναι ανήσυχοι για το ενδεχόμενο ατυχήματος τείνουν να είναι δεκτικά σε μια τέτοια αλλαγή.
- Οι ερωτώμενοι, οι οποίοι απάντησαν στην ερώτηση 'Πόσο σημαντικός πιστεύετε ότι είναι ο ρόλος της ταχύτητας στην πρόκληση των ατυχημάτων και στη σοβαρότητά τους;' με «αρκετά» και «πάρα πολύ» είναι κατά **4.328 φορές ή 332.8%** πιθανότερο να απαντήσουν ναι στην μείωση από 50 χλμ./ώρα στα 30χλμ./ώρα σε όλο το οδικό δίκτυο

εκτός των κύριων αρτηριών. Αυτό μπορεί να δείχνει ότι άτομα που θεωρούν την ταχύτητα σημαντικό παράγοντα στα ατυχήματα είναι πάρα πολύ πιθανό να συμφωνήσουν στην μείωση της ταχύτητας.

- Οι ερωτώμενοι ηλικίας 35 και άνω είναι κατά **2.617 φορές ή 161.7%** πιθανότερο να απαντήσουν ναι στην μείωση από 50 χλμ./ώρα στα 30χλμ./ώρα σε όλο το οδικό δίκτυο εκτός των κύριων αρτηριών. Γεγονός που φαίνεται να δείχνει ότι άτομα μεγαλύτερης ηλικίας είναι πιο ανήσυχα σε θέματα ταχύτητας.
- Οι γυναίκες οδηγοί φαίνεται να είναι κατά **1.878 φορές ή 87.8%** πιθανότερο να απαντήσουν ναι στην μείωση από 50 χλμ./ώρα στα 30χλμ./ώρα σε όλο το οδικό δίκτυο εκτός των κύριων αρτηριών.

Για το δεύτερο μοντέλο η συνάρτηση χρησιμότητας είναι η εξής:

$$\text{U4} = -1.107 + 0.28 * \text{EXP_2L} + 0.682 * \text{FREQ_2L} + 0.487 * \text{IF_ROAD_TYPE} - 0.389 * \text{IF_PEDE_2L} - 0.333 * \text{PROF_2L} + 0,814 * \text{GENDER}$$

- Παρατηρείται ότι υπάρχουν 6 μεταβλητές και μία σταθερά. Έτσι με την βοήθεια της συναρτήσεων και της στήλης oddsratio του πίνακα 5.2 συμπεραίνεται ότι οι ερωτώμενοι, οι οποίοι έχουν οδηγική εμπειρία πάνω από 10 έτη είναι κατά **1.323 φορές ή 32.3%** πιθανότερο να απαντήσουν ναι στην μείωση από 50 χλμ./ώρα στα 30χλμ./ώρα σε όλο το οδικό δίκτυο. Αυτό πιθανόν να δείχνει ότι άτομα μεγαλύτερης ηλικίας είναι πιο ανήσυχα σε θέματα ταχύτητας.
- Οι ερωτώμενοι, οι οποίοι στην ερώτηση πόσο σημαντικός είναι ο παράγοντας του τύπου οδού για να επιλέξετε την ταχύτητα οδήγησής σας; (1 = καθόλου σημαντικό και 5 = πολύ σημαντικό), απάντησαν 4 ή 5 είναι κατά **1.627 φορές ή 62.7%** πιθανότερο να απαντήσουν ναι στην μείωση από 50 χλμ./ώρα στα 30χλμ./ώρα σε όλο το οδικό δίκτυο..
- Οι ερωτώμενοι, οι οποίοι στην ερώτηση πόσο σημαντικός είναι ο παράγοντας της παρουσίας πεζών και ποδηλάτων για να επιλέξετε την ταχύτητα οδήγησής σας; (1 = καθόλου σημαντικό και 5 = πολύ σημαντικό), απάντησαν 4 ή 5 είναι κατά **0.678 φορές ή 32.2%** λιγότερο πιθανό να απαντήσουν ναι στην μείωση από 50 χλμ./ώρα στα 30χλμ./ώρα σε όλο το οδικό δίκτυο. Γεγονός που υπάρχει πιθανότητα να σημαίνει ότι οδηγοί που θεωρούν την παρουσία πεζών και ποδηλάτων σημαντική για να μειώσουν την ταχύτητα τους, είναι και λιγότερο πιθανό να συναινέσουν σε μείωση της ταχύτητας.
- Οι ερωτώμενοι, οι οποίοι έχουν επιλέξει στο επάγγελμα τις απαντήσεις οικιακά, άνεργος ή άλλο είναι κατά **0.717 φορές ή 28.3%** λιγότερο πιθανό να απαντήσουν ναι στην μείωση από 50 χλμ./ώρα στα 30χλμ./ώρα σε όλο το οδικό δίκτυο.
- Οι γυναίκες οδηγοί φαίνεται να είναι κατά **2.257 φορές ή 125.7%** πιθανότερο να απαντήσουν ναι στην μείωση από 50 χλμ./ώρα στα 30χλμ./ώρα σε όλο το οδικό δίκτυο.
- Οι ερωτώμενοι των οποίων η συχνότητα οδήγησης κυμαίνεται μεταξύ 1 φορά την εβδομάδα και 1 φορά τον μήνα είναι κατά **1.978 φορές ή 97.8%** πιθανότερο να απαντήσουν ναι στην μείωση από 50 χλμ./ώρα στα 30χλμ./ώρα σε όλο το οδικό δίκτυο. Αυτό πιθανότατα σημαίνει ότι οδηγοί, οι οποίοι δεν χρησιμοποιούν σε

καθημερινή βάση κάποιο όχημα για την μετακίνησή τους είναι θετικά σε μια τέτοια αλλαγή.

Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα

6.1 Σύνοψη

Η θέσπιση χαμηλότερων ορίων ταχύτητας στους αστικούς ιστούς, με σκοπό την βελτίωση της οδικής ασφάλειας και την αναβάθμιση της ποιότητας ζωής των κατοίκων, αποτελεί ένα πολύ σημαντικό ζήτημα. Η μείωση της ταχύτητας κυκλοφορίας φαίνεται ότι αποφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα με βασικότερο αυτό της προστασίας της ανθρώπινης ζωής. Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση και η ανάλυση της **αποδοχής** των οδηγών σχετικά με τη μείωση του ορίου ταχύτητας από τα 50 χλμ./ώρα στα 30 χλμ./ώρα στο αστικό οδικό δίκτυο των πόλεων της Ελλάδας.

Αφού προσδιορίστηκε ο βασικός στόχος της έρευνας, στην συνέχεια πραγματοποιήθηκε εκτενής **βιβλιογραφική ανασκόπηση** σχετικά με το αντικείμενο της μελέτης. Από την διερεύνηση της διαθέσιμης βιβλιογραφίας σχετικά με την μείωση του ορίου ταχύτητας στα 30 χλμ./ώρα σε αστικούς ιστούς, αντλήθηκαν σημαντικές πληροφορίες για τις επιπτώσεις μιας τέτοιας αλλαγής. Πιο συγκεκριμένα, αντλήθηκαν πληροφορίες για τις επιπτώσεις στα ατυχήματα, την κατανάλωση καυσίμου, το περιβάλλον και της ποιότητα ζωής των πολιτών, με βάση παραδειγμάτων από πόλεις που έχουν εφαρμόσει παρόμοια μέτρα.

Έπειτα, για τους σκοπούς της έρευνας, συντάχθηκε και διανεμήθηκε ειδικά διαμορφωμένο **ερωτηματολόγιο**, βασισμένο στην μέθοδο της δεδηλωμένης προτίμησης. Στο πλαίσιο αυτό τα σημεία που εξετάστηκαν ήταν:

1) Τρεις εναλλακτικές περιπτώσεις με τη μορφή σεναρίων

- 1η Εναλλακτική: μείωση σε 30χλμ/ώρα σε όλο το αστικό οδικό δίκτυο
- 2η Εναλλακτική: μείωση της ταχύτητας από 50χλμ/ώρα σε 30χλμ/ώρα σε όλο το αστικό οδικό δίκτυο εκτός των κυρίων αρτηριών (50χλμ/ώρα)
- 3η Εναλλακτική: Καμία μεταβολή

2) Οι ερωτήσεις (με απάντηση 'Ναι' ή 'Όχι')

- Συμφωνείτε με τη μείωση των ορίων ταχύτητας από 50χλμ/ώρα σε 30χλμ/ώρα σε όλο το αστικό δίκτυο;
- Συμφωνείτε με τη μείωση των ορίων ταχύτητας από 50χλμ/ώρα σε 30χλμ/ώρα σε όλο το αστικό δίκτυο εκτός των κυρίων αρτηριών (50χλμ/ώρα);

Τα δεδομένα που αντλήθηκαν, επεξεργάστηκαν και αναλύθηκαν με ειδικά μαθηματικά μοντέλα. Μετά από πολλές δοκιμές αναπτύχθηκαν ένα πολυωνυμικό μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης για το πρώτο και δεύτερο σενάριο σε σχέση με το τρίτο και δύο δυωνυμικά μοντέλα λογιστικής παλινδρόμησης για τις δύο ερωτήσεις. Τα αποτελέσματα των μοντέλων παρουσιάζονται συνολικά στον πίνακα 6.1 παρακάτω.

Με αυτό τον τρόπο, εξάχθηκαν **συμπεράσματα** σχετικά με την αποδοχή των οδηγών ενός αστικού κέντρου σε ένα μέτρο όπως η μείωση της ταχύτητας, λαμβάνοντας υπόψη τον χρόνο διαδρομής, την κατανάλωση καυσίμου και την πιθανότητα οδικών ατυχημάτων. Ενώ παράλληλα, προκύπτουν και ευρήματα σχετικά με την κοινωνική αποδοχή του μέτρου σε

σχέση με τα χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων, όπως το φύλο, η ηλικία, η μόρφωση, η οδηγική συμπεριφορά και ούτω καθεξής.

Πίνακας 6.2: Συνολικά τα αποτελέσματα των πολυωνυμικών και διωνυμικών μοντέλων

	ΠΟΛΥΩΝΥΜΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ				ΔΙΩΝΥΜΙΚΑ			
	U1		U2		BLR2		BLR1	
	1η Εναλλακτική: μείωση σε 30χλμ/ώρα σε όλο το αστικό δίκτυο σε σχέση με καμία μεταβολή		2η Εναλλακτική: μείωση της ταχύτητας από 50χλμ/ώρα σε 30χλμ/ώρα σε όλο το αστικό δίκτυο εκτός των κυρίων αρτηριών (50χλμ/ώρα)		Συμφωνείτε με τη μείωση των ορίων ταχύτητας από 50χλμ/ώρα σε 30χλμ/ώρα σε όλο το αστικό δίκτυο;		Συμφωνείτε με τη μείωση των ορίων ταχύτητας από 50χλμ/ώρα σε 30χλμ/ώρα σε όλο το αστικό δίκτυο εκτός των κυρίων αρτηριών (50χλμ/ώρα);	
Μεταβλητές	Συντελεστές	p-value	Συντελεστές	p-value	Συντελεστές	p-value	Συντελεστές	p-value
Αύξηση χρόνου ταξιδιού	-0,193	<0,001	-0,193	<0,001				
Μείωση κατανάλωσης καυσίμου	0,029	<0,001	0,029	<0,001				
Μείωση πιθανότητας ατυχήματος	0,021	<0,001	0,021	<0,001				
Σταθερός όρος	-0,593	0,052	-0,728	0,003	-1,107	<0,001	-1,613	<0,001
Συχνότητα οδήγησης με μια φορά την εβδομάδα ή σπανιότερα	0,841	2,88E-10	0,516	<0,001	0,682	<0,001	1,625	<0,001
Πάνω από 3 κλήσεις τα τελευταία 3 χρόνια	-1,407	<0,001	-0,704	<0,001			-0,907	<0,001
Αρκετά ή πάρα πολύ σημαντικός ο ρόλος της ταχύτητας στα ατυχήματα	1,035	<0,001	1,352	<0,001			1,465	<0,001
Πολύ σημαντικός ο ρόλος της παρουσίας της τροχαίας για επιλογή ταχύτητας	-1,228	<0,001	-0,893	<0,001				
Φύλλο(γυναίκες)	1,314	<0,001	1,142	<0,001	0,814	<0,001	0,63	<0,001
Αρκετά ή πάρα πολύ ανησυχία για την εμπλοκή σε ατύχημα με παθόντες							0,961	<0,001
Ηλικία(πάνω από 35)							0,962	<0,001
Οδηγική εμπειρία(πάνω από 10 έτη)					0,28	0,002		
Αρκετά ή πολύ σημαντικός ο παράγοντας του τύπου της οδού για επιλογή ταχύτητας					0,487	<0,001		
Αρκετά ή πολύ σημαντικός ο παράγοντας παρουσίας πεζών για επιλογή ταχύτητας					-0,389	<0,001		
Επάγγελμα(οικιακά, άνεργος, άλλο)					-0,333	<0,001		

6.2 Συμπεράσματα

Γίνεται φανερό πως η **εφαρμογή** του μέτρου της μείωσης του ορίου ταχύτητας στα 30 χλμ./ώρα στο αστικό οδικό δίκτυο μπορεί να αποφέρει πολλαπλά οφέλη στην ασφάλεια και γενικότερα στην ποιότητα ζωής των πολιτών. Όμως, προκειμένου να εφαρμοστεί μια τέτοια ρύθμιση τίθεται αναγκαίο να εξεταστεί και η **κοινωνική αποδοχή** του μέτρου, δηλαδή εάν οι οδηγοί είναι θετικοί και πρόθυμοι να προσαρμοστούν σε μια τέτοια αλλαγή. Αυτό ακριβώς

εξετάστηκε στην παρούσα διπλωματική εργασία. Έτσι, μετά από την ανάλυση των απαντήσεων των ερωτηθέντων που αντλήθηκαν από το ερωτηματολόγιο και την επεξεργασία των δεδομένων με ειδικά στατιστικά μοντέλα, διεξάχθηκαν τα **παρακάτω συμπεράσματα**:

1) Μόλις το 37% των συμμετεχόντων της έρευνας **συμφωνεί** με την καθολική μείωση του ορίου ταχύτητας στα 30 χλμ./ώρα, ενώ το 73% συμφωνεί με την μείωση του ορίου ταχύτητας στα 30 χλμ./ώρα με εξαιρέσεις. Συνεπώς πιθανόν οι συμμετέχοντες να είναι πιο δεκτικοί με την δεύτερη εναλλακτική.

2) Επιβεβαιώνεται ότι ο χρόνος διαδρομής, η κατανάλωση καυσίμου και η πιθανότητα οδικών ατυχημάτων αποτελούν **βασικούς παράγοντες** για τις επιλογές των ερωτηθέντων. Με την αύξηση του χρόνου διαδρομής παρουσιάζεται μείωση της πιθανότητας να συμφωνήσουν με μείωση του ορίου ταχύτητας. Αντίθετα, με την μείωση της κατανάλωσης καυσίμου και της πιθανότητας ατυχήματος με σοβαρό τραυματισμό παρατηρείται αύξηση της πιθανότητας επιλογής της μείωσης του ορίου ταχύτητας στο αστικό οδικό δίκτυο.

3) Ερωτηθέντες με μικρή **συχνότητα οδήγησης** (1 φορά την εβδομάδα και σπανιότερα) είναι 1,7 έως 5 φορές πιθανότερο να συμφωνήσουν με οποιαδήποτε εναλλακτική μείωσης του ορίου ταχύτητας στα 30 χλμ./ώρα στο οδικό δίκτυο. Αυτό πιθανόν να σημαίνει ότι, οι ερωτηθέντες οι οποίοι δεν χρησιμοποιούν κάποιο Ι.Χ. ως κύριο μέσο μετακίνησης είναι αρκετά θετικοί σε αυτή την αλλαγή, καθώς δεν επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από την αύξηση του χρόνου.

4) Συμμετέχοντες οι οποίοι θεωρούν τον **ρόλο της ταχύτητας** «αρκετά» ή «πάρα πολύ» σημαντικό για την πρόκληση ατυχημάτων και την σοβαρότητα τους είναι κατά 2,8 έως 4,5 φορές πιθανότερο να συμφωνήσουν με οποιαδήποτε εναλλακτική μείωσης του ορίου ταχύτητας στα 30 χλμ./ώρα στο οδικό δίκτυο. Αυτό πιθανότατα σημαίνει ότι εφόσον αναγνωρίζουν την ταχύτητα ως βασικό παράγοντα στα ατυχήματα, είναι και πιο πιθανό να συμφωνήσουν και σε ένα τέτοιο μέτρο.

5) Οι ερωτώμενοι οι οποίοι έχουν λάβει περισσότερες από 3 **κλήσεις** για παραβάσεις του ΚΟΚ τα τελευταία 3 χρόνια είναι κατά 50-75% λιγότερο πιθανό να συμφωνήσουν με οποιαδήποτε εναλλακτική μείωσης του ορίου ταχύτητας στα 30 χλμ./ώρα στο οδικό δίκτυο. Αυτό είναι πιθανό να σημαίνει ότι οδηγοί που έχουν λάβει πολλές κλήσεις για παραβάσεις είναι λιγότερο δεκτικοί στο να ανταποκριθούν θετικά σε μια τέτοια αλλαγή.

6) Συμμετέχοντες οι οποίοι θεωρούν πάρα πολύ σημαντικό τον παράγοντα της παρουσίας **τροχαίας** για την επιλογή ταχύτητας οδήγησης είναι κατά 59-71% λιγότερο πιθανό να συμφωνήσουν σε μείωση του ορίου ταχύτητας. Αυτό μπορεί να δείχνει ότι αυτοί οι οδηγοί είναι δεκτικοί να συμμορφωθούν με μικρότερη ταχύτητα μόνο κατά την παρουσία τροχαίας.

7) Όσοι είναι αρκετά ή πάρα πολύ **ανήσυχτοι** για το ενδεχόμενο να εμπλακούν σε οδικό ατύχημα με παθόντες είναι κατά 2,6 φορές πιθανότερο να συμφωνήσουν στην μείωση από 50 χλμ./ώρα στα 30χλμ./ώρα σε όλο το οδικό δίκτυο εκτός των κύριων αρτηριών, γεγονός που ενδέχεται να σημαίνει ότι οι οδηγοί αυτοί λόγω της ανησυχίας τους επιλέγουν να οδηγούν με μικρότερες ταχύτητες.

8) Οι ερωτώμενοι οι οποίοι έχουν **οδηγική εμπειρία** πάνω από 10 έτη είναι 32% πιθανότερο να συμφωνήσουν με την μείωση από 50 χλμ./ώρα στα 30χλμ./ώρα σε όλο το οδικό δίκτυο. Αυτό πιθανόν να δείχνει ότι άτομα με μεγαλύτερη εμπειρία είναι πιο ανήσυχα σε θέματα ταχύτητας και ασφάλειας.

9) Συμμετέχοντες οι οποίοι θεωρούν πολύ σημαντικό τον παράγοντα του **τύπου της οδού** στην επιλογή της ταχύτητας οδήγησής είναι 62,7% πιθανότερο να είναι σύμφωνοι με την μείωση από 50 χλμ./ώρα στα 30χλμ./ώρα σε όλο το οδικό δίκτυο. Αυτό πιθανόν να δείχνει ότι αυτοί οι οδηγοί είναι ενήμεροι ότι ο τύπος της οδού παίζει σημαντικό ρόλο στην επιλογή της ταχύτητας οδήγησης.

10) **Γυναίκες** οδηγοί φαίνεται να είναι κατά 1,9 έως 3,7 φορές πιθανότερο να είναι θετικέστην οποιαδήποτε μείωση ορίου ταχύτητας. Αυτό συμφωνεί με τη διεθνή βιβλιογραφία όπου οι γυναίκες οδηγοί τείνουν να οδηγούν με μικρότερες ταχύτητες.

11) Συμμετέχοντες **ηλικίας** 35 και άνω είναι κατά 2,6 φορές πιθανότερο να είναι σύμφωνοι με την μείωση από 50 χλμ./ώρα στα 30χλμ./ώρα σε όλο το οδικό δίκτυο εκτός των κύριων αρτηριών. Γεγονός που φαίνεται να δείχνει ότι άτομα μεγαλύτερης ηλικίας είναι πιο ανήσυχα σε θέματα ταχύτητας.

12) Ερωτώμενοι, οι οποίοι έχουν επιλέξει στο **επάγγελμα** τις απαντήσεις φοιτητής, ελεύθερος επαγγελματίας ή ιδιωτικός υπάλληλος και δημόσιος υπάλληλος είναι κατά 71,7% πιθανότερο να συμφωνήσουν στην μείωση από 50 χλμ./ώρα στα 30χλμ./ώρα σε όλο το οδικό δίκτυο. Αυτό μπορεί να σημαίνει ότι άτομα, τα οποία έχουν κάποια μόρφωση είναι πιθανό να είναι δεκτικοί στην μείωση του ορίου ταχύτητας.

6.3 Προτάσεις

Έχοντας εξάγει τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα της παρούσας διπλωματικής εργασίας, παρακάτω παρατίθενται κάποιες **προτάσεις** που θα μπορούσαν να φανούν χρήσιμες για την αξιοποίηση των αποτελεσμάτων της έρευνας.

- **Ενημέρωση** των πολιτών μέσω των ΜΜΕ ή ακόμα και με διάφορες ενέργειες και δράσεις, προκειμένου να μάθουν για τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από την θέσπιση της μείωσης του ορίου ταχύτητας στο αστικό οδικό δίκτυο και σχετίζονται με την ασφάλεια, το περιβάλλον και την ποιότητα ζωής.
- Η αύξηση του **χρόνου διαδρομής** αποδείχθηκε ότι αποτελεί καταλυτικό παράγοντα για τους συμμετέχοντες που διαφώνησαν με την μείωση του ορίου ταχύτητας. Έτσι μια τέτοια ρύθμιση θα μπορούσε να εφαρμοσθεί αρχικά σε δρόμους ή περιοχές που δεν θα αυξηθεί σε μεγάλο βαθμό ο χρόνος διαδρομής των πολιτών.
- Ευαισθητοποίηση των νέων μέσω της **εκπαίδευσης**, προσθέτοντας ίσως κάποιες ώρες μαθημάτων ή ενημερώσεις στην μορφή ημερίδων σχετικά με την κυκλοφοριακή αγωγή. Με αυτό τον τρόπο οι νέοι μαθαίνουν την σωστή κυκλοφοριακή συμπεριφορά από μικρή ηλικία, έτσι ώστε να γίνουν στο μέλλον πιο υπεύθυνοι και συνειδητοποιημένοι πολίτες.
- **Ειδικά μέτρα** για οδηγούς που έχουν λάβει πάνω από ένα συγκεκριμένο αριθμό κλήσεων, όπως για παράδειγμα υποχρεωτική παρακολούθηση ειδικά

διαμορφωμένων προγραμμάτων που θα βοηθήσουν στην ενημέρωση των κινδύνων και την ευαισθητοποίηση τους πάνω στο θέμα.

6.4 Περαιτέρω έρευνα

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτέλεσε η διερεύνηση και η ανάλυση της αποδοχής των οδηγών σχετικά με τη μείωση του ορίου ταχύτητας από τα 50 χλμ./ώρα στα 30 χλμ./ώρα στο αστικό οδικό δίκτυο των πόλεων της Ελλάδας. Έτσι με την συλλογή των δεδομένων και την στατιστική τους ανάλυση προέκυψαν τα αποτελέσματα που παρατέθηκαν παραπάνω στο κεφάλαιο 6.2. Βασικότερος στόχος όμως αυτής της διπλωματικής εργασίας, αποτελεί η διεξαγωγή των αποτελεσμάτων να φανεί **χρήσιμη σε μελλοντικές έρευνες** που θα εξελίξουν ακόμα περισσότερο το συγκεκριμένο θέμα και θα μετατρέψουν τα αστικά κέντρα σε πιο ασφαλή και βιώσιμα περιβάλλοντα για τους πολίτες. Παρακάτω παρατίθενται κάποιες πιθανές προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.

- Διερεύνηση που θα απευθύνεται αυτή τη φορά σε μεγαλύτερο άρα και πιο αντιπροσωπευτικό **δείγμα πληθυσμού**, ώστε να εξετασθεί εάν τα αποτελέσματα παραμένουν σταθερά ή μεταβάλλονται.
- Διερεύνηση και **άλλων παραγόντων** που δεν χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση και την επεξεργασία και δεν αξιοποιήθηκαν ως δεδομένα στην παρούσα έρευνα, όπως είναι οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε σχέση με τη μείωση του ορίου ταχύτητας.
- **Σύγκριση** των αποτελεσμάτων από σχετικές έρευνες σε πολλές διαφορετικές πόλεις ή χώρες, με σκοπό να εντοπιστούν πιθανά μοτίβα ή πιθανές διαφοροποιήσεις στην στάση των οδηγών, καθώς και να προσδιοριστεί που μπορεί να οφείλονται.
- Μελέτη σχετικά με συγκεκριμένες οδούς ή περιοχές στην Ελλάδα που θα μπορούσαν να αποτελέσουν καλές **υποψήφιες τοποθεσίες** για να εφαρμοστεί η μείωση του ορίου ταχύτητας στα 30 χλμ./ώρα και να είχε θετικές επιδράσεις χωρίς να έχει ως αποτέλεσμα μεγάλη αύξηση του χρόνου διαδρομής.
- **Πιλοτική εφαρμογή** του μέτρου της μείωσης του ορίου ταχύτητας σε επιλεγμένες αστικές περιοχές. Μέσω μια τέτοια εφαρμογής θα μπορούσαν να συλλεχθούν πραγματικά δεδομένα και οποία στην συνέχεια θα επιτρέψουν την αξιολόγηση και την ανάλυση των αποτελεσμάτων σε μελλοντικές έρευνες.

Παράρτημα

Ερωτηματολόγιο έρευνας για τη μείωση του ορίου ταχύτητας στο αστικό δίκτυο της Ελλάδας

Το παρόν ερωτηματολόγιο έχει συνταχθεί για τις ανάγκες Διπλωματικής Εργασίας στον Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. **Στόχος της έρευνας είναι να διερευνήσει την άποψη των χρηστών για τη μείωση του ορίου ταχύτητας από 50km/h σε 30 km/h στο αστικό δίκτυο της Ελλάδας.**

Σας ενημερώνουμε ότι για τους σκοπούς της έρευνας δεν απαιτούνται προσωπικά στοιχεία και κάθε απάντηση θα αντιμετωπιστεί εμπιστευτικά.

Ευχαριστούμε πολύ εκ των προτέρων που συμμετέχετε στην έρευνα.

Screening questions

Σε ποια πόλη κατοικείτε μόνιμα;

- Αθήνα
- Άλλη πόλη/περιοχή

Οδηγείτε κάποιο όχημα(Ι.Χ, μηχανή, επαγγελματικό όχημα);

- Ναι
- Όχι

A. Οδηγική Εμπειρία-Μετακινήσεις

A1. Ποια είναι η οδηγική σας εμπειρία;

- 0-4έτη
- 5-9 έτη
- 10-14 έτη
- >15 έτη

A2. Ποιο είναι το κύριο μέσο μετακίνησής σας από και προς την εργασία σας;

- ΙΧ
- Δίκυκλο
- Ταξί
- Μέσα Μαζικής Μεταφοράς
- Ποδήλατο
- Κανένα από τα παραπάνω

A3. Η συχνότητα οδήγησής σας είναι:

- Κάθε μέρα
- 2-3 φορές την εβδομάδα
- 1 φορά την εβδομάδα
- 1 φορά το μήνα

A4. Σε πόσα ατυχήματα με υλικές ζημιές έχετε εμπλακεί ως οδηγός;

- Κανένα
- 1

- 2
- 3
- >3

A5. Σε πόσα ατυχήματα με παθόντες έχετε εμπλακεί ως οδηγός;

- Κανένα
- 1
- 2
- 3
- >3

A6. Τα τελευταία τρία χρόνια, πόσες κλήσεις είχατε συνολικά για παραβάσεις του Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας;

- Καμία
- Κάτω από 3
- 3-6
- Πάνω από 6

B. Απόψεις - Συμπεριφορά

B1. Πόσο ανήσυχoi είστε για το ενδεχόμενο να εμπλακείτε σε οδικό ατύχημα με παθόντες;

- Καθόλου
- Λίγο
- Αρκετά
- Πάρα πολύ

B2. Πόσοι πιστεύετε ότι είναι οι τραυματίες από οδικά ατυχήματα ετησίως στην Ελλάδα;

- 1000-5000
- 5001-10000
- 10001-15000
- 15001-25000
- >25000

B3. Πόσοι πιστεύετε ότι είναι οι νεκροί από οδικά ατυχήματα ετησίως στην Ελλάδα;

- 0-100
- 101-500
- 501-1000
- 1001-1500
- >1500

B4. Πόσο σημαντικός πιστεύετε ότι είναι ο ρόλος της ταχύτητας στην πρόκληση των ατυχημάτων και στη σοβαρότητά τους;

- Καθόλου
- Λίγο
- Αρκετά
- Πάρα πολύ

B5. Με βάση τα ισχύοντα όρια ταχύτητας εντός πόλης (50 km/h), σε τι βαθμό θεωρείτε ότι προστατεύονται οι ευάλωτοι χρήστες της οδού (πεζοί, ποδηλάτες, μοτοσικλετιστές, κλπ.);

- Καθόλου
- Λίγο
- Αρκετά
- Πάρα πολύ

B6. Πόσο σημαντικοί είναι οι παρακάτω παράγοντες για να επιλέξετε την ταχύτητα οδήγησής σας; (1 = καθόλου σημαντικό και 5 = πολύ σημαντικό)

	1	2	3	4	5
Ο τύπος της οδού					
Η κυκλοφορία στην οδό					
Συχνότητα οδήγησης στις συγκεκριμένες οδούς					
Η ταχύτητα των άλλων οχημάτων					
Η παρουσία πεζών και ποδηλατών					
Παρουσία Τροχαίας στο δρόμο					

Απαντήσεις

B2. Πόσοι πιστεύετε ότι είναι οι τραυματίες από οδικά ατυχήματα ετησίως στην Ελλάδα;

10.001-15.000 (13.690)

B3. Πόσοι πιστεύετε ότι είναι οι νεκροί από οδικά ατυχήματα ετησίως στην Ελλάδα;

501-1000 (688)

Γ. Προτιμήσεις

Για τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας, προτείνονται 2 εναλλακτικές σχετικά με τη μείωση της ταχύτητας στο αστικό δίκτυο:

- **1^η Εναλλακτική:** μείωση της ταχύτητας από 50km/h σε 30km/h σε όλο το αστικό δίκτυο εκτός των κυρίων αρτηριών (50km/h),
- **2^η Εναλλακτική:** μείωση σε 30km/h σε όλο το αστικό δίκτυο.

Γ1. Συμφωνείτε με τη μείωση των ορίων ταχύτητας από 50 km/h σε 30km/h σε όλο το αστικό δίκτυο εκτός των κυρίων αρτηριών (50km/h);

- Ναι
- Όχι

Γ2. Συμφωνείτε με τη μείωση των ορίων ταχύτητας από 50 km/h σε 30km/h σε όλο το αστικό δίκτυο;

- Ναι
- Όχι

Γ3. Επιλογές Σεναρίων

Για καθένα από τα παρακάτω **10 σενάρια** συνδυασμών χρόνου διαδρομής, κατανάλωσης καυσίμου και πιθανότητας οδικού ατυχήματος που αφορούν σε **μια συνηθισμένη 20λεπτή διαδρομή στην πόλη** επιλέξτε την εναλλακτική που θα προτιμούσατε.

Επισημαίνεται ότι ο χρόνος διαδρομής είναι σε λεπτά, η κατανάλωση καυσίμου σε ποσοστό και η πιθανότητα οδικού ατυχήματος με τραυματισμό σε ποσοστό.

1	Μείωση σε 30km/h παντού	Μείωση σε 30km/h με εξαιρέσεις	Καμία Μείωση (50km/h παντού)
Χρόνος Διαδρομής (min)	+5min	+0min	-
Κατανάλωση Καυσίμου (%)	-5%	-5%	-
Πιθανότητα οδικού ατυχήματος με τραυματισμό (%)	-20%	-10%	-

2	Μείωση σε 30km/h παντού	Μείωση σε 30km/h με εξαιρέσεις	Καμία Μείωση (50km/h παντού)
Χρόνος Διαδρομής (min)	+8min	+5min	-
Κατανάλωση Καυσίμου (%)	-20%	-5%	-
Πιθανότητα οδικού ατυχήματος με τραυματισμό (%)	-20%	-10%	-

3	Μείωση σε 30km/h παντού	Μείωση σε 30km/h με εξαιρέσεις	Καμία Μείωση (50km/h παντού)
Χρόνος Διαδρομής (min)	+5min	+5min	-
Κατανάλωση Καυσίμου (%)	-5%	-5%	-
Πιθανότητα οδικού ατυχήματος με τραυματισμό (%)	-50%	-20%	-

4	Μείωση σε 30km/h παντού	Μείωση σε 30km/h με εξαιρέσεις	Καμία Μείωση (50km/h παντού)
Χρόνος Διαδρομής (min)	+8min	+0min	-
Κατανάλωση Καυσίμου (%)	-20%	-20%	-
Πιθανότητα οδικού ατυχήματος με τραυματισμό (%)	-50%	-10%	-

5	Μείωση σε 30km/h παντού	Μείωση σε 30km/h με εξαιρέσεις	Καμία Μείωση (50km/h παντού)
Χρόνος Διαδρομής (min)	+8min	+5min	-
Κατανάλωση Καυσίμου (%)	-5%	-5%	-
Πιθανότητα οδικού ατυχήματος με τραυματισμό (%)	-20%	-10%	-

6	Μείωση σε 30km/h παντού	Μείωση σε 30km/h με εξαιρέσεις	Καμία Μείωση (50km/h παντού)
Χρόνος Διαδρομής (min)	+5min	+5min	-
Κατανάλωση Καυσίμου (%)	-20%	-10%	-
Πιθανότητα οδικού ατυχήματος με τραυματισμό (%)	-10%	-10%	-

7	Μείωση σε 30km/h παντού	Μείωση σε 30km/h με εξαιρέσεις	Καμία Μείωση (50km/h παντού)
Χρόνος Διαδρομής (min)	+8min	+5min	-
Κατανάλωση Καυσίμου (%)	-10%	-10%	-
Πιθανότητα οδικού ατυχήματος με τραυματισμό (%)	-50%	-20%	-

8	Μείωση σε 30km/h παντού	Μείωση σε 30km/h με εξαιρέσεις	Καμία Μείωση (50km/h παντού)
Χρόνος Διαδρομής (min)	+5min	+0min	-

Κατανάλωση Καυσίμου (%)	-10%	-10%	-
Πιθανότητα οδικού ατυχήματος με τραυματισμό (%)	-50%	-20%	-

9	Μείωση σε 30km/h παντού	Μείωση σε 30km/h με εξαιρέσεις	Καμία Μείωση (50km/h παντού)
Χρόνος Διαδρομής (min)	+8min	+8min	-
Κατανάλωση Καυσίμου (%)	-10%	-5%	-
Πιθανότητα οδικού ατυχήματος με τραυματισμό (%)	-20%	-20%	-

10	Μείωση σε 30km/h παντού	Μείωση σε 30km/h με εξαιρέσεις	Καμία Μείωση (50km/h παντού)
Χρόνος Διαδρομής (min)	+8min	+0min	-
Κατανάλωση Καυσίμου (%)	-20%	-5%	-
Πιθανότητα οδικού ατυχήματος με τραυματισμό (%)	-20%	-20%	-

Δ. Δημογραφικά Στοιχεία

Δ1. Φύλο

- Άνδρας
- Γυναίκα

Δ2. Ηλικία

- 18-24
- 25-34
- 35-54
- >55

Δ3. Οικογενειακή Κατάσταση

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

Δ4. Ετήσιο Οικογενειακό Εισόδημα

- Εώς 10.000€
- 10.000 έως 25.000

- Άνω των 25.000

Δ5. Μορφωτικό Επίπεδο

- Γυμνάσιο
- Λύκειο
- Φοιτητής
- Πτυχιούχος Πανεπιστημίου
- Πτυχιούχος Μεταπτυχιακών Σπουδών
- Άλλο

Δ6. Επάγγελμα

- Φοιτητής
- Ελεύθερος Επαγγελματίας/ Ιδιωτικός Υπάλληλος
- Δημόσιος Υπάλληλος
- Οικιακά
- Άνεργος
- Άλλο

Σας ευχαριστούμε πολύ!

Βιβλιογραφία

Bornioli, A., Bray, I., Pilkington, P., & Parkin, J. (2020). Effects of city-wide 20 mph (30 km/h) speedlimits on road injuries in Bristol, UK. *Injury Prevention*, 26(1), 85–88.

Desarnaulds, V., Monay, G., & Carvalho, A. (2004). Noise reduction by urban traffic management. *Proceedings of the International Congress on Acoustics*.

Grodek, T., & Benito, G. (2025). Reevaluating flood protection: Disaster risk reduction for urbanized alluvial fans. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 25(11), 4343–4360.

Grundy, C., Steinbach, R., Edwards, P., Green, J., Armstrong, B., & Wilkinson, P. (2009). Effect of 20mph traffic speed zones on road injuries in London, 1986–2006: Controlled interrupted time series analysis. *BMJ*, 339.

Hosmer, D. W., Lemeshow, S., & Sturdivant, R. X. (2000). *Applied logistic regression* (2nd ed.). Wiley. Insurance Institute for Highway Safety. (2017). *Speed enforcement and road safety*. <https://www.iihs.org>

International Transport Forum. (2017). *Road safety annual report 2017*. OECD Publishing.

Kotler, P., & Keller, K. L. (2015). *A framework for marketing management* (6th ed.). Pearson.

Plant, K., McIlroy, R. C., & Stanton, N. A. (2018). Taking a '7 E's' approach to road safety in the UK and beyond. *Contemporary Ergonomics and Human Factors*, 9, 1–8.

Povey, L. J., Frith, W. J., & Keall, M. D. (2003). An investigation of the relationship between speed enforcement, vehicle speeds and injury crashes in New Zealand. *Land Transport Safety Authority*.

Roussou, S., Petraki, V., Deliali, K., Kontaxi, A., & Yannis, G. (2024). Cost benefit analysis of reducing speed limits in Athens to 30 km/h. *Case Studies on Transport Policy*, 18, 101289.

Senate Department for the Environment, Transport and Climate Protection. (2018). *Air quality in the capital*. Berlin.de. <https://www.berlin.de>

Yannis, G., & Michelaraki, E. (2024). Review of city-wide 30 km/h speed limit benefits in Europe. *Sustainability*, 16(11), 4382.

Yao, Y., Carsten, O., & Hibberd, D. (2020). A close examination of speed limit credibility and compliance on UK roads. *IATSS Research*, 44(1), 17–29.