



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΕΡΕΥΝΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΤΗΣ ΜΕΙΩΣΗΣ ΤΟΥ ΟΡΙΟΥ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΣΤΟΥΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΑΠΟ ΤΑ 130 ΧΛΜ / ΩΡΑ

Χριστίνα Αγούρου

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής Ε. Μ. Π.
Αθήνα, Οκτώβριος 2023

Ευχαριστίες

Ολοκληρώνοντας την διπλωματική αυτή εργασία, θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς ευχαριστίες μου στον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Γεώργιο Γιάννη, ο οποίος συνετέλεσε τα μέγιστα για να εκπονηθεί από εμένα το έργο αυτό.

Παράλληλα, πολλές ευχαριστίες θέλω να μοιράσω στην Αρμίρα Κονταξή, η οποία από τη θέση της υποψήφιας Διδάκτορος του Ε. Μ. Π. στάθηκε επίσης δίπλα μου προσφέροντας πλούσια και στοχευμένη καθοδήγηση καθ' όλη τη διάρκεια της διεξαγωγής της έρευνας και της συγγραφής της εργασίας.

Πέρα από συγκεκριμένα πρόσωπα, θέλω να ευχαριστήσω όλη την ακαδημαϊκή οικογένεια του Ε. Μ. Π. που με βοήθησε στα χρόνια των σπουδών μου να αποκτήσω τα σημαντικά εφόδια που συγκεφαλαιώνονται με την λήψη του πτυχίου μου.

Τέλος, δε θα μπορούσα να μην εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου προς όλη την οικογένειά μου, που στήριξαν και στηρίζουν ακόμα κάθε προσπάθειά μου η οποία αποβλέπει στο να γίνω καλύτερος άνθρωπος και να αναπτύξω την προσωπικότητά μου, προκειμένου να γίνω ένας ευτυχισμένος άνθρωπος με ρόλο μέσα στην κοινωνία μας.

Αθήνα, Οκτώβριος 2023

Σύνοψη

Πολλές χώρες στην Ευρώπη και περιοχές των ΗΠΑ καταλήγουν στην εισαγωγή μέτρων, όπως η επιβολή χαμηλότερων ταχυτήτων στους αυτοκινητόδρομους, με στόχο την μείωση των τροχαίων ατυχημάτων, την εξοικονόμηση ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος. Αυτή η Διπλωματική Εργασία στοχεύει στην εξέταση της **αντίδρασης του κοινού** σχετικά με τη **μείωση της ταχύτητας** στους ελληνικούς αυτοκινητόδρομους από 130 σε 120 ή 110 χλμ. /ώρα. Ακολουθώντας την καθορισμένη κατεύθυνση, πραγματοποιήθηκε μια βιβλιογραφική αναζήτηση σχετικά με το θέμα της εργασίας. Η βιβλιογραφία έπρεπε να πληροί τρεις κύριες προϋποθέσεις: να αναφέρεται στο αρχικό όριο ταχύτητας των 130 χλμ. /ώρα, στη μείωση κατά 10 και 20 χλμ. /ώρα και να αναφέρεται σε αυτοκινητόδρομους. Συνεπώς, η βιβλιογραφία προσαρμόστηκε για να είναι επιστημονικά ακριβής για την έρευνα. Επιπρόσθετα, δημιουργήθηκε ένα ερωτηματολόγιο για τη συλλογή στοιχείων, χρησιμοποιώντας τη μεθοδολογία της δεδηλωμένης προτίμησης, εξετάζοντας τρία διαφορετικά σενάρια σχετικά με τα όρια ταχύτητας. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε ανάλυση των στοιχείων και δημιουργήθηκαν μαθηματικά μοντέλα για την κατανόηση των παραγόντων που απορρέουν τις αποφάσεις των συμμετεχόντων. Μετά από περισσότερες αναλύσεις, δημιουργήθηκαν μοντέλα **πολυωνυμικής και διωνυμικής παλινδρόμησης** για την αξιολόγηση των διαφορετικών σεναρίων. Συμπερασματικά, οι συμμετέχοντες, ανάλογα με τα ατομικά χαρακτηριστικά και τις πεποιθήσεις τους, συμφωνούν περισσότερο ή λιγότερο σχετικά με την κρισιμότητα του ρόλου κάποιων μεταβλητών, όπως το κόστος του καυσίμου, ο χρόνος της διαδρομής, η εκτίμηση του αριθμού των τραυματιών ή νεκρών από ατυχήματα σε αυτοκινητόδρομο και άλλα.

Λέξεις κλειδιά: μείωση ορίου ταχύτητας, αυτοκινητόδρομοι, δεδηλωμένη προτίμηση, λογιστική παλινδρόμηση, πολυωνυμικό λογιστικό μοντέλο, διωνυμικό λογιστικό μοντέλο

Synopsis

Many countries in Europe and parts of the US end up introducing measures, such as imposing lower speeds on highways, with the aim of reducing traffic accidents, saving energy and protecting the environment. This Thesis aims to examine the **public reaction and the benefits of reducing the speed limit** on Greek highways from 130 to 120 or 110 km/h. Following the established direction, a bibliographic search was carried out on the topic of the work. The literature had to fulfill three main conditions: refer to the original speed limit of 130 km/h, reduce it by 10 and 20 km/h and refer to motorways. Therefore, the literature was adapted to be scientifically accurate for the research. In addition, a questionnaire was created to collect data using the stated preference methodology, examining three different scenarios regarding speed limits. The data was then analyzed and mathematical models were created to understand the factors driving the participants' decisions. After further analyses, **polynomial and binomial regression models** were created to evaluate the different scenarios.

Keywords: speed limit reduction, highways, stated preference, logistic regression, multinomial logistic model, binomial logistic model

Περίληψη

Πολλές χώρες στην Ευρώπη και περιοχές των ΗΠΑ καταλήγουν στην εισαγωγή μέτρων, όπως η επιβολή χαμηλότερων ταχυτήτων στους αυτοκινητόδρομους, με στόχο την μείωση των τροχαίων ατυχημάτων, την εξοικονόμηση ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος. Αυτή η Διπλωματική Εργασία στοχεύει στην εξέταση της αντίδρασης του κοινού και των οφελών της μείωσης της ταχύτητας στους ελληνικούς **αυτοκινητόδρομους** από 130 σε 120 ή 110 χλμ. /ώρα. Για το λόγο αυτό, μελετήθηκε η επιστημονική βιβλιογραφία που αναφέρεται στα όρια της ταχύτητας των αυτοκινητοδρόμων και στους παράγοντες που διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο για την επιθυμία για μείωση, από την πλευρά των οδηγών. Επιπρόσθετα, δημιουργήθηκε ένα ερωτηματολόγιο για τη συλλογή στοιχείων, χρησιμοποιώντας τη μεθοδολογία της δεδηλωμένης προτίμησης, εξετάζοντας τρία διαφορετικά σενάρια σχετικά με τα όρια ταχύτητας. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε **ανάλυση των στοιχείων** και δημιουργήθηκαν μαθηματικά μοντέλα για την κατανόηση των παραγόντων που απορρέουν τις αποφάσεις των συμμετεχόντων. Μετά από περισσότερες αναλύσεις, δημιουργήθηκαν μοντέλα πολυωνυμικής και διωνυμικής παλινδρόμησης για την αξιολόγηση των διαφορετικών σεναρίων, τα οποία παρουσιάζονται συνοπτικά στον παρακάτω πίνακα:

	ΠΟΛΥΩΝΥΜΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΑ ΜΕΙΩΣΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ				ΔΙΩΝΥΜΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΜΕΙΩΣΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ			
	1 ^η εναλλακτική: μείωση ορίου ταχύτητας αυτοκινητοδρόμων από 130 χλ./ώρα σε 120 χλμ/ώρα		2 ^η εναλλακτική: μείωση ορίου ταχύτητας αυτοκινητοδρόμων από 130 χλ./ώρα σε 110 χλμ/ώρα		1 ^ο μοντέλο: μείωση ορίου ταχύτητας αυτοκινητοδρόμων από 130 χλ./ώρα σε 110 χλμ/ώρα		2 ^ο μοντέλο: μείωση ορίου ταχύτητας αυτοκινητοδρόμων από 130 χλ./ώρα σε 120 χλμ/ώρα	
Μεταβλητές	Συντελεστές	P-Value	Συντελεστές	P-Value	Συντελεστές	P-Value	Συντελεστές	P-Value
Αύξηση χρόνου ταξιδιού	-0,026	0,01	-0,026	0,01				
Σταθερός όρος 1	-0,373	0,12						
Σταθερός όρος 2			-0,41	0,134				
Παραβιάσεις ΚΟΚ					-0,506	0,089		
Σημαντικότητα ρόλου της ταχύτητας					0,928	0,173		
Ατυχήματα στα οποία έχει εμπλακεί ο οδηγός	0,009	0,003	0,009	0,003			0,626	0,131
Ανησυχία για εμπλοκή σε ατύχημα							0,361	0,094
Πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα	0,547	0,0129	0,812	0,137				
Εκτίμηση αριθμού τραυματών από οδικά ατυχήματα							-0,894	0,097
Εκτίμηση αριθμού νεκρών από οδικά ατυχήματα	0,755	0,13	1,021	0,135				
Επικινδυνότητα οριακών ταχυτήτων μοτοσικλετιστών	-1,49	0,15	-0,991	0,155			-0,731	0,063
Σημαντικότητα κυκλοφορίας για την επιλογή ταχύτητας					-0,852	0,150		
Εισόδημα	0,085	0,131	0,538	0,143	-0,541	0,107	0,416	0,11
Φύλο					-1,119	0,091		
Επάγγελμα							0,225	0,204

Περιεχόμενα

Σύνοψη.....	Error! Bookmark not defined.
Abstract.....	3
Περίληψη	5
1. Εισαγωγή.....	9
1. 1 Ανασκόπηση του θέματος	9
1. 2 Στόχος	10
1. 3 Μεθοδολογία	11
1. 4 Δομή	12
2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	13
2. 1 Εισαγωγή	13
2. 2 Οδική ασφάλεια	13
2. 2. 1 Ταχύτητα και Κίνδυνος Ατυχήματος	13
2. 2. 2 Μεγαλύτερες Ταχύτητες: Πιο Σοβαρός Τραυματισμός	14
2. 3 Κυκλοφορία	15
2. 4 Κατανάλωση Καυσίμου και περιβάλλον	15
2. 5 Χρόνος Ταξιδιού	18
2. 6 Σύνοψη αποτελεσμάτων βιβλιογραφικής ανασκόπησης.....	19
3. Θεωρητικό Υπόβαθρο.....	21
3. 1 Εισαγωγή	21
3. 2 Βασικές έννοιες στατιστικής	21
3. 3 Μέθοδοι δεδομένης και αποκαλυπτόμενης προτίμησης.....	22
3. 4 Λογιστική Παλινδρόμηση	23
3. 4. 1 Συντελεστές Εξίσωσης	24
3. 4. 2 Ελαστικότητα	24
3. 4. 3 Στατιστική Σημαντικότητα	25
3. 4. 4 Μέγιστη Πιθανοφάνεια.....	27
3. 4. 5 Τα κριτήρια πληροφοριών AIC και BIC.....	28
3. 5 Θεωρία Στοχαστικής Χρησιμότητας-Συνάρτηση Χρησιμότητας.....	28
4. Συλλογή και Επεξεργασία Δεδομένων	30
4. 1 Εισαγωγή	30
4. 2 Συλλογή Δεδομένων.....	30
4. 2. 1 Το Ερωτηματολόγιο	30
4. 2. 2 Τα μέρη που απαρτίζουν το ερωτηματολόγιο.....	30
4. 2. 3 Τα Πιθανά Σενάρια	31
4. 2. 4 Συλλογή Ερωτηματολογίων.....	32
4. 3 Επεξεργασία Στοιχείων.....	33
4. 3. 1 Κωδικοποίηση Δεδομένων	33

4. 4	Παρουσίαση συγκεντρωτικών στοιχείων	35
5.	Στατιστική Ανάλυση Αποδοχής Ορίου Ταχύτητας 110 και 120 χλμ. /ώρα Error! Bookmark not defined.	
5. 1	Εισαγωγή	39
5. 2	Μοντέλο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης και αποτελέσματα	39
5. 3	Μοντέλα διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης και αποτελέσματα	47
5. 4	Ερμηνεία Αποτελεσμάτων	50
5. 5	Ανάλυση ευαισθησίας.....	55
6.	Συμπεράσματα	Error! Bookmark not defined.
6. 1	Σύνοψη	58
6. 2	Συμπεράσματα Αποδοχής Μέτρου Μείωσης Ορίου Ταχύτητας	60
6. 3	Προτάσεις για την αξιοποίηση των αποτελεσμάτων.....	62
6. 4	Προτάσειςγια περαιτέρω έρευνα	63
	Βιβλιογραφία	64

1 Εισαγωγή

1.1 Ανασκόπηση του θέματος

Η ταχύτητα αποτελεί τον πυρήνα του προβλήματος της οδικής ασφάλειας. Στην πραγματικότητα, η ταχύτητα αιτιάζεται για την πλειοψηφία των οδικών ατυχημάτων. Στο 30% περίπου των **θανατηφόρων ατυχημάτων**, η ταχύτητα είναι κύρια αιτία (Quddus, 2013). Πρώτιστα, η ταχύτητα επηρεάζει τον κίνδυνο εμπλοκής σε ατύχημα. Σε υψηλότερη ταχύτητα, είναι πιο δύσκολο να αντιδράσει κάποιος έγκαιρα και να αποτρέψει ένα ατύχημα. Δεύτερον, η ταχύτητα επηρεάζει τις συνέπειες τραυματισμού ενός ατυχήματος. Σε υψηλότερη ταχύτητα (κρούσης), η ενέργεια που αποδεσμεύεται είναι πολύ μεγαλύτερη όταν προκύπτει σύγκρουση με άλλο όχημα ή εμπόδιο. Μέρος αυτής της ενέργειας θα οδηγηθεί στην απορρόφησή της από το **ευάλωτο ανθρώπινο σώμα**. Υπάρχει απόλυτη συνάφεια μεταξύ ταχύτητας και κινδύνου και σοβαρότητας ατυχήματος.

Τα όρια ταχύτητας παρέχουν πληροφορίες στους οδηγούς σχετικά με την ασφαλή ταχύτητα ταξιδιού σε μέσες συνθήκες. Η **υπέρβαση** των ορίων ταχύτητας είναι πολύ συνηθισμένη. Συνήθως, το 40 έως 50% των οδηγών ταξιδεύουν ταχύτερα από το όριο ταχύτητας και το 10 έως 20% υπερβαίνει το όριο ταχύτητας κατά περισσότερο από 10 km/h (Quddus, 2013). Δεδομένης της **αλληλεξάρτησης** μεταξύ ταχύτητας και κινδύνου ατυχήματος και σοβαρότητας, θα μπορούσαν να σωθούν πολλά θύματα εάν όλοι οι οδηγοί τηρούσαν τα ισχύοντα όρια ταχύτητας.

Η επιλογή ταχύτητας σχετίζεται με τα κίνητρα, τις συμπεριφορές, την αντίληψη και την αποδοχή του κινδύνου των οδηγών. Επιπλέον, η επιλογή ταχύτητας επηρεάζεται από τα χαρακτηριστικά της οδού και του οδικού περιβάλλοντος και από τα χαρακτηριστικά του οχήματος. Δεν υπάρχει ενιαία λύση στο πρόβλημα της υπερβολικής και ακατάλληλης ταχύτητας. Θεωρείται αναγκαίο ένα **πακέτο αντίμετρων**, αυξάνοντας την αποτελεσματικότητα καθενός από τα επιμέρους μέτρα. Ο διαφορετικός **συνδυασμός μέτρων** θα είναι καταλληλότερος για κάθε περίπτωση ξεχωριστά. Ως αρχή, είναι ζωτικής σημασίας η ισορροπία μεταξύ του σχεδιασμού της οδού, του ορίου ταχύτητας και της αντίληψης του κοινού για την κατάλληλη ταχύτητα. Στην Ελλάδα, τα τρέχοντα όρια ταχύτητας ποικίλουν ανάλογα με την κατηγορία των οδών. Για παράδειγμα, στους **αυτοκινητοδρόμους**, που είναι το επίκεντρο αυτής της μελέτης, **φτάνει τα 130 χλμ. /ώρα**.

Τα όρια ταχύτητας βρίσκονται στον πυρήνα της διαχείρισης ταχύτητας και πρέπει να ορίζουν μια **ασφαλή διαδρομή**, αντανakλώντας τη λειτουργία της οδού, τη σύνθεση της κυκλοφορίας και τα χαρακτηριστικά σχεδιασμού της οδού. Οι οδηγοί πρέπει να γνωρίζουν το τοπικό όριο ταχύτητας ανά πάσα στιγμή. Ωστόσο, παρά τα μέτρα υπάρχουν οδηγοί που θα υπερβαίνουν το όριο ταχύτητας. Για αυτούς τους εκ προθέσεως παραβάτες, η επιβολή παραμένει απαραίτητο μέσο. Η διαχείριση της ταχύτητας πρέπει να συνοδεύεται από **εκπαίδευση** και πληροφόρηση για να ενημερώνονται οι χρήστες του δρόμου

για το πρόβλημα της ταχύτητας και για τα «γιατί» και «τι» των **αντίμετρων**. Εκτός από την **προαγωγή της οδικής ασφάλειας**, η μείωση του ορίου ταχύτητας μπορεί να έχει περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη. Συγκεκριμένα, οι χαμηλότερες ταχύτητες μπορούν να **μειώσουν την κατανάλωση καυσίμων**, τις **εκπομπές CO₂** και τον **ατμοσφαιρικό θόρυβο**. Εντούτοις, το μέτρο αυτό ενδέχεται να αυξήσει τον χρόνο ταξιδιού, γεγονός που μπορεί να περιορίσει την κοινωνική αποδοχή του.

Η εφαρμογή μιας τέτοιας αλλαγής απαιτεί σύνθετη προσέγγιση, που περιλαμβάνει την ενημέρωση και εκπαίδευση του κοινού, από τα πρώτα σχολικά χρόνια μέχρι ενημερωτικές καμπάνιες, καθώς και την αυστηρή επιβολή του νόμου από τις αστυνομικές αρχές μέσω της χρήσης τεχνολογικών μέσων, όπως κάμερες για την ανίχνευση της ταχύτητας. Συνολικά, η πρόταση για τη **μείωση του ορίου ταχύτητας** στους αυτοκινητόδρομους της Ελλάδας αποτελεί ένα **ολοκληρωμένο και πολυεπίπεδο ζήτημα**, το οποίο πρέπει να εξεταστεί με προσοχή και σε βάθος. Οι διάφορες πτυχές του - από την οδική ασφάλεια μέχρι τα οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη - πρέπει να ληφθούν υπόψη στην τελική απόφαση.

1.2 Στόχος

Στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι η **εξέταση της αποδοχής** της μείωσης του ορίου ταχύτητας στους αυτοκινητόδρομους της Ελλάδας από **130 χλμ. /ώρα σε 110 ή 120 χλμ. /ώρα**. Η διαδικασία αυτή θα υποστηριχθεί με την εφαρμογή μαθηματικών μοντέλων που βασίζονται σε δεδομένα που έχουν συλλεχθεί μέσω ηλεκτρονικών ερωτηματολογίων που διανεμήθηκαν στο γενικό πληθυσμό.

Με τη βοήθεια δέκα διαφορετικών σεναρίων, τα οποία περιλαμβάνουν παραμέτρους όπως **α)** οι επιπτώσεις στον χρόνο ταξιδιού, **β)** η επίδραση στην κατανάλωση καυσίμου, και **γ)** τις πιθανές μεταβολές στην ποσοστιαία κατανομή των οδικών ατυχημάτων με τραυματισμούς, η έρευνα αποσκοπεί στο να **ανακαλύψει** εάν υπάρχουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά στον πληθυσμό που οδηγούν σε ομοιογενείς απόψεις για το εάν πρέπει ή όχι να **μειωθεί το όριο ταχύτητας**.

Ο τελικός **σκοπός** της εργασίας είναι να προσφέρει ενημερωμένες και χρήσιμες **κατευθύνσεις για όλους τους ενδιαφερόμενους φορείς**, από τις κυβερνητικές αρχές μέχρι τους οδηγούς και τις οργανώσεις για την οδική ασφάλεια, ώστε να αντιμετωπίσουν αυτήν την πρόκληση με τον πιο αποτελεσματικό και βέλτιστο τρόπο, με στόχο την **ενίσχυση της οδικής ασφάλειας στη χώρα**.

1.3 Μεθοδολογία

Στην παρούσα ενότητα, παρουσιάζεται με λεπτομέρεια η **μεθοδολογία** που υιοθετήθηκε για την υλοποίηση αυτής της Διπλωματικής Εργασίας, με τελικό στόχο την κατανόηση του προαναφερθέντος ερευνητικού προβλήματος. Στο αρχικό στάδιο, καθορίστηκε το **ερευνητικό ζήτημα** και προσδιορίστηκαν οι **ερευνητικοί στόχοι**. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε μια ευρεία **ανασκόπηση της βιβλιογραφίας**, περιλαμβάνοντας τόσο εθνικές όσο και διεθνείς μελέτες, προκειμένου να αποκτηθεί μια σφαιρική άποψη γύρω από το θέμα της οδικής ασφάλειας, καθώς και της μείωσης του ορίου ταχύτητας ως μέσο για την επίτευξη αυτού του στόχου.

Η διαδικασία συλλογής δεδομένων οργανώθηκε μέσω ενός **ερωτηματολογίου** που βασίζεται στη μέθοδο της **δηλωμένης προτίμησης (stated preference)**, μια τεχνική που είναι ιδιαίτερα κοινή σε ερευνητικές αναλύσεις στον τομέα των μεταφορών. Το ερωτηματολόγιο περιελάμβανε μια σειρά από ερωτήσεις που σχεδιάστηκαν για να εξακριβώσουν τις προτιμήσεις και τις απόψεις των συμμετεχόντων. Επιπλέον, το ερωτηματολόγιο περιείχε 10 διαφορετικά σενάρια που σχετίζονται με ένα τυπικό ταξίδι τριών ωρών εκτός πόλης, προσφέροντας τρεις εναλλακτικές ρυθμίσεις ταχύτητας. Τα **δεδομένα** συλλέχθηκαν από **240 άτομα** με διάφορα κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά μέσω διαδικτυακών φορμών (Google Forms).

Ακολούθησε η φάση της **προεπεξεργασίας και κωδικοποίησης** των συλλεχθέντων δεδομένων, ώστε να είναι συμβατά με το πρόγραμμα ανάλυσης δεδομένων R Studio που χρησιμοποιήθηκε. Δύο διαφορετικοί τύποι στατιστικών μοντέλων αναπτύχθηκαν: **πολυωνυμική λογιστική παλινδρόμηση** για την ανάλυση των σεναρίων και **διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση παραμέτρων** που επηρεάζουν τη γενικότερη απόφαση των συμμετεχόντων να υποστηρίξουν ή όχι τη μείωση του ορίου ταχύτητας στους αυτοκινητόδρομους. Ειδικότερα, στο **πρώτο μοντέλο**, ως **εξαρτημένη μεταβλητή** θεωρήθηκε η επιλογή μεταξύ των προτεινόμενων εναλλακτικών ρυθμίσεων ταχύτητας, ενώ ως **ανεξάρτητες μεταβλητές** συμπεριλήφθηκαν ο χρόνος ταξιδιού, η κατανάλωση καυσίμου και η πιθανότητα ατυχημάτων με τραυματισμούς. Στο **δεύτερο μοντέλο**, η **εξαρτημένη μεταβλητή** ήταν η γενική απόφαση υπέρ ή κατά της μείωσης του ορίου ταχύτητας, ενώ αναλύθηκαν διάφοροι παράγοντες που θα μπορούσαν να επηρεάσουν αυτήν την απόφαση.

Μετά την εφαρμογή και την ανάλυση των μοντέλων, ξεκίνησε η φάση της **αξιολόγησης και ερμηνείας** των αποτελεσμάτων. Κατά την εξέταση των δεδομένων, δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή στον τρόπο που οι διάφορες μεταβλητές επηρεάζουν τις προτιμήσεις και τις επιλογές των συμμετεχόντων. Ο στόχος ήταν να κατανοηθεί το βάρος και η σημασία κάθε μεταβλητής στην τελική επιλογή του κοινού για τη μείωση της ταχύτητας στο υπεραστικό οδικό δίκτυο.

Συνοψίζοντας, η μεθοδολογία περιελάμβανε **μια σειρά από στάδια**, από τον καθορισμό του ερευνητικού προβλήματος και τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, μέχρι τη συλλογή δεδομένων μέσω ερωτηματολογίου, την κωδικοποίηση και ανάλυση των δεδομένων, και τέλος την αξιολόγηση και ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Ολόκληρη η διαδικασία σχεδιάστηκε με γνώμονα την **αποτελεσματική αντιμετώπιση του ερευνητικού ζητήματος** και την **παροχή υποστηρικτικών ευρημάτων** που θα μπορούσαν να ενημερώσουν τις πολιτικές και τις πρακτικές στον τομέα της οδικής ασφάλειας

1.4 Δομή

Στην τρέχουσα αναθεώρηση, παρουσιάζουμε την **οργανωτική δομή** της Διπλωματικής Εργασίας, αναφέροντας συνοπτικά το περιεχόμενο κάθε επιμέρους κεφαλαίου. Το **πρώτο κεφάλαιο** είναι εισαγωγικό και περιλαμβάνει μια περιληπτική αποσαφήνιση των όρων και παρουσιάζεται επίσης μια γενική εικόνα για την πολιτική μείωσης των ορίων ταχύτητας στην Ελλάδα, καθώς και κάποιες ακόμα ανοιχτές ερωτήσεις που διατρέχουν την κοινή γνώμη.

Στο **δεύτερο κεφάλαιο** υπάρχουν τα κύρια συμπεράσματα που προκύπτουν από μια ευρεία βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικών ερευνών, και τα αποτελέσματά τους με βάση την προτεινόμενη αλλαγή στα όρια ταχύτητας και τη μεθοδολογία που εφαρμόστηκε στην παρούσα έρευνα. Το **τρίτο κεφάλαιο** αποτελεί το θεωρητικό πλαίσιο και εξετάζει λεπτομερώς τη μεθοδολογία, συμπεριλαμβανομένης της "μεθόδου δεδηλωμένης προτίμησης" (Stated Preference), που χρησιμοποιήθηκε.

Στο **τέταρτο κεφάλαιο**, αναλύεται το ερωτηματολόγιο που διεξήχθη και παρουσιάζονται σχηματικά τα αποτελέσματα, ενώ το **πέμπτο κεφάλαιο** επικεντρώνεται στα μαθηματικά μοντέλα που προέκυψαν από την στατιστική ανάλυση. Τέλος, στο **έκτο κεφάλαιο** περιλαμβάνει τα κύρια συμπεράσματα και προτάσεις για μελλοντική έρευνα, ενώ στο τέλος της εργασίας παρατίθενται οι βιβλιογραφικές αναφορές και τα παραρτήματα, σύμφωνα με διεθνή πρότυπα.

2 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

2.1 Εισαγωγή

Το παρόν κεφάλαιο περιλαμβάνει την βιβλιογραφική ανασκόπηση που πραγματοποιήθηκε για τους σκοπούς αυτής της εργασίας. Παρακάτω παρουσιάζεται η επίδραση της **μεταβολής του ορίου ταχύτητας** από 130 σε 120 και 110 χλμ/ώρα στους τομείς της οδικής ασφάλειας, της κατανάλωσης καυσίμου, του περιβάλλοντος και της διάρκειας του ταξιδιού. Τέλος, τα αποτελέσματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στο κεφάλαιο 2. 6 ενώ χρησιμοποιούνται ως **Input** για τις αναλύσεις που γίνονται στο πρακτικό μέρος της εργασίας.

2.2 Οδική ασφάλεια

Η ταχύτητα αποτελεί τον πυρήνα του προβλήματος της οδικής ασφάλειας. Στην πραγματικότητα, η ταχύτητα αιτιάζεται για την πλειοψηφία των οδικών ατυχημάτων. Στο 30% περίπου των θανατηφόρων ατυχημάτων, η **ταχύτητα** είναι κύρια αιτία (Potoglou et al, 2018). Πρώτιστα, η ταχύτητα επηρεάζει τον κίνδυνο εμπλοκής σε **ατύχημα**. Σε υψηλότερη ταχύτητα, είναι πιο δύσκολο να αντιδράσει κάποιος έγκαιρα και να αποτρέψει ένα **ατύχημα**. Δεύτερον, η ταχύτητα επηρεάζει τις συνέπειες **τραυματισμού** ενός ατυχήματος. Σε υψηλότερη ταχύτητα (κρούσης), η ενέργεια που αποδεσμεύεται είναι πολύ μεγαλύτερη όταν προκύπτει σύγκρουση με άλλο όχημα ή εμπόδιο. Μέρος αυτής της ενέργειας θα οδηγηθεί στην απορρόφησή της από το ευάλωτο ανθρώπινο σώμα. Υπάρχει απόλυτη συνάφεια μεταξύ ταχύτητας, κινδύνου και σοβαρότητας **ατυχήματος**. Γενικά όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα, τόσο υψηλότερος είναι ο κίνδυνος ατυχήματος και τόσο πιο σοβαρές είναι οι συνέπειες του ατυχήματος (βλ. Aarts&VanSchagen, 2006).

2.2.1 Ταχύτητα και Κίνδυνος Ατυχήματος

Δεδομένης μιας συγκεκριμένης οδού, η μεγαλύτερη ταχύτητα αυξάνει την πιθανότητα **ατυχήματος**. Είναι σαφές ότι υπάρχουν πολύ ισχυρές σχέσεις αλληλεξάρτησης μεταξύ ταχύτητας και κινδύνου ατυχήματος. Η γενική σχέση ισχύει για όλες τις ταχύτητες και όλες τις οδούς, αλλά ο ακριβής ρυθμός αύξησης του κινδύνου ατυχήματος ποικίλλει ανάλογα με το αρχικό επίπεδο ταχύτητας και το οδικό περιβάλλον. Ο Nilson (1982) καταγράφει μείωση του 30% ενώ οι Davies (2002) καταγράφουν μείωση της τάξης του 16-24% στα ατυχήματα, εάν το όριο μειωθεί από τα 130 στα 110 χλμ/ώρα.

Οι υψηλές ταχύτητες μειώνουν τη δυνατότητα έγκαιρης **απόκρισης** όταν αυτό κριθεί απαραίτητο. Οι άνθρωποι χρειάζονται χρόνο για να επεξεργαστούν πληροφορίες, να αποφασίσουν αν θα αντιδράσουν ή όχι και, τελικά, να εκτελέσουν μια **αντίδραση**. Σε υψηλή ταχύτητα η απόσταση που διανύθηκε είναι μεγαλύτερη. Σε υψηλότερες ταχύτητες η απόσταση μεταξύ της έναρξης του φρεναρίσματος και της πλήρους στάσης είναι επίσης μεγαλύτερη. Η απόσταση πέδησης είναι ανάλογη του τετραγώνου της ταχύτητας (V^2).

Επομένως, η πιθανότητα αποφυγής **σύγκρουσης** γίνεται μικρότερη καθώς αυξάνεται η ταχύτητα. Αυτό φαίνεται καλά σε ένα ευρύ μέσο επίπεδο από τους Finch et al. (1994): “Η αύξηση της ταχύτητας κατά 1 km/h έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των **ατυχημάτων** κατά 3%.” Στην πράξη η σχέση είναι πιο περίπλοκη. Η ακριβής σχέση εξαρτάται μεταξύ πολλών άλλων από το αρχικό επίπεδο ταχύτητας και το οδικό περιβάλλον: “Όσο μεγαλύτερη είναι η αύξηση της ταχύτητας, τόσο πιο αιφνίδια είναι η αύξηση του κινδύνου ατυχήματος”.

Αρκετές πρόσφατες αναλύσεις της σχέσης **ταχύτητας-ατυχήματος** (Cameron&Elvik, 2010, Elvik, 2013) διαπίστωσαν ότι η ακριβής σχέση μεταξύ ταχύτητας και κινδύνου ατυχήματος εξαρτάται από την αρχική ταχύτητα. Αυτό υποδηλώνει ότι η σχέση μεταξύ **ταχύτητας και ατυχημάτων** μπορεί να περιγραφεί καλύτερα μέσα από μια εκθετική συνάρτηση. Δεδομένης μιας συγκεκριμένης σχετικής αλλαγής στην ταχύτητα, τα αποτελέσματα είναι μικρότερα όταν η αρχική ταχύτητα είναι χαμηλότερη. Για παράδειγμα, η μείωση της μέσης ταχύτητας κατά 10% θα φέρει μικρότερο αποτέλεσμα στην περίπτωση που το όχημα μειώσει την ταχύτητά του από τα 50 σε 45 km/h από ό,τι αν η μείωση γινόταν από 100 σε 90 km/h (Elvik, 2013). Με απόλυτη έννοια, αν οι οδηγοί προβούν για παράδειγμα σε **μείωση** της μέσης ταχύτητας κατά 10 km/h, τότε η μείωση της ταχύτητας θα έχει ως αποτέλεσμα συγκρίσιμη μείωση του αριθμού των **ατυχημάτων** ανεξάρτητα από την αρχική ταχύτητα ().

2. 2. 2. Μεγαλύτερες Ταχύτητες: Πιο Σοβαρός Τραυματισμός

Οι **επιπτώσεις** στην οδική ασφάλεια από τις αλλαγές ταχύτητας σχετίζονται άμεσα με την αλλαγή της κινητικής ενέργειας που απελευθερώθηκε σε σύγκρουση. Ο Nilsson υποστήριξε ότι το ποσοστό **ατυχημάτων** σοβαρών τραυματισμών θα επηρεαζόταν περισσότερο από μια αλλαγή στην ταχύτητα από το συνολικό ποσοστό ατυχημάτων. Με βάση τα εμπειρικά δεδομένα των επιπτώσεων στα ατυχήματα ύστερα από αλλαγή ορίου ταχύτητας στους σουηδικούς δρόμους, αύξησε την ισχύ της λειτουργίας για τον υπολογισμό του αριθμού των σοβαρών **τραυματισμών** (I) και των θανατηφόρων ατυχημάτων (F) αντίστοιχα. Τα περισσότερα από τα εμπειρικά δεδομένα σχετίζονται με τις αλλαγές της ταχύτητας σε **αυτοκινητόδρομους** και **αγροτικούς δρόμους** και φάνηκε ότι έχει πολύ καλή συσχέτιση με αυτές τις γενικές σχέσεις (Nilsson, 2004, Elvik, Christensen&Amundsen, 2004).

Ορισμένες μελέτες συμπέραναν τη μείωση των ποσοστών ατυχημάτων για πάνω από 50% όταν το όριο ταχύτητας μειώθηκε από 130 σε 110, ενώ άλλες κυμαίνονται από 16% έως 24%. Σε μια περίπτωση στην Ουγγαρία, την 1η Μαΐου 2001, **τα όρια ταχύτητας** εκτός των κατοικημένων περιοχών αυξήθηκαν από 120 km/h σε 130 km/h στους αυτοκινητόδρομους. Με άλλα λόγια για να αναλυθούν και να απομονωθούν τα αποτελέσματα της παρέμβασης, όσον αφορά στα οδικά ατυχήματα, το μοντέλο **ARIMA** και η μέθοδος εποχικής αποσύνθεσης (Brockwell and Davies, 2002 και Makridakis et al. , 1998) χρησιμοποιήθηκαν για να αντισταθμίσουν τις επιπτώσεις των ακραίων καιρικών συνθηκών και να διαφοροποιήσουν τον προβλεπόμενο και τον

παρατηρούμενο αριθμό **θανάτων**. Ο αρνητικός αντίκτυπος στην οδική ασφάλεια παρατηρήθηκε αμέσως μετά τη θέσπιση του μέτρου (2002). Ο αριθμός των **θανάτων** αυξήθηκε στο 20% περισσότερο και η μέση ελεύθερη ταχύτητα των μηχανοκίνητων οχημάτων αυξήθηκε κατά 2,1 km/h (OECD, 2018) ενώ τα θανατηφόρα ατυχήματα μειώθηκαν κατά 16% όταν η μείωση ήταν από τα 130 στα 120 χλμ/ώρα. Σε αντίστοιχη έρευνα του Farmer (2016) η μείωση του ορίου ταχύτητας σε 110km/h από 130 σε αυτοκινητόδρομους είχε ως αποτέλεσμα -34% στον αριθμό των θανάτων.

2.3 Κυκλοφορία

Όπως φαίνεται στην προηγούμενη παράγραφο, οι αλλαγές στα όρια ταχύτητας είναι πιθανό να επιτύχουν τον σκοπό τους οδηγώντας τις ταχύτητες κυκλοφορίας προς μια συγκεκριμένη προβλεπόμενη κατεύθυνση. Κατά συνέπεια, αναμένεται ότι η **ταχύτητα** ταξιδιού θα αυξηθεί ή θα μειωθεί ως αποτέλεσμα κατάλληλων αλλαγών στα **όρια** ταχύτητας. Επιπλέον, ενδέχεται να υπάρξουν αλλαγές στη ροή της κυκλοφορίας. Οι αλλαγές στα όρια ταχύτητας ενδέχεται να καταστήσουν την κυκλοφορία περισσότερο ή λιγότερο ομοιογενή. Και οι δύο αυτοί παράγοντες έχουν ήδη συζητηθεί σε πρώιμες αναλύσεις οδικών **ατυχημάτων**, οι οποίες δημιούργησαν δύο ρεύματα σκέψης. Ο Lave (1985) τα ονομάζει "speedkills" και "variancekills".

Οι διάφορες έρευνες που θα παρουσιαστούν προσπάθησαν να εξετάσουν τις επιπτώσεις της μείωσης των ταχυτήτων στους αυτοκινητοδρόμους στην κατανάλωση καυσίμου, τα ατυχήματα, τους τραυματισμούς και τον χρόνο διαδρομής. Τα ευρήματα ποικίλουν ανάλογα με την έρευνα, αλλά γενικά, η μείωση της ταχύτητας από 130 χιλιόμετρα την ώρα σε 110 χιλιόμετρα την ώρα στους αυτοκινητοδρόμους φαίνεται να έχει θετικές επιπτώσεις στη μείωση της κατανάλωσης καυσίμου και των ατυχημάτων, με έρευνες που δείχνουν μειώσεις από 12% έως 24% στην κατανάλωση καυσίμου και από 16% έως 34% στους θανάτους. Ωστόσο, η μείωση της ταχύτητας αυξάνει συνήθως τον χρόνο διαδρομής, με ορισμένες έρευνες να δείχνουν αύξηση έως και 32% (Kimpton, 2017). Τα ακριβή ποσοστά μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με τις συνθήκες και τον τύπο του αυτοκινητοδρόμου.

2.4 Κατανάλωση Καυσίμου και περιβάλλον

Με βάση μια προσομοίωση, η μείωση των ορίων ταχύτητας στον αυτοκινητόδρομο από 130 σε 110 km/h θα μπορούσε να προσφέρει **εξοικονόμηση καυσίμου** για επιβατικά αυτοκίνητα τρέχουσας τεχνολογίας κατά 12–18% (Duarte et al., 2016), με την προϋπόθεση ομαλή οδήγηση και 100% συμμόρφωση με τα **όρια ταχύτητας**. Σημαντική εξοικονόμηση καυσίμου μπορεί να επιτευχθεί με την ενθάρρυνση των οδηγών να διατηρήσουν σταθερή ταχύτητα και να περιορίσουν την ταχύτητά τους (οικολογική οδήγηση), μεταξύ άλλων μέσω της αποτελεσματικής επιβολής των ορίων ταχύτητας από 130 χλμ/ώρα σε 120, με αποτέλεσμα την μείωση 16-24% της κατανάλωσης καυσίμου (Γαλλικό Υπουργείο Μεταφορών, 2019).

Ο καθορισμός ορίου ταχύτητας αφορά την εξισορρόπηση τριών βασικών προτεραιοτήτων: **κινητικότητα, ασφάλεια και περιβάλλον**. Παράγοντες όπως η εξάρτηση της Ευρώπης από τις εισαγωγές καυσίμων, οι ανησυχίες για τη διαρκή προμήθεια πετρελαίου και η καλύτερη περιβαλλοντική κατανόηση ενθαρρύνουν τις κυβερνήσεις να επανεξετάσουν τις αποφάσεις τους για τα όρια ταχύτητας και να εργαστούν για να βρουν μια νέα βέλτιστη ισορροπία.

Οι μεταφορές είναι ο μόνος τομέας του οποίου οι **εκπομπές θερμοκηπίου** αυξήθηκαν μεταξύ 1990 και 2008. Η συνολική παραγωγή αερίων του θερμοκηπίου των μεταφορών αυξήθηκε κατά 25% στις 32 χώρες μέλη του ΕΟΧ (εξαιρουμένων των διεθνών θαλάσσιων και αεροπορικών τομέων), αντιπροσωπεύοντας το 19,5 % των συνολικών εκπομπών. Η διαδικασία **καύσης** για τη κίνηση κάθε οχήματος που λειτουργεί με ορυκτά καύσιμα, παράγει **ρυπογόνες εκπομπές**. Αυτές οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου (GHG) και οι ατμοσφαιρικοί ρύποι αποτελούν από κοινού την τρίτη σημαντική κατηγορία επιπτώσεων. Σύμφωνα με τη νομοθεσία της Ε. Ε. για τις μεταφορές, υπάρχουν τέσσερεις ελεγχόμενοι ρύποι τους οποίους ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος (ΕΟΠ) απαριθμεί ως εξής:

1. **Διοξείδιο του άνθρακα (CO₂)**

2. **Υδρογονάνθρακες (HC)**

3. **Σωματίδια (PM)**

4. **Οξείδια του αζώτου (NO_x)**

Με εξαίρεση τα PM, το μεγαλύτερο μερίδιο των εκπομπών που αναφέρονται παραπάνω προέρχεται από τις εκπομπές καυσαερίων (βλ. European Environment Agency, 2016, σ. 9 επ.). Επομένως, εάν τα **όρια ταχύτητας** πρόκειται να επηρεάσουν τις ταχύτητες και τις συνθήκες οδήγησης, οι οποίες κατά συνέπεια θα αλλάξουν την **κατανάλωση καυσίμου**, αυτές οι εκπομπές θα επηρεαστούν επίσης από τις αλλαγές των ορίων ταχύτητας.

Η ιδέα της χρήσης αυστηρότερων **ορίων ταχύτητας** για τη **μείωση** των ταχυτήτων ταξιδιού στους αυτοκινητόδρομους και κατά συνέπεια τη μείωση της κατανάλωσης καυσίμου και των εκπομπών ρύπων από τις μεταφορές, έχει λάβει μεγάλη προσοχή πρόσφατα. Τα τρέχοντα όρια ταχύτητας διαφέρουν μεταξύ των κρατών μελών της Ε. Ε. και η αρμοδιότητα για τον καθορισμό τους εναπόκειται γενικά στις εθνικές κυβερνήσεις. Ορισμένες χώρες εφαρμόζουν επίσης **μεταβλητά όρια** ταχύτητας που σχετίζονται με την κυκλοφορία και τις καιρικές συνθήκες. Για αυτούς τους λόγους δεν είναι δυνατό να προσομοιωθούν τα ακριβή αποτελέσματα ενός **περιορισμού ταχύτητας** σε όλα τα κράτη μέλη της Ε. Ε. Επιπλέον, τα πραγματικά οφέλη κατανάλωσης καυσίμου από τα χαμηλότερα όρια ταχύτητας εξαρτώνται από παράγοντες όπως ο τύπος των αυτοκινήτων που χρησιμοποιούν τους αυτοκινητόδρομους, τα μοτίβα οδήγησης, η συχνότητα **υπερβολικής ταχύτητας**, τα πρότυπα

φορτίου στο δρόμο και η συμφόρηση. Η εκτίμηση των πλεονεκτημάτων δεν είναι απλή, αλλά αυτή η σημείωση στοχεύει να μεταφέρει τα κύρια μηνύματα σχετικά με τη σχέση μεταξύ ταχύτητας και κατανάλωσης καυσίμου.

Για τους σκοπούς αυτής της σημείωσης, η EMISIA (EPA, 2020) διεξήγαγε μια προσομοίωση τριών κύκλων οδήγησης προκειμένου να προσομοιώσει τον αντίκτυπο στην κατανάλωση καυσίμου από τη μείωση ενός ορίου ταχύτητας **αυτοκινητόδρομου**, από 130 σε 120 km/h. Στην προσομοίωση χρησιμοποιήθηκαν δύο οχήματα μεσαίας κατηγορίας, αντιπροσωπευτικά των τυπικών επιβατικών αυτοκινήτων ντίζελ και βενζίνης που χρησιμοποιούνται στις ευρωπαϊκές χώρες (πρότυπο εκπομπών Euro 4 1,4 λίτρων)

Οι τρεις προσομοιωμένοι κύκλοι ήταν οι εξής (όπως αναφέρεται στο Duarte et al, 2016):

α) **ARTEMIS 130**: τυπικός κύκλος οδήγησης που υποθέτει όριο ταχύτητας 120 km/h, το οποίο δεν τηρείται πλήρως, πράγμα που σημαίνει ότι υπάρχει κάποια υπέρβαση ταχύτητας.

β) **Όριο ταχύτητας 110 km/h**: κύκλος οδήγησης με την προϋπόθεση ότι όλοι οι οδηγοί τηρούν πλήρως το όριο ταχύτητας και ότι τα οχήματα οδηγούνται πολύ ομαλά στο όριο ταχύτητας. Αυτή είναι μια τεχνητή κατάσταση, αλλά μπορεί να υποδείξει τα μέγιστα πιθανά αποτελέσματα της επιβολής ενός νέου **ορίου ταχύτητας**.

γ) **ARTEMIS 120**: παρόμοιες υποθέσεις με το ARTEMIS 130 και λαμβάνοντας υπόψη ότι η μείωση του ορίου ταχύτητας από 120 km/h σε 110 km/h θα μειώσει επίσης την ταχύτητα ταξιδιού κατά 10 km/h. Ως κύκλος ARTEMIS 130, θεωρείται ότι το όριο ταχύτητας των 110 km/h δεν τηρείται πλήρως και ότι υπάρχει κάποια υπέρβαση ταχύτητας.

Η προσομοίωση αποκαλύπτει ότι η μετάβαση από τον κύκλο ARTEMIS 130 στην πλήρη τήρηση του ορίου ταχύτητας και τον **έλεγχο της ταχύτητας** στα 110 km/h θα προκαλούσε σημαντική πτώση στην κατανάλωση καυσίμου — 12 % στην περίπτωση ενός πετρελαιοκίνητου αυτοκινήτου και 18 % στην περίπτωση ένα αυτοκίνητο βενζίνης. Η μείωση της ταχύτητας στο παραπάνω εύρος έχει **ευεργετική επίδραση** σε όλους τους ρύπους εκτός από το CO (στην περίπτωση των πετρελαιοκίνητων οχημάτων) και τα NOx (στην περίπτωση των βενζινοκίνητων οχημάτων). Μια άλλη μελέτη ανακάλυψε διαφορά 16-24% στην **κατανάλωση καυσίμου** όταν το **όριο ταχύτητας** άλλαξε από 130 σε 110 km/h (CGSP, 2013).

Η Ομοσπονδιακή Υπηρεσία Περιβάλλοντος (UBA) πιστεύει ότι οι εκπομπές CO₂ μπορούν να μειωθούν σημαντικά με ένα γενικό όριο ταχύτητας στους αυτοκινητόδρομους. Με τελική ταχύτητα 120 km/h, οι υπολογισμοί δείχνουν ότι είναι δυνατή η εξοικονόμηση CO₂ κατά 6,6%. Αυτό θα συνεπαγόταν εξοικονόμηση 2,6 εκατομμυρίων τόνων αερίων θερμοκηπίου ετησίως, μόνο με

τον περιορισμό της μέγιστης ταχύτητας στα 120 km/h. (Folgerø et al. 2017). Στα αποτελέσματα παλινδρόμησής τους, δεν βρίσκουν ασυνέχεια σε κανέναν από τους **ρύπους**, κάτι που δεν δείχνει καμία επίδραση από το μέτρο. Σε ορισμένες περιπτώσεις οι εκτιμήσεις τους είναι ακόμη και **θετικές** αλλά ασήμαντες (βλ. Folgerø et al., 2017, σ. 17 επ.).

Για την αύξηση του **ορίου ταχύτητας** των 10 μιλίων/ώρα, η οποία ορίζει τους σταθμούς επεξεργασίας ως εκείνους που βρίσκονται σε γειτνίαση 3 μιλίων γύρω από τους **αυτοκινητόδρομους**, βρίσκει αυξήσεις 23% για το CO, 15% για το NO₂ και 11% για το O₃, αλλά καμία επίδραση στα PM₁₀. Το τελευταίο αποτέλεσμα επιβεβαίωσε τις προσδοκίες του, για τις οποίες υποστηρίζει ότι ένα μεγάλο μέρος των PM₁₀ εκπέμπεται από φορτηγά ντίζελ που δεν επηρεάστηκαν από την πολιτική (βλ. vanBenthen, 2015, σ. 55). Αυτό επιβεβαιώνεται και από πρόσφατη έρευνα του Γαλλικού Υπουργείου Μεταφορών (2019) όπου η μείωση του ορίου ταχύτητας σε 120km/h από 130 σε αυτοκινητόδρομους επιφέρει 16-24% μείωση της κατανάλωσης καυσίμου.

2.5 Χρόνος Ταξιδιού

Οι υψηλές ταχύτητες και οι μεγάλες διακυμάνσεις ταχύτητας έχουν επίσης αρνητική επίδραση στην οδική ασφάλεια. Ως εκ τούτου, όσον αφορά στη **διαχείριση της ταχύτητας**, οι στόχοι **οδικής ασφάλειας** και οι **περιβαλλοντικοί στόχοι** έχουν πολλά κοινά. Η συνεργασία μεταξύ οδικής ασφάλειας και περιβαλλοντικών οργανώσεων μπορεί να αυξήσει την πολιτική και δημόσια αποδοχή των μέτρων διαχείρισης της ταχύτητας.

Ωστόσο, η μείωση της ταχύτητας αυξάνει συνήθως τον **χρόνο ταξιδιού**. Δεν πρέπει να ξεχνιέται ότι ο χρόνος είναι ένας σπάνιος πόρος και ως τέτοιος έχει σημαντική αξία. Καταρχήν, οι υψηλότερες ταχύτητες έχουν ως αποτέλεσμα τη **μείωση του χρόνου ταξιδιού**. Ωστόσο, οι υψηλότερες ταχύτητες οδηγούν σε περισσότερα ατυχήματα και τα ατυχήματα αποτελούν σημαντική **αιτία συμφόρησης**. Μια σουηδική μελέτη (Nillson, 1982) διαπίστωσε ότι η μείωση ταχύτητας από 130 έως 110 km/h οδήγησε σε μείωση του ποσοστού ατυχημάτων κατά 30% αλλά μία άλλη υποστήριξε ότι η **αύξηση του χρόνου διαδρομής** ήταν 20% (Khodaker&Kattan, 2015).

Οι μετρήσεις ταχύτητας που πραγματοποιήθηκαν σε συνδυασμό με τις διάφορες δοκιμές, έδειξαν ότι η **μείωση του ορίου ταχύτητας** απέδωσε μέση **μείωση της ταχύτητας** 20 km/h με +18% στον χρόνο ταξιδιού, για μία άλλη έρευνα (European Environmental Agency, 2016). Αντίστοιχα, οι Khodaker&Kattan (2015) βρήκαν αύξηση του χρόνου ταξιδιού της τάξης του 20% ενώ ο Kimpton (2017) βρήκε αύξηση 30-32%. Ωστόσο, πιο πρόσφατες μελέτες διαπιστώνουν ότι ιδίως σε μικρά ταξίδια, το αντιληπτό κέρδος χρόνου είναι πολύ μεγαλύτερο από το αντικειμενικό **κέρδος χρόνου**, το οποίο είναι στην πραγματικότητα μόνο οριακό (European Environmental Agency, 2016) αλλά κάποιες άλλες έρευνες διαφωνούν, υποστηρίζοντας ότι υπάρχει έως και

32% **αύξηση στον χρόνο ταξιδιού** όταν το **όριο ταχύτητας** μειώνεται από 130 χλμ/ώρα σε 110 χλμ/ώρα.

2.6 Σύνοψη αποτελεσμάτων βιβλιογραφικής ανασκόπησης

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα της βιβλιογραφίας σχετικά με την μεταβολή των ατυχημάτων, της κατανάλωσης καυσίμου και του χρόνου διαδρομής όταν το όριο ταχύτητας μεταβάλλεται από 130 σε 120 και 110 χλμ/ώρα. Συνοπτικά, παρουσιάζεται ότι υπάρχει **μείωση** από 12% έως και 24% στην **κατανάλωση** καυσίμου όταν το **όριο ταχύτητας** μειώνεται από 130 σε 110 χλμ/ώρα. Αντίστοιχα, υπάρχει μείωση από 16% έως 30% στα ατυχήματα με ελαφρείς τραυματισμούς ενώ καταγράφεται μείωση από 15 έως 34% σε ατυχήματα με θανάτους όταν το όριο ταχύτητας μειώνεται από 130 σε 110 χλμ/ώρα. Επιπλέον, καταγράφεται μείωση από 16% έως 29% σε ατυχήματα με θανάτους όταν το όριο μειώνεται από 130 σε 120 χλμ/ώρα. Τέλος, καταγράφεται **αύξηση** από 18% έως 32% του χρόνου διαδρομής όταν το όριο ταχύτητας μειώνεται από 130 σε 110 χλμ/ώρα, ενώ καταγράφεται αύξηση 11% όταν υπάρχει μείωση από 130 σε 120 χλμ/ώρα.

Κατανάλωση καυσίμου		
	Μείωση σε 110km/h από 130 σε αυτοκινητόδρομους	Μείωση σε 120km/h από 130 σε αυτοκινητόδρομους
Duarte et al (2016)	— 12 %	-
CGSP, 2013	-16-24%	-
ARTEMIS 120, 2016	12-18%	12-18%
Γαλλικό Υπουργείο Μεταφορών (2019)	-	16-24%
Ατυχήματα		
Ελαφρείς Τραυματισμοί		
	Μείωση σε 110km/h από 130 σε αυτοκινητόδρομους	Μείωση σε 120km/h από 130 σε αυτοκινητόδρομους
Nillson, 1982	-30%	-
Brockwell and Davies, 2002	16%-24%	-
-	-	-
-	-	-
Θάνατοι		
	Μείωση σε 110km/h από 130 σε αυτοκινητόδρομους	Μείωση σε 120km/h από 130 σε αυτοκινητόδρομους
Makridakis et al. , 1998	-20%	-
Farmer, 2016	-34%	-
Bentham, 2015	-26%	-
OECD 2018	15-16%	-
OECD 2018	21-24%	16%
Kimpton (2017)	-	29%
Χρόνος διαδρομής		
	Μείωση σε 110km/h από 130 σε αυτοκινητόδρομους	Μείωση σε 120km/h από 130 σε αυτοκινητόδρομους
European Environment Agency, 2016	+18%	+11%
Khodaker& Kattan (2015)	+ 20%	-
Kimpton (2017)	+30-32%	-

3 Θεωρητικό Υπόβαθρο

3.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο στο οποίο στηρίχθηκε η παρούσα Διπλωματική Εργασία. Συγκεκριμένα, θα γίνει αναφορά σε ορισμένες **θεμελιώδεις στατιστικές έννοιες** και στις δύο βασικές μεθόδους ανάλυσης που αξιοποιήθηκαν για την επεξεργασία των δεδομένων, δηλαδή στην **πολυωνυμική λογιστική παλινδρόμηση (multinomial logistic regression)** και στην **διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση (binary logistic regression)**. Τέλος, θα γίνει ανάλυση της μεθόδου με την οποία έγινε η συλλογή των δεδομένων και των κριτηρίων αποδοχής των παραπάνω μεθόδων στατιστικής ανάλυσης.

3.2 Βασικές έννοιες στατιστικής

Το σύνολο του οποίου τα στοιχεία μελετώνται στη στατιστική έρευνα ως προς ένα ή περισσότερα χαρακτηριστικά ονομάζεται **πληθυσμός (population)**. Ένας πληθυσμός είναι ένα σύνολο στοιχείων που είναι τελείως καθορισμένα και μπορεί να είναι πραγματικός ή θεωρητικός. Λόγω αδυναμίας εξέτασης του συνόλου του πληθυσμού, εξετάζεται ένα υποσύνολο το αποκαλούμενο δείγμα και αυτή η διαδικασία ονομάζεται δειγματοληψία ή δημοσκοπήση.

Τα χαρακτηριστικά που ενδιαφέρουν να μετρηθούν και να καταγραφούν σε ένα σύνολο ατόμων ορίζονται ως **μεταβλητές (variables)**. Οι μεταβλητές διακρίνονται σε δύο κατηγορίες. Οι **ποιοτικές μεταβλητές (qualitative variables)** όπου λαμβάνουν τιμές που κατηγοριοποιούν τον πληθυσμό σε κατηγορίες μη μετρήσιμες, όπως για παράδειγμα το φύλο και στις ποσοτικές μεταβλητές (**quantitative variables**) όπου λαμβάνουν αυστηρά αριθμητικές τιμές και χωρίζονται σε διακριτές όπως ο αριθμός τέκνων σε μια οικογένεια και συνεχείς, όπως ο μισθός. Σε μια διακριτή μεταβλητή η μικρότερη μη μηδενική διαφορά όπου μπορούν να έχουν δύο τιμές είναι σταθερή ποσότητα, ενώ σε μια συνεχή μεταβλητή δύο τιμές μπορούν να διαφέρουν κατά οποιαδήποτε μικρή ποσότητα. Ουσιαστικά, εάν μια μεταβλητή μπορεί να πάρει όλες τις τιμές σε ένα διάστημα θεωρείται συνεχής, διαφορετικά είναι διακριτή.

Για την αξιολόγηση της αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων της ανάλυσης χρησιμοποιήθηκαν δύο αντιστρόφως ανάλογα μέτρα αξιοπιστίας. Το **επίπεδο εμπιστοσύνης** υποδηλώνει το ποσοστό της πιθανότητας να είναι αληθής η εκτίμηση σε ένα καθορισμένο διάστημα εμπιστοσύνης. Η πιο διαδεδομένη χρήση επιπέδου εμπιστοσύνης είναι στο 95 τοις εκατό, κατά το οποίο υπάρχουν 95 τοις εκατό πιθανότητες η εκτίμηση που προέκυψε από την ανάλυση του δείγματος να είναι αξιόπιστη. Το **επίπεδο σημαντικότητας** υποδηλώνει το ποσοστό της πιθανότητας να είναι εσφαλμένη η εκτίμηση, οπότε για επίπεδο σημαντικότητας 5 τοις εκατό, η εκτίμηση μακροπρόθεσμα θα είναι λανθασμένη 5 τοις εκατό των φορές.

Ο συντελεστής συσχέτισης (**correlation coefficient**) ρ εκφράζει τον βαθμό και τον τρόπο που δύο τυχαίες μεταβλητές συσχετίζονται. Οι τιμές που λαμβάνει είναι στο διάστημα $[-1,1]$. Τιμές κοντά στο «1» δηλώνουν ισχυρή θετική συσχέτιση, ενώ τιμές κοντά στο «-1» δηλώνουν ισχυρή αρνητική συσχέτιση και τιμές κοντά στο 0

δηλώνουν γραμμική ανεξαρτησία μεταξύ των δύο μεταβλητών. Στο μοντέλο της λογιστικής **παλινδρόμησης** που εφαρμόζεται, είναι αναγκαίο οι ανεξάρτητες τυχαίες μεταβλητές να μην εμφανίζουν συσχέτιση μεταξύ τους (correlation), καθώς αν δύο μεταβλητές είναι 23 μεταξύ τους συσχετισμένες, έχουν δηλαδή correlation μεγαλύτερο από 0,5 ή -0,5 (στην παρούσα Διπλωματική Εργασία), δυσκολεύει την εύρεση ακρίβειας της επιρροής τους στο μοντέλο.

3.3 Μέθοδοι δεδηλωμένης και αποκαλυπτόμενης προτίμησης

Στα πλαίσια της καταγραφής των απόψεων του κοινού χρησιμοποιούνται ουσιαστικά δύο τεχνικές: η **μέθοδος δεδηλωμένης προτίμησης (stated preference)** και η **μέθοδος αποκαλυπτόμενης προτίμησης (revealed preference)**.

Η **μέθοδος της δεδηλωμένης προτίμησης** χρησιμεύει για την καταγραφή των προτιμήσεων ενός τμήματος του πληθυσμού αναφορικά με κάποιο ζήτημα και την ανάπτυξη ενός μαθηματικού μοντέλου για την περιγραφή αυτών των προτιμήσεων. Λειτουργεί βέλτιστα για μια μελλοντική υποθετική κατάσταση, η οποία δεν έχει εφαρμοστεί ακόμη. Η συγκεκριμένη μέθοδος χρησιμοποιείται ευρέως σε συγκοινωνιακές εφαρμογές και συγκεκριμένα σε τομείς αξιολόγησης προτιμήσεων, ανάλυσης ζήτησης, και μελλοντικής πρόβλεψης.

Η πιο διαδεδομένη και εύκολη μέθοδος πλέον για τη συλλογή των στοιχείων είναι το **ερωτηματολόγιο** (Bates, 1988). Η διατύπωση, η έκταση και η μορφή του ερωτηματολογίου στηρίζονται στον ερευνητή και πρέπει να συνάδουν με το αντικείμενο και τους στόχους της έρευνας. Η συγκεκριμένη μέθοδος παρουσιάζει αρκετά **πλεονεκτήματα**. Αρχικά, είναι εύκολο να ελεγχθεί αφού ο ερευνητής είναι εκείνος που ορίζει τις συνθήκες που αξιολογούν οι ερωτηθέντες. Επίσης, είναι αρκετά ευέλικτη, καθώς δίνει την δυνατότητα αντιμετώπισης ενός μεγάλου εύρους μεταβλητών. Τέλος, η εφαρμογή της δεν απαιτεί μεγάλο κόστος, καθώς κάθε άτομο προσφέρει πολλαπλές παρατηρήσεις για παραλλαγές στις επεξηγηματικές μεταβλητές που ενδιαφέρουν τον ερευνητή.

Βέβαια, η μέθοδος δεδηλωμένης προτίμησης χαρακτηρίζεται από ένα σημαντικό **μειονέκτημα**, καθώς είναι πιθανό οι ερωτηθέντες να μην πράξουν αυτό το οποίο δήλωσαν. Για αυτό τον λόγο, τα αποτελέσματα σε έρευνες που στηρίζονται αποκλειστικά στη μέθοδο αυτή πρέπει να αξιολογούνται προσεκτικά. Ωστόσο, οι περισσότερες εφαρμογές της μεθόδου στη συγκοινωνιακή έρευνα έχουν σκοπό την εκτίμηση της σχετικής χρησιμότητας, αντί του υπολογισμού συγκεκριμένων τιμών (Robertset al, 1996). Σε αυτό το πλαίσιο οι μέθοδοι δεδηλωμένες προτίμησης έχουν αποδειχτεί ιδιαίτερα χρήσιμες και υπό αυτές τις συνθήκες, η όποια πιθανότητα για υπό ή υπερεκτιμήσεις δεν είναι σχετική.

Δεύτερη μέθοδος, η **μέθοδος της αποκαλυπτόμενης προτίμησης** καταγράφει τη συμπεριφορά και την άποψη του κοινού πάνω σε εναλλακτικές επιλογές που εφαρμόζονται ήδη και συνεπώς αποτελεί το καταλληλότερο εργαλείο για την εξαγωγή μοντέλων σχετικά με τη ζήτηση. Η συγκεκριμένη μέθοδος παρουσιάζει ορισμένα μειονεκτήματα (Kroes & Sheldon, 1998). Αρχικά, δεν διαθέτει επαρκή

ευελιξία των δεδομένων, κάτι που οδηγεί σε δυσκολία εξέτασης όλων των μεταβλητών που ενδιαφέρουν την έρευνα. Επιπλέον, εμφανίζει συχνά συσχέτιση μεταξύ επεξηγηματικών μεταβλητών, όπως είναι ο χρόνος ταξιδιού και το κόστος, κάτι που καθιστά δύσκολο τον υπολογισμό των συντελεστών του μαθηματικού μοντέλου. Κυρίως όμως, το γεγονός αδυναμίας εφαρμογής της για την εκτίμηση της ζήτησης σε καταστάσεις που δεν υφίστανται, την καθιστά αρκετά δυσπρόσιτη σε μελέτες στον τομέα της συγκοινωνιακής έρευνας. Για τους παραπάνω λόγους και συγκριτικά με την μέθοδο της **αποκαλυπτόμενης προτίμησης**, η μέθοδος της δεδηλωμένης προτίμησης αξιοποιείται κατά κύριο λόγο σε συγκοινωνιακές μελέτες και συγκεκριμένα επιλέχθηκε η χρήση της στα πλαίσια της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας.

3.4 Λογιστική Παλινδρόμηση

Το μοντέλο της λογιστικής παλινδρόμησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο στην ανάπτυξη του **διωνυμικού μοντέλου πρόβλεψης (binary model)**, όπου τα πιθανά ενδεχόμενα είναι δύο, όσο και για την ανάπτυξη προτύπου με περισσότερες εναλλακτικές επιλογές- **πολυωνυμικού μοντέλου πρόβλεψης (multinomial model)**. Η λειτουργία της μεθόδου είναι ίδια και για τις δύο περιπτώσεις. Στη συγκεκριμένη Διπλωματική Εργασία με το διωνυμικό μοντέλο αναλύονται οι ερωτήσεις: «Συμφωνείτε με τη μείωση του ορίου ταχύτητας από 130 χλμ/ώρα σε 120 χλμ/ώρα σε όλο το δίκτυο των αυτοκινητοδρόμων;» και «Συμφωνείτε με τη μείωση του ορίου ταχύτητας από 130 χλμ/ώρα σε 110 χλμ/ώρα σε όλο το δίκτυο των αυτοκινητοδρόμων;», με απαντήσεις «Ναι» ή «Όχι» και με το πολυωνυμικό πρότυπο αναλύονται τα σενάρια, όπου οι επιλογές είναι : «Μείωση σε 120 χλμ/ώρα με εξαιρέσεις», «Μείωση σε 110 χλμ/ώρα σε όλο το αστικό δίκτυο», «Καμία Μείωση».

Με βάση το μοντέλο της **λογιστικής παλινδρόμησης** αναπτύσσεται ένα μαθηματικό πρότυπο που δίνει μια γραμμική συνάρτηση χρησιμότητας του εν λόγω γεγονότος σε σχέση με τα χαρακτηριστικά που το επηρεάζουν. Έπειτα, μέσω κατάλληλου μετασχηματισμού υπολογίζεται η πιθανότητα πραγματοποίησης αυτού του γεγονότος.

Η συνάρτηση χρησιμότητας της λογιστικής παλινδρόμησης δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$U_i = \alpha_0 + \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 + \dots + \alpha_n x_n$$

Όπου:

- U_i , η συνάρτηση χρησιμότητας του γεγονότος i
- $x_1 \dots x_n$, οι μεταβλητές του προβλήματος
- α_0 , ο σταθερός όρος ο οποίος δείχνει την επίδραση όλων εκείνων των παραγόντων που επηρεάζουν την επιλογή και δεν έχουν συμπεριληφθεί ως

μεταβλητές στο μαθηματικό πρότυπο.

- α1. . . αν, οι συντελεστές των μεταβλητών

Η πιθανότητα να πραγματοποιηθεί το γεγονός i δίνεται από τη σχέση: $P_i = \frac{e^{U_i}}{1 + e^{U_i}}$

Εύκολα προκύπτει ότι η πιθανότητα να μην πραγματοποιηθεί το γεγονός i δίνεται από τη σχέση $1 - P_i$.

Μια άλλη έννοια που αξίζει να αναλυθεί είναι αυτή του **λόγου πιθανοτήτων (oddsratio)**. Πρόκειται για ένα κλάσμα στον αριθμητή του οποίου βρίσκεται η πιθανότητα να συμβεί το γεγονός και στον παρονομαστή η πιθανότητα να μην συμβεί. Αν, λοιπόν, P ορίσουμε την πιθανότητα να συμβεί το γεγονός και $1 - P$ την πιθανότητα να μην συμβεί, τότε η αναλογία είναι $P/(1 - P)$. Αυτός ο λόγος χρησιμοποιείται κυρίως στη λογαριθμική της μορφή ως εξής:

$$\text{logit}(P) = \log_e \frac{P}{1 - P} = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_n x_n$$

Για παράδειγμα, τα odds να προκύψει 'κορώνα' στο ρίξιμο ενός νομίσματος είναι 0.5/0.5=1, αφού η πιθανότητα να έρθει 'κορώνα' είναι 50 τοις εκατό και η πιθανότητα να μην έρθει 'κορώνα' είναι 50 τοις εκατό. Γενικά ισχύει πως όταν $\text{odds} > 1$ οι πιθανότητες αυξάνονται, ενώ όταν $\text{odds} < 1$ οι πιθανότητες μειώνονται.

Κριτήρια Αποδοχής Μοντέλου

Για την **αξιολόγηση** ενός μαθηματικού προτύπου υπάρχουν ορισμένα κριτήρια όπως τα πρόσημα, οι τιμές των συντελεστών β_i της εκάστοτε εξίσωσης, η στατιστική σημαντικότητα, η ποιότητα του μοντέλου, καθώς και το σφάλμα της εξίσωσης.

3.4.1 Συντελεστές Εξίσωσης

Σχετικά με τους **συντελεστές της εξίσωσης** της λογιστικής παλινδρόμησης ως κριτήριο αποδοχής του μοντέλου απαιτείται λογική ερμηνεία των **προσήμων** τους. Αρχικά, εξετάζεται το πρόσημο. Θετικό πρόσημο του συντελεστή β_i συνεπάγεται αύξηση της εξαρτημένης μεταβλητής με την αύξηση της ανεξάρτητης. Αντιθέτως, αρνητικό πρόσημο δηλώνει μείωση της εξαρτημένης μεταβλητής με την αύξηση της ανεξάρτητης. Στη συνέχεια, θα πρέπει να ερμηνεύεται λογικά και **η τιμή του συντελεστή**, καθώς αύξηση της ανεξάρτητης μεταβλητής (x_i) κατά μία μονάδα οδηγεί σε αύξηση της εξαρτημένης μεταβλητής κατά β_i μονάδες. Στην περίπτωση που η αύξηση αυτή εκφράζεται σε ποσοστά τότε αναφερόμαστε στην ελαστικότητα (elasticity).

3.4.2 Ελαστικότητα

Η ελαστικότητα αποτελεί δείκτη ο οποίος υποδεικνύει την ευαισθησία της εξαρτημένης μεταβλητής Y στη μεταβολή μίας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών. Θεωρείται πιο σωστό να εκφραστεί η ευαισθησία ως ποσοστιαία

μεταβολή της εξαρτημένης μεταβλητής που προκαλεί 1% μεταβολή της ανεξάρτητης. Για γραμμικά μοντέλα και **συνεχείς μεταβλητές** η ελαστικότητα εκφράζεται ως εξής:

$$ei = (\Delta Yi / \Delta Xi) * (Xi / Yi) = \beta i * (Xi / Yi) \quad ei = \Delta Yi / \Delta Xi * Xi / Yi = \beta i * Xi / Yi$$

Για **διακριτές μεταβλητές** 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. Η ψευδοελαστικότητα υπολογίζεται μέσω της παρακάτω μαθηματικής σχέση:

Όπου:

$$E_{xink}^{P(i)} = e^{\beta ik} \frac{\sum_{l=1}^I e^{\beta lxn}}{\sum_{l=1}^I e^{\Delta(\beta lxn)}} - 1$$

- I, το πλήθος των πιθανών επιλογών
- xink, η τιμή της μεταβλητής k, για την εναλλακτική i, του ατόμου n
- Δ(βixn), η τιμή της συνάρτησης που καθορίζει την κάθε επιλογή αφού η τιμή της xnk έχει μεταβληθεί από 0 σε 1
- βixn, η αντίστοιχη τιμή όταν η xink έχει τιμή 0
- βik, η τιμή της παραμέτρου της μεταβλητής xnk

3.4.3 Στατιστική Σημαντικότητα

Ένας από τους σημαντικότερους ελέγχους για την αξιολόγηση του προτύπου είναι ο έλεγχος **t-test/ratio/stat** (κριτήριο t κατανομής Student). Μέσω του δείκτη t-stat προσδιορίζεται η στατιστική σημαντικότητα των ανεξάρτητων μεταβλητών, δηλαδή η επιλογή των μεταβλητών που θα συμπεριληφθούν στο τελικό πρότυπο. Ο t-ratio αναφέρεται σε καθεμιά από τις μεταβλητές ξεχωριστά. Ο δείκτης αυτός είναι στην ουσία το αποτέλεσμα της διαίρεσης της εκτιμώμενης για το συντελεστή τιμής δια της τυπικής απόκλισής της. Η τυπική απόκλιση είναι ένα μέγεθος που παρουσιάζει τη συνέπεια με την οποία έχει υπολογιστεί η τιμή του συγκεκριμένου συντελεστή. Ο συντελεστής t-stat εκφράζεται με την παρακάτω σχέση:

$$tstat = \beta i / s.$$

Όπου s. e το τυπικό σφάλμα (standarderror).

Από την παραπάνω σχέση προκύπτει ότι η μείωση του τυπικού σφάλματος επιφέρει αύξηση του συντελεστή t-stat και συνεπώς **αυξάνεται η επάρκεια** (efficiency). Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του t-stat κατά απόλυτη τιμή, τόσο μεγαλύτερη είναι και η επιρροή της συγκεκριμένης μεταβλητής στο τελικό αποτέλεσμα. Αν η επιρροή αυτή είναι σημαντική τότε η συγκεκριμένη μεταβλητή πρέπει να συμπεριληφθεί στην

ανάπτυξη του μαθηματικού προτύπου. Σε αντίθετη περίπτωση πρέπει να αποκλειστεί. Οι τιμές που μπορεί να πάρει κυμαίνονται από $-\infty$ έως $+\infty$. Στον πίνακα που παρατίθεται στη συνέχεια, παρουσιάζονται οι κρίσιμες τιμές του συντελεστή t-stat για το εκάστοτε επίπεδο εμπιστοσύνης.

Πίνακας 3. 1 : Τιμές του t-ratio ανάλογα με το βαθμό εμπιστοσύνης

Επίπεδο εμπιστοσύνης	Τιμές t-ratio
90%	1.282
95%	1.645
97.5%	1.960
99%	2.326
99.5%	2.576

Όπως φαίνεται και στον πίνακα, για **επίπεδο εμπιστοσύνης 95%**, οποιαδήποτε μεταβλητή έχει t-ratio πάνω από 1. 645 μπορεί να θεωρηθεί ότι έχει σημαντική επιρροή στο μοντέλο. Για να πραγματοποιηθεί με επιτυχία η μέθοδος της λογιστικής παλινδρόμησης (logistic regression) οι ανεξάρτητες μεταβλητές του προβλήματος οφείλουν να είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους, δηλαδή να μην υπάρχει μεταξύ τους **συσχέτιση (correlation)**. Αν δεν είναι ασυσχέτιστες, στη συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων, η διαδικασία οδηγείται σε αποτυχία με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η ανάπτυξη μαθηματικού προτύπου.

Αν τουλάχιστον ένας από τους συντελεστές αυτούς είναι ίσος με 1 ή -1 τότε οι αντίστοιχες μεταβλητές είναι απόλυτα συσχετισμένες μεταξύ τους, οπότε η διαδικασία ανάπτυξης **μαθηματικού προτύπου** καταλήγει σε αδιέξοδο, επειδή οι τιμές των μεταβλητών αυτών δεν παρέχουν ξεχωριστά στοιχεία για την ανάλυση. Αν δύο μεταβλητές, είναι μεταξύ τους συσχετισμένες δηλαδή έχουν correlation μεγαλύτερο από 0. 5, δεν μπορεί να βρεθεί με ακρίβεια η επιρροή τους στο μοντέλο.

Συντελεστής Προσαρμογής R²

Ο συντελεστής R² χρησιμοποιείται ως δείκτης αξιολόγησης της ποιότητας του προτύπου καθώς αποτελεί **κριτήριο καλής προσαρμογής των δεδομένων** στο γραμμικό μοντέλο και ορίζεται από τη σχέση:

$$R^2 = SSR/SST$$

Όπου:

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

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

Ο συντελεστής R2 εκφράζει το ποσοστό της μεταβλητότητας της μεταβλητής Y που εξηγείται από την μεταβλητή X, ενώ λαμβάνει τιμές από 0 έως και 1. Όσο πιο κοντά βρίσκεται η τιμή του R2 στη μονάδα, τόσο πιο ισχυρή είναι η γραμμική σχέση εξάρτησης των μεταβλητών Y και X. Στη συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων στην πράξη η τιμή αυτή δεν ξεπερνά το 0,45. Θα μπορούσε λοιπόν να θεωρήσει κανείς ως ικανοποιητική τιμή για το R2, οποιαδήποτε βρίσκεται από 0,20 και πάνω.

Για την αξιολόγηση των μοντέλων λογιστικής παλινδρόμησης εφαρμόζεται και ο στατιστικός **έλεγχος Hosmer-Lemeshowtest/ Pearson chi2** (Hosmer&Lemeshow, 2000), ο οποίος θεωρείται πιο αξιόπιστος από το συντελεστή R2 λόγω της πιθανής μη γραμμικότητας των αναλύσεων. Πολλές φορές εισάγεται ως σημαντικότητα του ελέγχου μία συγκεκριμένη τιμή την οποία ο έλεγχος πρέπει να υπερβεί, και για το επίπεδο εμπιστοσύνης 95% η τιμή ορίζεται στο 0,05.

3.4.4 Μέγιστη Πιθανοφάνεια

Η μέθοδος της μέγιστης πιθανοφάνειας (**LikelihoodRatioTest- LRT**) αποτελεί ένα κριτήριο για την εκτίμηση της στατιστικής εμπιστοσύνης των μεταβλητών ενός μοντέλου. Σκοπός είναι να επιτευχθεί υψηλή πιθανοφάνεια και αυτό μπορεί να συμβεί όταν ο λογάριθμος των συναρτήσεων πιθανοφάνειας L είναι όσο το δυνατόν μικρότερος. Μοντέλα με πολλές μεταβλητές αποδεικνύονται πιο σύνθετα και απαιτείται ένα κριτήριο, με το οποίο να αποφασίζεται εάν η μείωση του λογαρίθμου πιθανοφάνειας αντισταθμίζεται από την αύξηση της πολυπλοκότητας του μοντέλου.

$$LRT = -2(L_{(b)} - L_{(0)}) > \chi^2_{b0,05}$$

Αυτό το κριτήριο είναι το **κριτήριο λόγου πιθανοφάνειας (LRT)**, το οποίο δίνεται από τη σχέση:

Όπου:

- **L(0)**, το μέγεθος αυτό αποτελεί έναν απλό υπολογισμό της πιθανοφάνειας ενός προτύπου στο οποίο για κάθε παρατήρηση (στοιχείο της έρευνας πεδίου), όλες οι εναλλακτικές επιλογές έχουν την ίδια πιθανότητα να επιλεγούν.
- **L(b)**, το μέγεθος αυτό αποτελεί μια προσέγγιση της πιθανοφάνειας που θα προκύπτει από ένα πρότυπο στο οποίο όλες οι εναλλακτικές επιλογές εκτός από μία έχουν έναν εναλλακτικό καθορισμένο συντελεστή (alternatives pecific constant).
- Η τιμή του κριτηρίου χ^2 για b βαθμούς ελευθερίας σε επίπεδο σημαντικότητας 5%

Αν ισχύει η παραπάνω ανισότητα, τότε το μοντέλο με τις μεταβλητές είναι στατιστικά **προτιμότερο** από το μοντέλο χωρίς τις μεταβλητές.

Οι τιμές των παραπάνω μεγεθών εξεταζόμενες μεμονωμένα δεν δίνουν καμία ουσιαστική πληροφορία. Απεναντίας όμως συγκρινόμενες μεταξύ του και με τις αντίστοιχες τιμές άλλων δοκιμών, δίνουν μια γενική εικόνα για την **ποιότητα** του

συγκεκριμένου προτύπου.

3.4.5 ΤακριτήριαπληροφοριώνAIC καιBIC

Το **Akaike Information Criterion(AIC)** είναι ένας εκτιμητής της σχετικής ποιότητας των στατιστικών μοντέλων για ένα συγκεκριμένο σύνολο δεδομένων. Με δεδομένο ένα σύνολο μοντέλων που ερμηνεύουν κάποια δεδομένα, το AIC υπολογίζει την ποιότητα του κάθε μοντέλου σε σχέση με τα υπόλοιπα μοντέλα. Έτσι το AIC παρέχει ένα μέσο για την επιλογή του μοντέλου που ερμηνεύει καλύτερα τα εκάστοτε δεδομένα.

Το **Bayesian Information Criterion(BIC)** είναι ένα κριτήριο για την επιλογή μοντέλου μεταξύ ενός πεπερασμένου συνόλου μοντέλων. Κατά κανόνα, προτιμάται το μοντέλο με το χαμηλότερο BIC. Βασίζεται, εν μέρει, στη συνάρτηση πιθανοφάνειας και σχετίζεται στενά με το κριτήριο πληροφόρησης Akaike (AIC). Κατά την τοποθέτηση μοντέλων, είναι δυνατό να αυξηθεί η πιθανοφάνεια με την προσθήκη παραμέτρων, αλλά κάτι τέτοιο μπορεί να οδηγήσει σε υπερβολική ποσότητα παραμέτρων.

Τόσο η BIC όσο και η AIC προσπαθούν να επιλύσουν αυτό το πρόβλημα εισάγοντας μια ποινή για τον αριθμό των παραμέτρων στο μοντέλο. Η ποινή αυτή είναι **μεγαλύτερη** σε BIC από ό, τι στο AIC.

3.5 ΘεωρίαΣτοχαστικήςΧρησιμότητας-ΣυνάρτησηΧρησιμότητας

Στο πλαίσιο μιας έρευνας δεδομένης προτίμησης τα πρότυπα των διακριτών επιλογών είναι εξατομικευμένα πρότυπα (disaggregate models), αφού εξετάζονται οι προτιμήσεις μεμονωμένων ατόμων και όχι πληθυσμού, σε σχέση με τα χαρακτηριστικά των ατόμων και των εναλλακτικών επιλογών. Το σύνολο στο οποίο περιλαμβάνονται όλες οι δυνατές διακριτές επιλογές ονομάζεται **σύνολο επιλογών (choice set)** και αποτελείται από πεπερασμένο αριθμό εναλλακτικών. Τα σύνολα επιλογών διαχωρίζονται σε καθολικά (universal choice set), τα οποία περιέχουν όλες τις δυνατές εναλλακτικές, και τα μειωμένα σύνολα (reduced choice set) που έχουν μόνο τις εναλλακτικές που είναι διαθέσιμες για κάθε άτομο.

Ως **συνάρτηση χρησιμότητας** ορίζεται ένα μαθηματικό μοντέλο που περιγράφει την ικανοποίηση του κάθε ατόμου από τα χαρακτηριστικά της εκάστοτε εναλλακτικής επιλογής. Για κάθε εναλλακτική i του συνόλου επιλογών C_n , ορίζεται μια συνάρτηση χρησιμότητα του ατόμου n ως εξής:

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

Όπου:

- $V_{in}=\beta_i X_{in}$, β_i το διάνυσμα των συντελεστών και X_{in} το διάνυσμα των τιμών των μεταβλητών.

- ειη,το στοχαστικό μέρος της χρησιμότητας της εναλλακτικής.

Η πιθανότητα επιλογής της κάθε εναλλακτικής υπολογίζεται ως εξής:

$$P(\text{Choice1}) = \exp(U_choice1) / [1 + \exp(U_choice1) + \exp(U_choice2)]$$

Βασική προϋπόθεση της θεωρίας της στοχαστικής χρησιμότητας αφορά στο γεγονός ότι τα σφάλματα ειη του συνόλου των επιλογών είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους και ακολουθούν μία κοινή κατανομή. Ανάλογα με τη μορφή της κατανομής προκύπτουν και διάφορες μορφές της εξίσωσης της πιθανότητας. Η πιο συνηθισμένη παραδοχή είναι ότι τα σφάλματα ακολουθούν την **κανονική κατανομή** ή την κατανομή Gumbel, οπότε προκύπτουν και τα δύο πιο διαδεδομένα πρότυπα διακριτών επιλογών: τα πιθανοτικά (probit) και τα λογιστικά (logit) πρότυπα, αντίστοιχα.

4 Συλλογή και Επεξεργασία Δεδομένων

4.1 Εισαγωγή

Σχετικά με την υλοποίηση των αναλύσεων των κοστών - ωφελειών και στατιστικών των ενδεχόμενων μέτρων **μείωσης του ανώτατου ορίου ταχύτητας** στους ελληνικούς αυτοκινητόδρομους, στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής εργασίας κρίνεται απαραίτητο να συλλεχθούν στοιχεία για να αναλυθεί το θέμα. Αποφασίστηκε κατά την **συλλογή δεδομένων** να δοθεί σε ένα ευρύ κοινό ένα ειδικά σχεδιασμένο ερωτηματολόγιο, τα δεδομένα του οποίου αναλύθηκαν στατιστικά ώστε να εξεταστεί το βασικό ερευνητικό ερώτημα.

4.2 Συλλογή Δεδομένων

4.2.1 Το Ερωτηματολόγιο

Όπως ειπώθηκε νωρίτερα, η συλλογή δεδομένων της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας έγινε μέσα από ένα ερωτηματολόγιο, το οποίο βρίσκεται στο Παράρτημα Α. Το ερωτηματολόγιο έχει **τέσσερα στάδια**, με χρονική διάρκεια συμπλήρωσης όχι παραπάνω από **5 λεπτά**. Οι ερωτήσεις και οι απαντήσεις που συλλέχθηκαν στα ερωτηματολόγια πραγματοποιήθηκαν μέσω του λογισμικού GoogleForms. Συλλέχθηκαν **240 ερωτηματολόγια** συνολικά, δείγμα αρκετά ικανοποιητικό ώστε τα αποτελέσματα να μπορούν να θεωρηθούν αξιόπιστα για να διενεργηθεί στη συνέχεια η στατιστική ανάλυση.

Ο τίτλος της μελέτης, οι τίτλοι «Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο» και «Σχολή Πολιτικών Μηχανικών», όπως και μια μικρή παράγραφος όπου πιστώνεται η ανωνυμία των συμμετεχόντων κατά την συμπλήρωση του ερωτηματολογίου, αναγράφονται στο εξώφυλλό του. Όλες οι ερωτήσεις διέπονταν από σαφήνεια και ευκολία αντίληψης, κατανόησης και συμπλήρωσης. Έγινε χρήση κλίμακας τύπου **Likert** (Likert, 1932), με απλές ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής και κατάταξη τεσσάρων σημείων:

- Καθόλου
- Λίγο
- Αρκετά
- Πάρα Πολύ

4.2.2 Τα μέρη που απαρτίζουν το ερωτηματολόγιο

Στο **πρώτο μέρος** των ερωτηματολογίων περιέχονται ερωτήσεις σχετικά με τις συνήθειες των συμμετεχόντων, την οδηγική εμπειρία τους, τον αριθμό κλήσεων για παραβίαση του Κ. Ο. Κ. καθώς και σε πόσα ατυχήματα έχουν εμπλακεί. Έτσι, οι συμμετέχοντες εντάσσονται ομαλά στο όλο κλίμα και νοοτροπία της μελέτης με το

να δίνουν απαντήσεις σε ερωτήσεις που στη συνέχεια θα αποδειχθούν εξαιρετικά χρήσιμες όσον αφορά τις εξαγωγές συμπερασμάτων.

Κατά το **δεύτερο μέρος**, οι ερωτηθέντες δίνουν απαντήσεις σε ερωτήσεις σχετικά με την επίδραση της ταχύτητας στα τροχαία ατυχήματα που περιέχουν τραυματίες και θανόντες, όπως επίσης και αναφορές στο ποιοι κατά τη γνώμη τους είναι οι σημαντικότεροι παράγοντες όσον αφορά το να επιλεγθούν τέτοιες οδηγικές ταχύτητες. Αυτού του είδους οι ερωτήσεις φέρνουν στην επιφάνεια πληροφορίες για την συνείδηση και την αντίληψη των συμμετεχόντων όσον αφορά τα όρια ταχυτήτων που ισχύουν.

Προχωρώντας στο **τρίτο μέρος**, γίνεται μια συγκέντρωση των πιο σημαντικών πληροφοριών για τις αναλύσεις στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, καθώς και παρατίθενται τρία ερωτήματα. Στο πρώτο οι συμμετέχοντες ερωτώνται αν είναι σύμφωνοι με την ελάττωση του ορίου ταχύτητας σε 120 χλμ/ώρα από 130 χλμ/ώρα στους αυτοκινητόδρομους, απαντώντας με Ναι ή Όχι. Το τρίτο ερώτημα ξεκινάει παρουσιάζοντας 10 σενάρια μιας συγκεκριμένης διαδρομής, με την μείωση της πιθανότητας ατυχήματος, την μείωση κατανάλωσης καυσίμων και την αύξηση της χρονικής διάρκειας της διαδρομής, να μεταβάλλονται με διαφορετικό τρόπο σε κάθε σενάριο. Τους ζητείται να επιλέξουν μέσα από τρεις εναλλακτικές λύσεις, την ολική, μερική ή καμία μείωση των ορίων ταχύτητας, βάσει των τριών προαναφερθεισών παραμέτρων.

Τέλος, στο **τέταρτο μέρος** υπάρχουν επτά ερωτήσεις που έχουν να κάνουν με τα δημογραφικά στοιχεία του δείγματος (φύλο, ηλικία, οικογενειακή κατάσταση, ετήσιο οικογενειακό εισόδημα, μορφωτικό επίπεδο, επάγγελμα, πόλη κατοικίας). Η αναγνώριση αυτών των κοινωνικών και οικονομικών ιδιοτεροτήτων βοηθάει στην αξιολόγηση της καταλληλότητας των δειγμάτων, κάτι που εξυπηρετεί να προκύψουν ορισμένα χρήσιμα συμπεράσματα σε συνδυασμό με τις απαντήσεις από την τρίτη ενότητα, καθώς και για την εφαρμογή ορισμένων ιδιοτεροτήτων στο μαθηματικό μοντέλο το οποίο πρόκειται να αναπτυχθεί μετέπειτα.

4.2.3 Τα Πιθανά Σενάρια

Στο τρίτο κομμάτι του ερωτηματολογίου περιέχονται τα **10 πιθανά σενάρια** υποθετικών διαδρομών, όπως προαναφέρθηκε. Οι συμμετέχοντες καλούνται να επιλέξουν μια από τρεις εναλλακτικές – Μείωση σε 110 χλμ/ώρα από 130 σε αυτοκινητόδρομους, Μείωση σε 120 χλμ/ώρα από 130 σε αυτοκινητόδρομους, Καμία αλλαγή. Παρουσιάζονται 10 διαφορετικά σενάρια που έχουν να κάνουν με μια συνηθισμένη διαδρομή.

Τα υποτιθέμενα σενάρια και οι τιμές στις παραμέτρους σχεδιάστηκαν με σκοπό να προβληματιστεί ο κάθε συμμετέχων, κάνοντάς τον να σκεφτεί πριν δώσει την απάντησή του. Έτσι, δεν υπήρξαν κάποιες προφανείς απαντήσεις σε κανένα από τα σενάρια, με αποτέλεσμα να διαφέρουν από ερωτηματολόγιο σε ερωτηματολόγιο, δίνοντας παραπάνω στοιχεία κατόπιν **στατιστικής ανάλυσης**.

Όσο για την οπτική απεικόνιση των σεναρίων, χρησιμοποιήθηκε η μορφή που φαίνεται στην Εικόνα 4. 1, χωρίς προβλήματα με την κατανόηση και την ανάγνωσή τους. Στο τέλος του τεύχους αυτού, στο Παράρτημα Α, παρατίθενται τα συγκεκριμένα σενάρια.

1	1η εναλλακτική	2η εναλλακτική	Καμία Αλλαγή
	Μείωση σε 110km/h από 130 σε αυτοκινητόδρομους	Μείωση σε 120km/h από 130 σε αυτοκινητόδρομους	
Αύξηση Χρόνου Διαδρομής (min)	14 min	7 min	0
Μείωση Κατανάλωσης Καυσίμου (€)	6 €	3 €	0%
Μείωση πιθανότητας οδικών ατυχημάτων με τραυματισμό (%)	30%	30%	0%

☐ 1η εναλλακτική

☐ 2η εναλλακτική

☐ Καμία Αλλαγή

Εικόνα: Το πρώτο σενάριο που παρουσιάστηκε στο τρίτο μέρος του ερωτηματολογίου

4.2.4 Συλλογή Ερωτηματολογίων

Για την επικοινωνία με τους συμμετέχοντες και τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου, χρησιμοποιήθηκε ηλεκτρονική επικοινωνία. Αξιοποιήθηκαν εργαλεία για εύκολη και άμεση επικοινωνία και διαμοιρασμό αρχείων (δηλαδή του συνδέσμου του ερωτηματολογίου), όπως το email και το viber, για την διευκόλυνση των συμμετεχόντων και την δυνατότητα επιλογής μέσου με το οποίο είναι εξοικειωμένοι. Για την καλύτερη δυνατή αξιοποίηση του ερωτηματολογίου ήταν απαραίτητη η πλήρωση συγκεκριμένων προϋποθέσεων από τις οποίες οι πιο βασικές παρουσιάζονται στη συνέχεια:

- Η **καταλληλότητα** του δείγματος είναι ένα από τα πιο σημαντικά βασικά χαρακτηριστικά. Το δείγμα θα πρέπει να επιλέγεται με βάση την σχέση του με το υπό διερεύνηση αντικείμενο. Σε μία έρευνα σχετικά με την ταχύτητα των οχημάτων και το ανώτερο όριο ταχύτητας θα πρέπει να συμμετέχουν οδηγοί και επιβάτες που κινούνται τακτικά στο οδικό δίκτυο συγκεκριμένης περιοχής.
- Η διερεύνηση ενός μεγάλου **δείγματος** προσφέρει τη δυνατότητα για την εξαγωγή δεδομένων που παρουσιάζουν ακρίβεια και αξιοπιστία. Η παρούσα έρευνα αξιοποίησε δεδομένα που προήλθαν από τη συμμετοχή 240 ερωτηθέντων.
- Η αντιπροσωπευτικότητα του δείγματος είναι ένας επιπλέον σημαντικός παράγοντας. Σχετίζεται με τα **δημογραφικά** χαρακτηριστικά που επιδιώκονται κατά το σχεδιασμό της έρευνας με σκοπό την εξαγωγή

δεδομένων από ένα δείγμα που διαθέτει την μεγαλύτερη δυνατή συναυλία με το υπό διερεύνηση αντικείμενο σε σχέση με τα ατομικά χαρακτηριστικά.

Η ερευνητική διαδικασία ολοκληρώθηκε σε δύο μήνες. Το διάστημα αυτό περιλαμβάνει την ερευνητική διαδικασία ύστερα από την ολοκλήρωση του σχεδιασμού της έρευνας, από την επαφή με τους συμμετέχοντες μέχρι την ολοκλήρωση της διαδικασίας στην τελική της μορφή.

Ένα δείγμα της μορφής των ερωτήσεων παρατίθεται παρακάτω:

A. Οδηγική Εμπειρία-Μετακινήσεις

Description (optional)

A2. Ποια είναι η οδηγική σας εμπειρία; *

☐ 0-4 έτη

☐ 5-9 έτη

☐ 10-14 έτη

☐ > 15 έτη

Εικόνα: Η πρώτη ερώτηση του 4^{ου} μέρους

4.3 Επεξεργασία Στοιχείων

4.3.1 Κωδικοποίηση Δεδομένων

Ύστερα από την ολοκλήρωση της **συλλογής** των ερωτηματολογίων, ακολούθησε η διαδικασία της επεξεργασίας των απαντήσεων και η εξαγωγή στατιστικών δεδομένων. Τα δεδομένα που προέκυψαν από τα ερωτηματολόγια καταχωρήθηκαν ως κωδικοί αξιοποιώντας το λογισμικό excel της microsoft. Στη συνέχεια οι συγκεκριμένοι κωδικοί μεταφέρθηκαν στο **R-Studio**, για στατιστική επεξεργασία. Το συγκεκριμένο πρόγραμμα προϋποθέτει την μετατροπή κωδικών ή πληροφοριών σε αριθμούς προκειμένου να εφαρμόσει ανάλυσης στατιστικών δεδομένων, μέσω πολυωνυμικής και διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης. Από τα δεδομένα που συλλέχθηκαν, κωδικοποιήθηκαν και εν συνεχεία μετατράπηκαν σε αριθμούς, αξιοποιήθηκε μεγάλο ποσοστό, καθώς προέκυψαν κάποια δεδομένα τα οποία δεν συνέβαλαν στον σκοπό και στους στόχους της έρευνας.

Ακολουθεί τμήμα του πίνακα κωδικοποιήσεων που αξιοποιήθηκε για την εξαγωγή στατιστικών δεδομένων. Ο κάθε ερωτηθείς αναφέρεται με αύξων αριθμό, ο οποίος παρουσιάζεται με το ενδεικτικό **number** της πρώτης στήλης. Ο κάθε ερωτηθείς αντιστοιχείται με 10 διαφορετικές σειρές που αντιστοιχούν στα σενάρια για τις απαντήσεις των ερωτηθέντων

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	A
2	Number	ID	Choice	Time1	Time2	Time3	Fuel1	Fuel2	Fuel3	Accident1	Accident2	Accident3	A1. Κάνει	A2. Ποια	A4. Σε πό	A4. Σε πό	A5. Τα τε	B1. Πόσο	B2. Πόσο	B3. Πόσο	B4. Πόσο	B5. Πόσο	B6. Ποια	Η ποιότη	Η κυκλο	Συχνότη	Η ταχύτ	Παρουσί	T1. :
3	1	1	2	14	7	0	6	3	0	30	30	0	1	1	2	4	1	2	1	2	3	3	3	1	3	2	2	3	
4	1	2	3	21	14	0	9	3	0	50	10	0	1	1	2	4	1	2	1	2	3	3	3	1	3	2	2	3	
5	1	3	1	21	7	0	9	3	0	50	30	0	1	1	2	4	1	2	1	2	3	3	3	1	3	2	2	3	
6	1	4	2	21	14	0	3	3	0	30	10	0	1	1	2	4	1	2	1	2	3	3	3	1	3	2	2	3	
7	1	5	3	7	7	0	6	3	0	50	30	0	1	1	2	4	1	2	1	2	3	3	3	1	3	2	2	3	
8	1	6	1	14	7	0	9	3	0	30	10	0	1	1	2	4	1	2	1	2	3	3	3	1	3	2	2	3	
9	1	7	2	21	21	0	6	6	0	50	30	0	1	1	2	4	1	2	1	2	3	3	3	1	3	2	2	3	
10	1	8	3	14	7	0	3	3	0	50	10	0	1	1	2	4	1	2	1	2	3	3	3	1	3	2	2	3	
11	1	9	1	21	14	0	9	3	0	50	30	0	1	1	2	4	1	2	1	2	3	3	3	1	3	2	2	3	
12	1	10	3	14	7	0	9	6	0	50	10	0	1	1	2	4	1	2	1	2	3	3	3	1	3	2	2	3	
13	2	1	3	14	7	0	6	3	0	30	30	0	1	4	2	2	1	2	3	4	3	3	2	4	4	4	4	2	
14	2	2	3	21	14	0	9	3	0	50	10	0	1	4	2	2	1	2	3	4	3	3	2	4	4	4	4	2	
15	2	3	3	21	7	0	9	3	0	50	30	0	1	4	2	2	1	2	3	4	3	3	2	4	4	4	4	2	
16	2	4	2	21	14	0	3	3	0	30	10	0	1	4	2	2	1	2	3	4	3	3	2	4	4	4	4	2	
17	2	5	3	7	7	0	6	3	0	50	30	0	1	4	2	2	1	2	3	4	3	3	2	4	4	4	4	2	
18	2	6	1	14	7	0	9	3	0	30	10	0	1	4	2	2	1	2	3	4	3	3	2	4	4	4	4	2	
19	2	7	2	21	21	0	6	6	0	50	30	0	1	4	2	2	1	2	3	4	3	3	2	4	4	4	4	2	
20	2	8	3	14	7	0	3	3	0	30	10	0	1	4	2	2	1	2	3	4	3	3	2	4	4	4	4	2	
21	2	9	3	21	14	0	9	3	0	50	30	0	1	4	2	2	1	2	3	4	3	3	2	4	4	4	4	2	
22	3	10	3	14	7	0	9	6	0	50	10	0	1	4	2	2	1	2	3	4	3	3	2	4	4	4	4	2	
23	3	1	3	14	7	0	6	3	0	30	30	0	1	4	2	2	1	3	4	4	2	4	2	4	4	4	4	2	
24	3	2	3	21	14	0	9	3	0	50	10	0	1	4	2	2	1	3	4	4	2	4	2	4	4	4	4	2	
25	3	3	3	21	7	0	9	3	0	50	30	0	1	4	2	2	1	3	4	4	2	4	2	4	4	4	4	2	
26	3	4	3	21	14	0	3	3	0	30	10	0	1	4	2	2	1	3	4	4	2	4	2	4	4	4	4	2	
27	3	5	3	7	7	0	6	3	0	50	30	0	1	4	2	2	1	3	4	4	2	4	2	4	4	4	4	2	
28	3	6	3	14	7	0	9	3	0	30	10	0	1	4	2	2	1	3	4	4	2	4	2	4	4	4	4	2	
29	3	7	3	21	21	0	6	6	0	50	30	0	1	4	2	2	1	3	4	4	2	4	2	4	4	4	4	2	
30	3	8	3	14	7	0	3	3	0	50	10	0	1	4	2	2	1	3	4	4	2	4	2	4	4	4	4	2	
31	3	9	3	21	14	0	9	3	0	50	30	0	1	4	2	2	1	3	4	4	2	4	2	4	4	4	4	2	

Στον παραπάνω πίνακα παρουσιάζονται τα εξής στοιχεία:

- Στην στήλη **number** στην οποία παρουσιάζεται ο αριθμός του συμμετέχοντα κατά αύξουσα σειρά.
- Στην στήλη **id** παρουσιάζονται τα σενάρια.
- Με την επιλογή **choice** παρουσιάζονται οι επιλογές 1. Μείωση σε 110 χλμ/ώρα από 130 σε αυτοκινητόδρομους, Μείωση σε 120 χλμ/ώρα από 130 σε αυτοκινητόδρομους, Καμία αλλαγή
- Στις παραμέτρους **time 1, 2 και 3** παρουσιάζεται η επίδραση στο χρόνο μετακίνησης των επιλογών choice 1, 2 και 3 .
- Στην παράμετρο **fuel 1, 2 και 3**, παρουσιάζεται η μείωση στην κατανάλωση καυσίμου σε σχέση με τις επιλογές choice 1, 2 και 3.
- Στις παραμέτρους **accident 1, 2 και 3**, παρουσιάζεται η μεταβλητή της τιμής μειωμένων πιθανοτήτων ατυχήματος, Όπως προκύπτουν μέσα από τις επιλογές **choice 1, 2 και 3**.
- Στην **παράμετρο S2** παρουσιάζονται οι απαντήσεις σχετικά με την μείωση του ορίου ταχύτητας σε 30 χιλιόμετρα την ώρα σε συγκεκριμένους δρόμους του δικτύου.
- Στην **παράμετρο S1** παρουσιάζονται οι απαντήσεις σχετικά με την μείωση του ορίου ταχύτητας σε 30 χιλιόμετρα την ώρα σε όλους τους δρόμους του δικτύου.
- Η παράμετρος **SCREENING** είναι γενική και παρουσιάζει σε διτιμή (ναι , όχι) αν οι ερωτώμενοι κάνουν τουλάχιστον δύο υπεραστικά ταξίδια τον χρόνο
- Οι παράμετροι **EXP, PROPERTY_ACCID, INJURY_ACCID**, κτλ. παρουσιάζονται με βάση τις κωδικοποιήσεις που προκύπτουν από το ερωτηματολόγιο που παρατίθεται στο παράρτημα.

Επιπλέον παρουσιάζονται ορισμένα στοιχεία που αξιοποιήθηκαν κατά την διαδικασία της επεξεργασίας των δεδομένων. Στην περίπτωση επιλογής απαντήσεων με δύο μεταβλητές, οι απαντήσεις κωδικοποιήθηκαν αξιοποιώντας τους αριθμούς 0 και 1. Στην περίπτωση του κωδικοποιήθηκαν απαντήσεις με περισσότερες από δύο επιλογές, οι απαντήσεις αριθμούνται ξεκινώντας από τον αριθμό 1. Αξιοποιώντας τις δυνατότητες των λογισμικών **Excel και Python**, διεξήχθη έλεγχος συσχετίσεων στις μεταβλητές, ενώ στη συνέχεια οι πίνακες συσχετίσεων έγιναν αντικείμενο επεξεργασίας και ανάλυσης μέσω φιλτραρίσματος μεταβλητών και εντοπισμού συσχετίσεων.

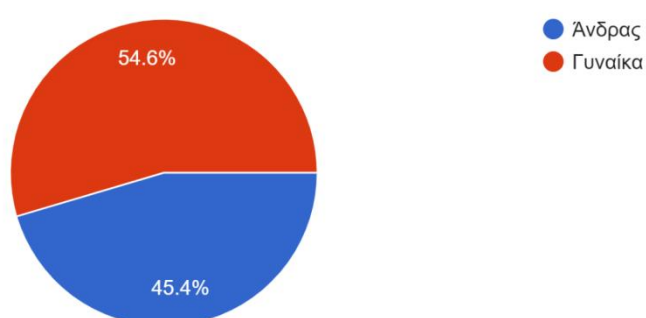
4.4 Παρουσίαση συγκεντρωτικών στοιχείων

Ακολουθούν **πίνακες στατιστικών διαγραμμάτων** που παρουσιάζουν τα πιο σημαντικά ευρήματα της έρευνας με την μορφή της ποσοστιαίας κατανομής ανά κατηγορία με βάση τις απαντήσεις του δείγματος στο ερωτηματολόγιο.

Την πλειοψηφία του δείγματος αποτελούν γυναίκες σε ποσοστό 54,6%.

Φύλο

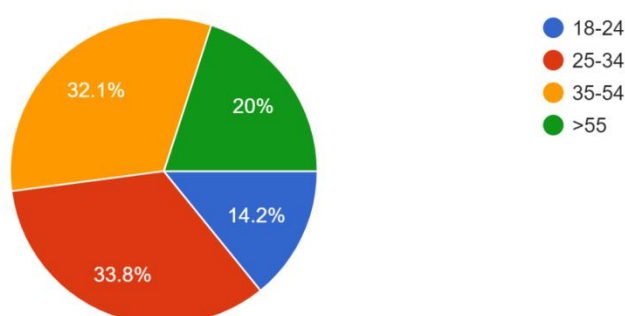
240 responses



Η **κατανομή ηλικίας** του δείγματος εμφανίζει το μεγαλύτερο ποσοστό στις ηλικίες 25 έως 34 (33,8%). Ακολουθεί η ηλικία 35 έως 54 με ποσοστό 32,1%, η ηλικία 55 και άνω με ποσοστό 20% και τέλος η ηλικία 18 έως 24 με ποσοστό 14,2%.

Ηλικία

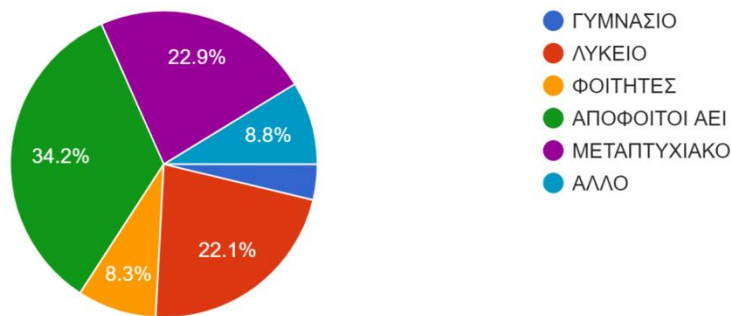
240 responses



Ιδιαίτερα υψηλό παρουσιάζεται το **μορφωτικό επίπεδο** του δείγματος, με το 34,2% να δηλώνουν απόφοιτοι ΑΕΙ, το 22,9 να δηλώνει μεταπτυχιακό και το 8,3% του δείγματος να δηλώνει φοιτητής. Το 22,1% των ερωτηθέντων δηλώνουν απόφοιτοι Λυκείου.

Μορφωτικό Επίπεδο

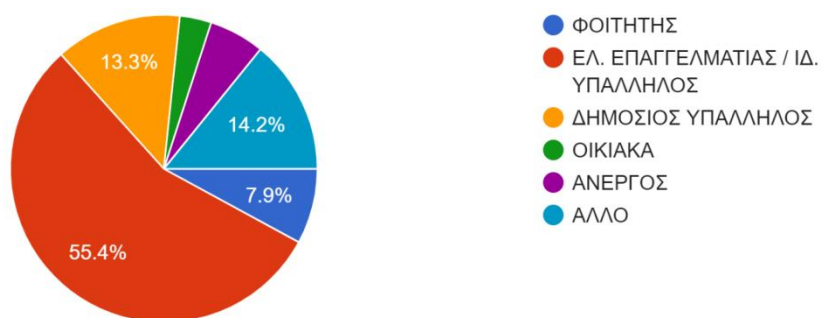
240 responses



Το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτηθέντων δηλώνουν **ελεύθεροι επαγγελματίες** και ιδιωτικοί υπάλληλοι (55,4%).

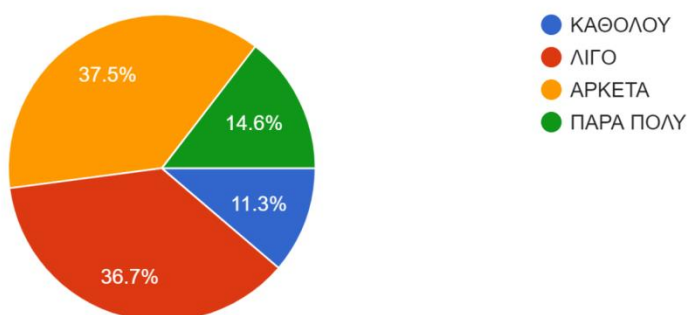
Επάγγελμα

240 responses



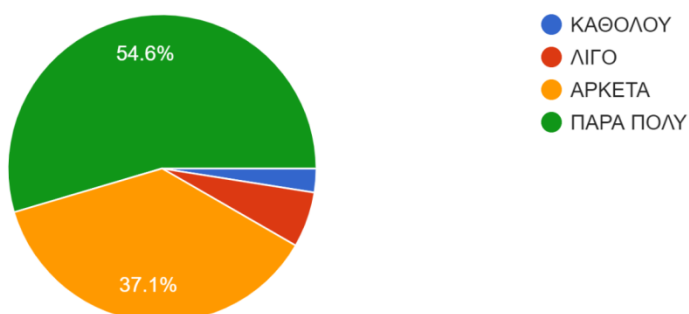
Η πλειοψηφία των ερωτηθέντων (37. 5%) ανησυχεί αρκετά για το ενδεχόμενο εμπλοκής σε **οδικό ατύχημα** με παθόντες. Παράλληλα Το 36,7% των ερωτηθέντων ανησυχεί αλλά σε μικρό βαθμό για την πιθανή εμπλοκή του σε οδικό ατύχημα με παθόντες, ενώ το 14. 6% δηλώνει ότι ανησυχεί πάρα πολύ. Καθόλου δηλώνει μόνο το 11. 3%, συνεπώς το 88,7 τοις εκατό των ερωτηθέντων, εμφανίζουν έναν διαφορετικό βαθμό ανησυχίας για την πιθανότητά τους να εμπλακούν σε ατύχημα.

B1. Πόσο ανήσυχοι είστε για το ενδεχόμενο να εμπλακείτε σε οδικό ατύχημα με παθόντες;
240 responses



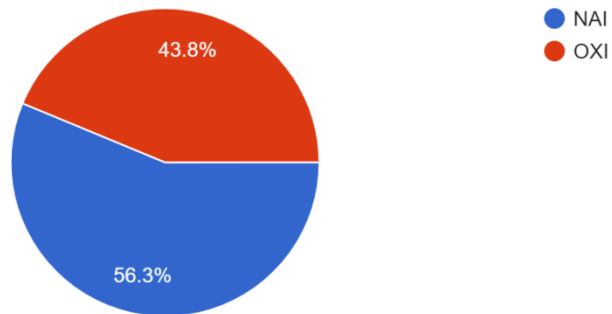
Η **ταχύτητα** θεωρείται πολύ σημαντικός παράγοντας στην πρόκληση ατυχημάτων από τους ερωτηθέντες. Το 54,6% θεωρεί ότι η ταχύτητα είναι πάρα πολύ σημαντικός παράγοντας ενώ το 37,1% θεωρεί ότι είναι αρκετά σημαντικός παράγοντας. Επομένως το 91,7% του δείγματος, αναφέρει ως αρκετά ή πάρα πολύ σημαντικό τον ρόλο της ταχύτητας στην πρόκληση ατυχημάτων.

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



Σχετικά με το ανώτατο **όριο ταχύτητας** στους αυτοκινητόδρομους, το 56,3% του δείγματος συμφωνεί να μειωθεί το όριο ταχύτητας από 130 σε 120 χιλιόμετρα την ώρα.

Γ2. Συμφωνείτε με τη μείωση των ορίων ταχύτητας από 130 km/h σε 120km/h σε αυτοκινητόδρομους;
240 responses



5. Στατιστική ανάλυση αποδοχής ορίου ταχύτητας 110 και 120 χλμ/ώρα

5. 1. Εισαγωγή

Μετά τη **συλλογή** και την **επεξεργασία** των δεδομένων σε πίνακες (mastertables), πραγματοποιείται η στατιστική επεξεργασία τους, με στόχο να απαντηθούν τα ερωτήματα της Διπλωματικής Εργασίας. Συγκεκριμένα, εξετάζεται η προτίμηση για **τρεις** εναλλακτικές:

1. Μείωση του ορίου ταχύτητας από **130 χλμ/ώρα σε 110** χλμ/ώρα στους αυτοκινητοδρόμους
2. Μείωση του ορίου ταχύτητας από **130 χλμ/ώρα σε 120** χλμ/ώρα στους αυτοκινητοδρόμους
3. Καμία αλλαγή

Η ανάλυση βασίζεται στην ανάπτυξη στατιστικών μοντέλων για να περιγραφούν οι επιλογές των ερωτηθέντων ως μια συνάρτηση **ανεξάρτητων μεταβλητών**. Επειδή οι **εξαρτημένες μεταβλητές** αντιστοιχούν στις επιλογές των ερωτηθέντων, χρησιμοποιούνται μοντέλα **πολυωνυμικής** και **διωνυμικής** λογιστικής παλινδρόμησης. Η **πολυωνυμική** λογιστική παλινδρόμηση (multinomial logistic regression) χρησιμοποιείται για την ανάλυση των **10 σεναρίων** στα οποία καλούνται να απαντήσουν οι ερωτηθέντες. Οι ανεξάρτητες μεταβλητές περιλαμβάνουν τις μεταβλητές των σεναρίων: την **αύξηση του χρόνου διαδρομής** σε λεπτά, τη **μείωση καυσίμου σε ευρώ** και τη **μείωση της πιθανότητας οδικού ατυχήματος** με τραυματισμό σε ποσοστό.

Η **διωνυμική** λογιστική παλινδρόμηση (binomial logistic regression) χρησιμοποιείται για δύο περιπτώσεις που σχετίζονται με το τρίτο τμήμα του ερωτηματολογίου. Πρώτον, για να αξιολογηθεί η προτίμηση ή όχι για μείωση του ορίου ταχύτητας από 130 χλμ/ώρα στα 110 χλμ/ώρα στους αυτοκινητοδρόμους. Δεύτερον, για να προσδιοριστούν οι μεταβλητές που επηρεάζουν την επιλογή για μείωση του ορίου ταχύτητας από 130 χλμ/ώρα στα 120 χλμ/ώρα.

5. 2. Μοντέλο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης και αποτελέσματα

Σε αυτό το μοντέλο, όπως έχει αναφερθεί, διεξάγεται στατιστική εξέταση βασισμένη στα δεδομένα των σεναρίων του ερωτηματολογίου. Για την εξέταση αυτή χρησιμοποιήθηκε το **λογισμικό R-Studio**.

Αρχικά, δημιουργείται το script, που αποτελεί τον χώρο συγγραφής του κώδικα, μέσα από το μενού File, επιλέγοντας NewFile και στη συνέχεια R Script. Στην συνέχεια, πραγματοποιείται η εγκατάσταση της εντολής mlogit από την αντίστοιχη βιβλιοθήκη, η οποία υλοποιεί την πολυωνυμική **λογιστική παλινδρόμηση** για τα δεδομένα που της παρέχονται. Επόμενο βήμα είναι η εισαγωγή του αρχείου με τις απαντήσεις του ερωτηματολογίου, που έχουν **κωδικοποιηθεί**, μέσω της εντολής

“read_excel” και της βιβλιοθήκης “library(readxl)”. Είναι σημαντικό να σημειώσουμε ότι οποιαδήποτε γραμμή που ακολουθείται από το σύμβολο ‘#’ δεν εκτελείται από το λογισμικό και θεωρείται σχόλιο.

```

1  ###Diploma Thesis###
2
3  library(mlogit)
4
5  #Import DATA from MasterTable
6  library(readxl)
7  df <- read_excel("Agourou_Final_Dataset2.xlsx")
8  #RDATA=Agourou_Final_Dataset2
9  df$choiceid <- 1:nrow(df)
10 view(df)
11 str(df)

```

Εικόνα 5. 1 Εισαγωγή του αρχείου Excel με τα κωδικοποιημένα στοιχεία στο R-Studio

Στην εν λόγω Διπλωματική Εργασία, υπάρχουν **μεταβλητές** που παίρνουν **διακριτές τιμές**, όπως το μορφωτικό επίπεδο ή η οικογενειακή κατάσταση. Για κάθε μεταβλητή, πρέπει να της αναθέσουμε το αντίστοιχο είδος, είτε αυτό είναι **συνεχές** (numeric/continuous) είτε **διακριτό/κατηγορικό** (factorial). Ανάλογα με το είδος τους, κωδικοποιούνται με βάση τον εξής πίνακα:

Κωδικοποίηση Μεταβλητών Ερωτηματολογίου						
Ερώτη	Κωδικοποίηση					
A1	EXP	1: (0-4)	2: (5-9)	3: (10-14)	4: (>15)	
A2	MEANS_TYPE	1: (X)	2: (ZWHEELS)	3: (TAXI)	4: (MMM)	5: (NOA)
A3	FREQ	1: (EVERY DAY)	2: (2-3 TIMES WEEK)	3: (1 A WEEK)	4: (1 A MONTH)	
A4	PROPERTY_ACCID	1: (NONE)	2: (1)	3: (2)	4: (3)	5: (>3)
A5	INJURY_ACCID	1: (NONE)	2: (1)	3: (2)	4: (3)	5: (>3)
A6	VIOLATIONS	1: (NONE)	2: (<3)	3: (3-6)	4: (>6)	
B1	WORRIED	1: (NONE)	2: (ALTLBIT)	3: (ENOUGH)	4: (2MUCH)	
B2	STAT_INJURIES	1: (1.000-5.000)	2: (5.001-10.000)	3: (10.001-15.000)	4: (15.001-25.000)	5: (>25.000)
B3	STAT_DEATHS	1: (0-100)	2: (101-500)	3: (501-1.000)	4: (1.001-1.500)	5: (>1.500)
B4	SPEED_ROLE	1: (NONE)	2: (ALTLBIT)	3: (ENOUGH)	4: (2MUCH)	
B5	VULN_PROT	1: (NONE)	2: (ALTLBIT)	3: (ENOUGH)	4: (2MUCH)	
B6	IF_ROAD_TYPE	1: (NONE)	2: (ALTLBIT)	3: (ENOUGH)	4: (2MUCH)	
B7	IF_TRAFFIC	1: (NONE)	2: (ALTLBIT)	3: (ENOUGH)	4: (2MUCH)	
B8	IF_FREQ	1: (NONE)	2: (ALTLBIT)	3: (ENOUGH)	4: (2MUCH)	
B9	IF_OTHERS_SPEED	1: (NONE)	2: (ALTLBIT)	3: (ENOUGH)	4: (2MUCH)	
B10	IF_PEDE	1: (NONE)	2: (ALTLBIT)	3: (ENOUGH)	4: (2MUCH)	
B11	IF_POLICE	1: (NONE)	2: (ALTLBIT)	3: (ENOUGH)	4: (2MUCH)	
G1	S2	1: (YES)	0: (NO)			
G2	S1	1: (YES)	0: (NO)			
G3	SCENARIO1	1: (PART REDUCT)	2: (WHOLE REDUCT)	3: (NONE REDUCT)		
G4	SCENARIO2	1: (PART REDUCT)	2: (WHOLE REDUCT)	3: (NONE REDUCT)		
G5	SCENARIO3	1: (PART REDUCT)	2: (WHOLE REDUCT)	3: (NONE REDUCT)		
G6	SCENARIO4	1: (PART REDUCT)	2: (WHOLE REDUCT)	3: (NONE REDUCT)		
G7	SCENARIO5	1: (PART REDUCT)	2: (WHOLE REDUCT)	3: (NONE REDUCT)		
G8	SCENARIO6	1: (PART REDUCT)	2: (WHOLE REDUCT)	3: (NONE REDUCT)		
G9	SCENARIO7	1: (PART REDUCT)	2: (WHOLE REDUCT)	3: (NONE REDUCT)		
G10	SCENARIO8	1: (PART REDUCT)	2: (WHOLE REDUCT)	3: (NONE REDUCT)		
G11	SCENARIO9	1: (PART REDUCT)	2: (WHOLE REDUCT)	3: (NONE REDUCT)		
G12	SCENARIO10	1: (PART REDUCT)	2: (WHOLE REDUCT)	3: (NONE REDUCT)		
D1	GENDER	0: (MALE)	1: (FEMALE)			
D2	AGE	1: (18-24)	2: (25-34)	3: (35-54)	4: (>55)	
D3	RLTNSHIP	1: (UMRD)	2: (MRD)	3: (DIV)	4: (WID)	
D4	INCOME	1: (<10K)	2: (10K-25K)	3: (>25K)		
D5	EDUCATION	1: (G)	2: (HS)	3: (ST)	4: (DGR)	5: (MSC) 6: (OTHR)
D6	PROF	1: (ST)	2: (FR_PR)	3: (STW)	4: (HOME)	5: (UNEM) 6: (OTHR)
D7	CITY	1: (ATH)	2: (SKG)	3: (OTHR)		

Εικόνα 5. 2Αντιστοίχιση των μεταβλητών του ερωτηματολογίου

Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν για την ανάλυση του ερωτηματολογίου είναι τα εξής:

M1													A1. Κάνετε τουλάχιστον δύο υπεραστικά ταξίδια τον χρόνο;																									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC									
1	Number	ID	Choice	Time1	Time2	Time3	Fuel1	Fuel2	Fuel3	Accident1	Accident2	Accident3	A1. Κάνετε SCREENING	A2. Ποια εί- PROF	A4. Στις π	A4. Στις π	A5. Τα τα	B1. Πόσο	B2. Πόσο	B3. Πόσο	B4. Πόσο	B5. Πόσο	B6. Πόσο	B7. Πόσο	B8. Πόσο	B9. Πόσο	B10. Πόσο	B11. Πόσο	B12. Πόσο	B13. Πόσο	B14. Πόσο	B15. Πόσο	B16. Πόσο	B17. Πόσο	B18. Πόσο	B19. Πόσο	B20. Πόσο	
2	1	1	2	14	7	0	6	3	0	30	30	0	1	1	2	4	1	2	1	2	3	3	3	1	3	2	2	3	1									
3	1	2	3	21	14	0	9	3	0	50	10	0	1	1	2	4	1	2	1	2	3	3	3	1	3	2	2	3	1									
4	1	3	1	21	7	0	9	3	0	50	30	0	1	1	2	4	1	2	1	2	3	3	3	1	3	2	2	3	1									
5	1	4	2	21	14	0	9	3	0	50	10	0	1	1	2	4	1	2	1	2	3	3	3	1	3	2	2	3	1									
6	1	5	3	7	7	0	6	3	0	30	30	0	1	1	2	4	1	2	1	2	3	3	3	1	3	2	2	3	1									
7	1	6	1	14	7	0	9	3	0	30	10	0	1	1	2	4	1	2	1	2	3	3	3	1	3	2	2	3	1									
8	1	7	2	21	21	0	6	6	0	50	30	0	1	1	2	4	1	2	1	2	3	3	3	1	3	2	2	3	1									
9	1	8	3	14	7	0	9	3	0	50	10	0	1	1	2	4	1	2	1	2	3	3	3	1	3	2	2	3	1									
10	1	9	1	21	14	0	9	3	0	50	30	0	1	1	2	4	1	2	1	2	3	3	3	1	3	2	2	3	1									
11	1	10	2	14	7	0	9	3	0	50	10	0	1	1	2	4	1	2	1	2	3	3	3	1	3	2	2	3	1									
12	2	1	3	14	7	0	9	6	0	50	10	0	1	1	2	4	1	2	1	2	3	4	3	3	2	4	4	4	2	2								
13	2	2	3	21	14	0	9	3	0	50	10	0	1	4	2	2	1	2	3	4	3	3	2	4	4	4	4	2	2									
14	2	3	3	21	7	0	9	3	0	50	30	0	1	4	2	2	1	2	3	4	3	3	2	4	4	4	4	2	2									
15	2	4	2	21	14	0	9	3	0	50	10	0	1	4	2	2	1	2	3	4	3	3	2	4	4	4	4	2	2									
16	2	5	3	7	7	0	6	3	0	30	30	0	1	4	2	2	1	2	3	4	3	3	2	4	4	4	4	2	2									
17	2	6	1	14	7	0	9	3	0	30	10	0	1	4	2	2	1	2	3	4	3	3	2	4	4	4	4	2	2									
18	2	7	2	21	21	0	6	6	0	50	30	0	1	4	2	2	1	2	3	4	3	3	2	4	4	4	4	2	2									
19	2	8	3	14	7	0	9	3	0	50	10	0	1	4	2	2	1	2	3	4	3	3	2	4	4	4	4	2	2									
20	2	9	3	21	14	0	9	3	0	50	30	0	1	4	2	2	1	2	3	4	3	3	2	4	4	4	4	2	2									
21	2	10	3	14	7	0	9	6	0	50	10	0	1	4	2	2	1	2	3	4	3	3	2	4	4	4	4	2	2									
22	3	1	3	14	7	0	6	3	0	30	30	0	1	4	2	2	1	3	4	4	2	4	2	4	4	4	4	2	2									
23	3	2	3	21	14	0	9	3	0	50	10	0	1	4	2	2	1	3	4	4	2	4	2	4	4	4	4	2	2									
24	3	3	3	21	7	0	9	3	0	50	30	0	1	4	2	2	1	3	4	4	2	4	2	4	4	4	4	2	2									
25	3	4	3	21	14	0	9	3	0	50	10	0	1	4	2	2	1	3	4	4	2	4	2	4	4	4	4	2	2									
26	3	5	3	7	7	0	6	3	0	30	30	0	1	4	2	2	1	3	4	4	2	4	2	4	4	4	4	2	2									
27	3	6	3	14	7	0	9	3	0	50	10	0	1	4	2	2	1	3	4	4	2	4	2	4	4	4	4	2	2									
28	3	7	3	21	21	0	6	6	0	50	30	0	1	4	2	2	1	3	4	4	2	4	2	4	4	4	4	2	2									
29	3	8	3	14	7	0	9	3	0	50	10	0	1	4	2	2	1	3	4	4	2	4	2	4	4	4	4	2	2									
30	3	9	3	21	14	0	9	3	0	50	30	0	1	4	2	2	1	3	4	4	2	4	2	4	4	4	4	2	2									
31	3	10	3	14	7	0	9	6	0	50	10	0	1	4	2	2	1	3	4	4	2	4	2	4	4	4	4	2	2									
32	4	1	3	14	7	0	6	3	0	30	30	0	1	3	4	4	1	3	1	4	3	4	4	3	4	4	1	4	1									
33	4	2	3	21	14	0	9	3	0	50	10	0	1	3	4	4	1	3	1	4	3	4	4	3	4	4	1	4	1									
34	4	3	3	21	7	0	9	3	0	50	30	0	1	3	4	4	1	3	1	4	3	4	4	3	4	4	1	4	1									
35	4	4	3	7	7	0	6	3	0	30	30	0	1	3	4	4	1	3	1	4	3	4	4	3	4	4	1	4	1									
36	4	5	3	14	7	0	9	3	0	50	10	0	1	3	4	4	1	3	1	4	3	4	4	3	4	4	1	4	1									

Εικόνα 5. 3Ενδεικτικό τμήμα του συνόλου των δεδομένων της έρευνας

Ο παρακάτω κώδικας εφαρμόζει την πολυωνυμική λογιστική παλινδρόμηση στα δεδομένα. Τα αποτελέσματα αυτής της ανάλυσης εμφανίζονται στο παράθυρο Console. Τα βήματα που ακολουθήθηκαν για την κατασκευή του **τελικού μοντέλου**:

- Ξεκινώντας, η εντολή **library(mlogit)** καλεί τη βιβλιοθήκη mlogit, που επιτρέπει την εφαρμογή των πολυωνυμικών λογιστικών μοντέλων.
- Με την εντολή **“df<- read_excel("data. xlsx")”** ανοίγει το αρχείο του Excelπου είναι καταχωρημένα όλα τα δεδομένα μας, στο RStudio.
- Με την εντολή **“dt=cor(RDATA_numeric,method = c("pearson"))”** εξετάζουμε τη συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών. Αν δύο μεταβλητές έχουν συσχέτιση **πάνω από 0. 5** σε απόλυτη τιμή, τότε θεωρούνται **υψηλά συσχετισμένες** και δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα στο ίδιο μοντέλο. Η απόφαση για το ποια μεταβλητή πρέπει να κρατηθεί βασίστηκε σε πολλές δοκιμές, για να βρεθεί ην πιο κατάλληλη επιλογή για το μοντέλο.

Με βάση τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στην το τελικό μοντέλο της **πολυωνυμικής παλινδρόμησης** για όλα τα μέσα μεταφοράς περιλαμβάνονται οι εξής επιλογές:

Choice 1: Επιλογή της μείωσης της ταχύτητας στα 110 χλμ/ώρα

Choice 2: Επιλογή της εφαρμογής της μείωσης της ταχύτητας στα 120 χλμ/ώρα

Choice3:Καμία αλλαγή

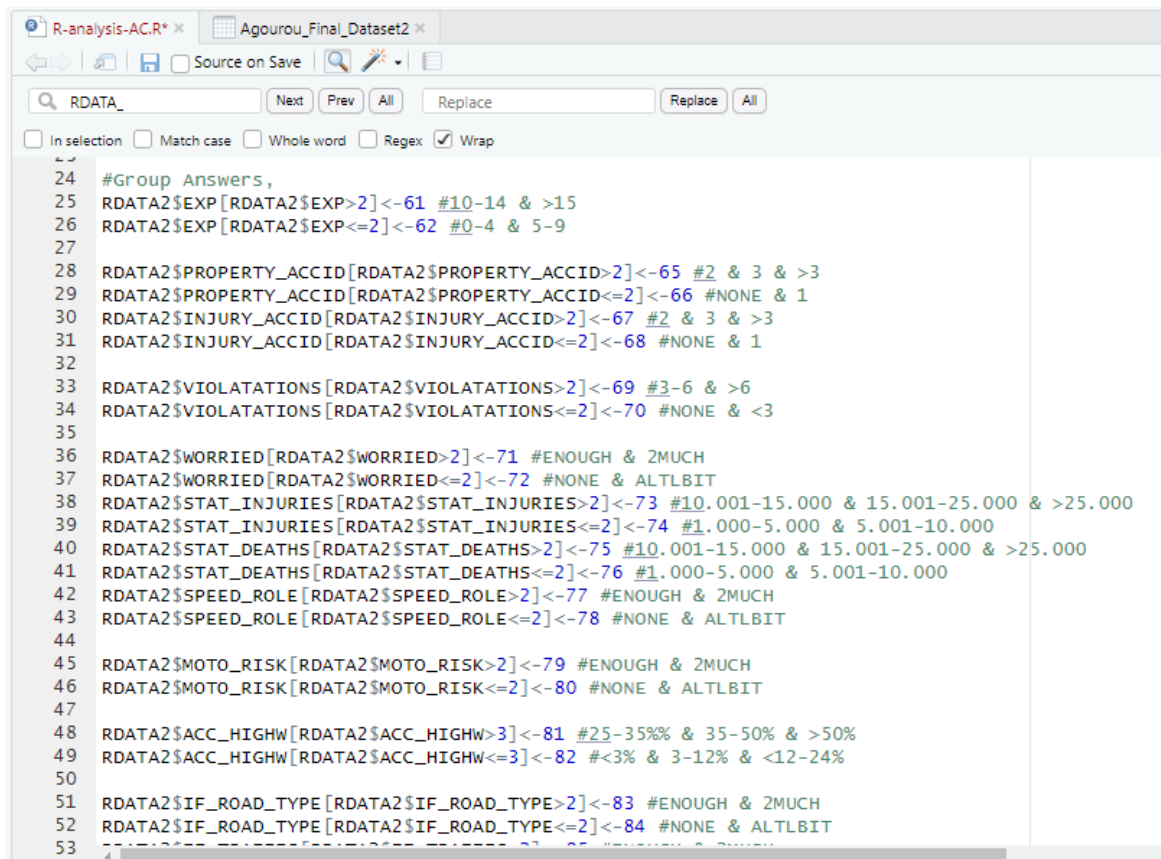
Το **τελικό μοντέλο** περιγράφει πώς οι επιλογές αυτές συνδέονται με τις διάφορες μεταβλητές του μοντέλου, και παρέχει μια **ολοκληρωμένη εικόνα** για τον τρόπο που επηρεάζει την απόφαση των ανθρώπων να υιοθετήσουν μια από τις τρεις επιλογές. Τα αποτελέσματα του μοντέλου μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να

κατανοήσουμε τον τρόπο που επηρεάζονται οι αναγκαίες πολιτικές παρεμβάσεις για τη μείωση της ταχύτητας και τη βελτίωση της **οδικής ασφάλειας**.

Ο παρακάτω κώδικας είναι κρίσιμος για την εφαρμογή της πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης. Στοιχεύει στην μετατροπή της δομής των δεδομένων, ώστε να είναι συμβατή με τις απαιτήσεις του στατιστικού λογισμικού:

1. **Δημιουργία νέου σετ δεδομένων:** Με την εντολή **RDATA2 <- dfidx(. .)**, τα δεδομένα από το **RDATA** μετασχηματίζονται και αποθηκεύονται στο **RDATA2**.
2. **Μετασχηματισμός Δομής:** Χρησιμοποιώντας **shape="wide"**, τα δεδομένα μετατρέπονται από μία σειρά για κάθε σενάριο σε μία σειρά για κάθε δυνατή επιλογή, καταγράφοντας αν έγινε η επιλογή ή όχι.
3. **Ορισμός Μεταβλητών:** Η επιλογή του χρήστη καθορίζεται με **choice="Choice"**, ενώ οι συγκεκριμένες μεταβλητές που αφορούν τις εναλλακτικές επιλογές ορίζονται με **varying=4:12**.
4. **Διευκρίνιση Ταυτότητας:** Τα **idx** και **idnames** καθορίζουν πώς τα δεδομένα θα οργανωθούν και πώς θα αναγνωριστούν.

Μετά την ολοκλήρωση αυτού του βήματος, γίνεται μια διαδικασία **αναδιάταξης** των απαντήσεων. Αυτό σκοπεύει στην απλούστευση της παρουσίασης των δεδομένων, καθιστώντας το σετ δεδομένων πιο προσβάσιμο για τον χρήστη. Μια απεικόνιση της διαδικασίας είναι διαθέσιμη στην συγκεκριμένη εικόνα. Συνοπτικά, ο κώδικας μετατρέπει τη δομή των δεδομένων για να είναι κατάλληλη για στατιστική ανάλυση, διευκολύνοντας την ερμηνεία και την ανάλυση των αποτελεσμάτων.



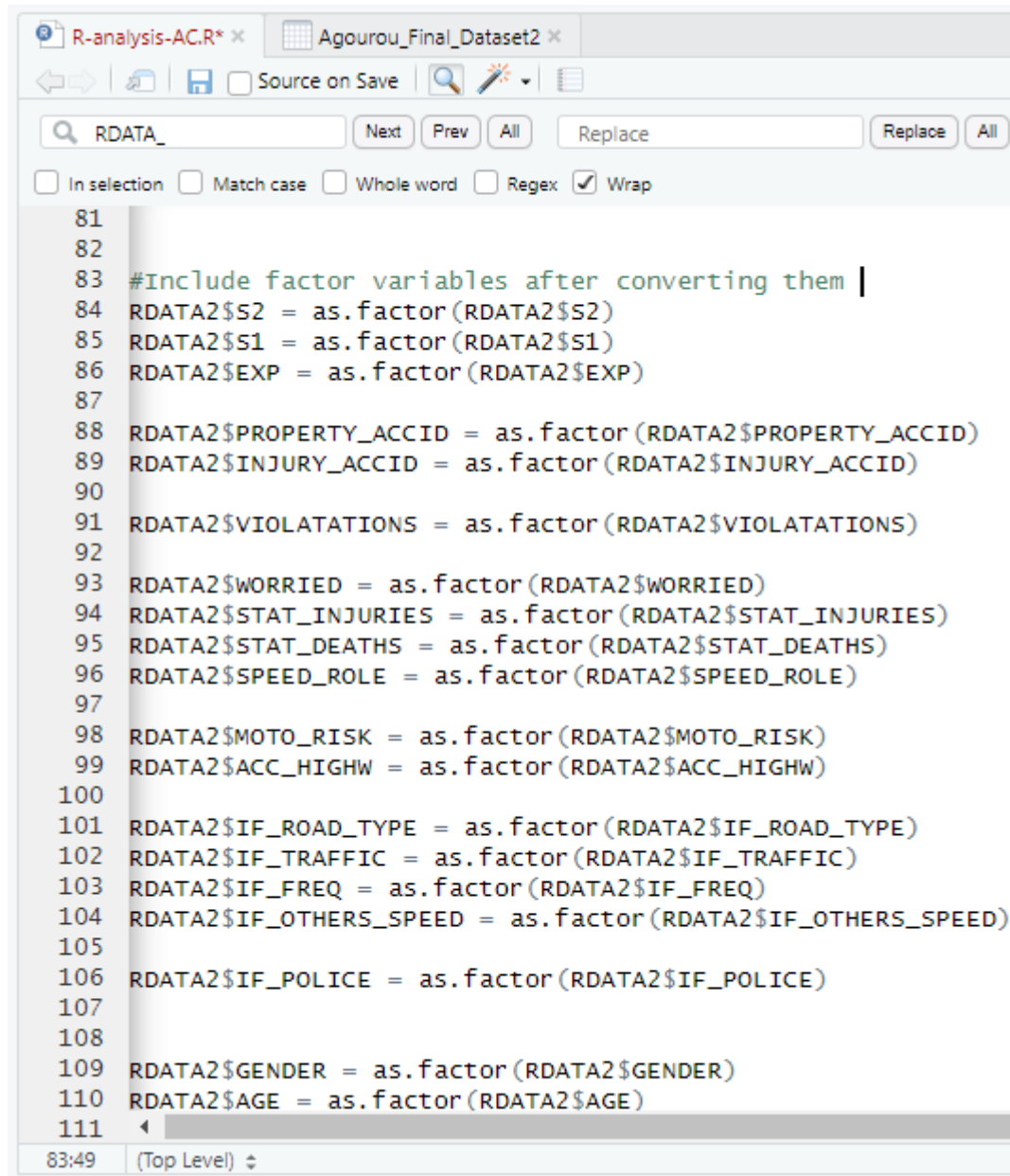
```
24 #Group Answers,
25 RDATA2$EXP[RDAT2$EXP>2]<-61 #10-14 & >15
26 RDATA2$EXP[RDAT2$EXP<=2]<-62 #0-4 & 5-9
27
28 RDATA2$PROPERTY_ACCID[RDAT2$PROPERTY_ACCID>2]<-65 #2 & 3 & >3
29 RDATA2$PROPERTY_ACCID[RDAT2$PROPERTY_ACCID<=2]<-66 #NONE & 1
30 RDATA2$INJURY_ACCID[RDAT2$INJURY_ACCID>2]<-67 #2 & 3 & >3
31 RDATA2$INJURY_ACCID[RDAT2$INJURY_ACCID<=2]<-68 #NONE & 1
32
33 RDATA2$VIOLATIONS[RDAT2$VIOLATIONS>2]<-69 #3-6 & >6
34 RDATA2$VIOLATIONS[RDAT2$VIOLATIONS<=2]<-70 #NONE & <3
35
36 RDATA2$WORRIED[RDAT2$WORRIED>2]<-71 #ENOUGH & 2MUCH
37 RDATA2$WORRIED[RDAT2$WORRIED<=2]<-72 #NONE & ALTLBIT
38 RDATA2$STAT_INJURIES[RDAT2$STAT_INJURIES>2]<-73 #10.001-15.000 & 15.001-25.000 & >25.000
39 RDATA2$STAT_INJURIES[RDAT2$STAT_INJURIES<=2]<-74 #1.000-5.000 & 5.001-10.000
40 RDATA2$STAT_DEATHS[RDAT2$STAT_DEATHS>2]<-75 #10.001-15.000 & 15.001-25.000 & >25.000
41 RDATA2$STAT_DEATHS[RDAT2$STAT_DEATHS<=2]<-76 #1.000-5.000 & 5.001-10.000
42 RDATA2$SPEED_ROLE[RDAT2$SPEED_ROLE>2]<-77 #ENOUGH & 2MUCH
43 RDATA2$SPEED_ROLE[RDAT2$SPEED_ROLE<=2]<-78 #NONE & ALTLBIT
44
45 RDATA2$MOTO_RISK[RDAT2$MOTO_RISK>2]<-79 #ENOUGH & 2MUCH
46 RDATA2$MOTO_RISK[RDAT2$MOTO_RISK<=2]<-80 #NONE & ALTLBIT
47
48 RDATA2$ACC_HIGHW[RDAT2$ACC_HIGHW>3]<-81 #25-35% & 35-50% & >50%
49 RDATA2$ACC_HIGHW[RDAT2$ACC_HIGHW<=3]<-82 #<3% & 3-12% & <12-24%
50
51 RDATA2$IF_ROAD_TYPE[RDAT2$IF_ROAD_TYPE>2]<-83 #ENOUGH & 2MUCH
52 RDATA2$IF_ROAD_TYPE[RDAT2$IF_ROAD_TYPE<=2]<-84 #NONE & ALTLBIT
53
```

Εικόνα 5. 4 Παράδειγμα αλλαγής επιπέδου αναφοράς των μεταβλητών

Ο παραπάνω κώδικας πραγματοποιείται τη διαχείριση και την προετοιμασία των δεδομένων για στατιστική ανάλυση. Ας διερευνήσουμε τη σημασία και τη λειτουργία του κώδικα βήμα-βήμα:

1. **Σχολιασμός:** Όπως αναφέρατε, όταν μια γραμμή αρχίζει με το σύμβολο '#', η γραμμή δεν εκτελείται ως κώδικας αλλά χρησιμοποιείται για να παρέχει επεξηγήσεις ή σχόλια για τον χρήστη.
2. **Ομαδοποίηση Απαντήσεων:** Ο κώδικας ενημερώνει τον χρήστη ότι ορισμένες απαντήσεις έχουν συγχωνευθεί για απλούστευση. Η επιλογή να ξεκινήσει η αρίθμηση από 61 είναι μια στρατηγική για να αποφευχθεί η σύγχυση με άλλες τιμές (EXP -> EXPIRENCE).
3. **Ταξινόμηση Απαντήσεων:** Ο κώδικας περιγράφει επίσης τη διαδικασία ταξινόμησης των απαντήσεων με βάση το περιεχόμενό τους, π. χ. 61 για τις επιλογές γ και δ, 62 για α και β.
4. **Ορισμός Τύπου Μεταβλητής:** Ο κώδικας προετοιμάζει επίσης τις μεταβλητές για ανάλυση, καθορίζοντας αν είναι διακριτές (factors) ή συνεχείς (numeric). Στην προκειμένη περίπτωση, οι περισσότερες μεταβλητές μετατράπηκαν σε διακριτές για να χρησιμοποιηθούν στα μοντέλα της παλινδρόμησης.

Συνοπτικά, ο κώδικας αυτός εξασφαλίζει ότι τα δεδομένα είναι στη σωστή μορφή και δομή για την ανάλυση πολυωνυμικής και διωνυμικής παλινδρόμησης. Εξηγεί επίσης στον χρήστη πώς τα δεδομένα έχουν τροποποιηθεί ή ομαδοποιηθεί για να καταστούν κατανοητά και ερμηνεύσιμα.



```
81
82
83 #Include factor variables after converting them |
84 RDATA2$S2 = as.factor(RDATA2$S2)
85 RDATA2$S1 = as.factor(RDATA2$S1)
86 RDATA2$EXP = as.factor(RDATA2$EXP)
87
88 RDATA2$PROPERTY_ACCID = as.factor(RDATA2$PROPERTY_ACCID)
89 RDATA2$INJURY_ACCID = as.factor(RDATA2$INJURY_ACCID)
90
91 RDATA2$VIOLATIONS = as.factor(RDATA2$VIOLATIONS)
92
93 RDATA2$WORRIED = as.factor(RDATA2$WORRIED)
94 RDATA2$STAT_INJURIES = as.factor(RDATA2$STAT_INJURIES)
95 RDATA2$STAT_DEATHS = as.factor(RDATA2$STAT_DEATHS)
96 RDATA2$SPEED_ROLE = as.factor(RDATA2$SPEED_ROLE)
97
98 RDATA2$MOTO_RISK = as.factor(RDATA2$MOTO_RISK)
99 RDATA2$ACC_HIGHW = as.factor(RDATA2$ACC_HIGHW)
100
101 RDATA2$IF_ROAD_TYPE = as.factor(RDATA2$IF_ROAD_TYPE)
102 RDATA2$IF_TRAFFIC = as.factor(RDATA2$IF_TRAFFIC)
103 RDATA2$IF_FREQ = as.factor(RDATA2$IF_FREQ)
104 RDATA2$IF_OTHERS_SPEED = as.factor(RDATA2$IF_OTHERS_SPEED)
105
106 RDATA2$IF_POLICE = as.factor(RDATA2$IF_POLICE)
107
108
109 RDATA2$GENDER = as.factor(RDATA2$GENDER)
110 RDATA2$AGE = as.factor(RDATA2$AGE)
111
```

Εικόνα 5. 2 Δήλωση των διακριτών μεταβλητών του αρχείου RDATA2

Χρειάστηκαν πολλές δοκιμές για να βρούμε το καταλληλότερο πολυωνυμικό μοντέλο, το οποίο να ικανοποιεί όσο το δυνατόν περισσότερο τα εξής 3 κριτήρια:

1. Να έχει τουλάχιστον 6 μεταβλητές, 2 από κάθε κατηγορία εκ των B, G, D, όπως αναφέρονται στην εικόνα 5. 2.
2. Να μην έχουν υψηλή **αυτοσυσχέτιση** οι μεταβλητές του μοντέλου
3. Να έχει τιμή $g'(-H)^{-1}g$ όσο γίνεται **υψηλότερη**

Μετά από πολλές δοκιμές, καταλήξαμε σε ένα μοντέλο, το οποίο παίρνει διαφορετική μορφή ανάλογα με την εναλλακτική που εξετάζεται (μείωση από 130 στα 120 χλμ/ώρα και από 130 στα 110 χλμ/ώρα), ένα για κάθε εναλλακτική:

1^ομοντέλο:

```
MLR1 <- mlogit(Choice=1 ~ Time + Fuel + Accident | EXP + PROPERTY_ACCID +
STAT_DEATHS + SPEED_ROLE + MOTO_RISK + GENDER + INCOME, data = RDATA2,
reflevel = "3", method = "nr")
```

Ο παραπάνω κώδικας αναφέρεται στην κατασκευή ενός πολυωνυμικού λογιστικού μοντέλου χρησιμοποιώντας το πακέτο mlogit της γλώσσας R. Ας εξετάσουμε αναλυτικά τον κώδικα:

1. **Δομή του Μοντέλου:** Το μοντέλο αυτό, προσπαθεί να προβλέψει την εξαρτημένη μεταβλητή 'Choice' βασισμένο σε διάφορες ανεξάρτητες μεταβλητές.
2. **Εξαρτημένη Μεταβλητή:** 'Choice' αντιπροσωπεύει την επιλογή που κάνει ένας άτομο με βάση διάφορα σενάρια.
3. **Ανεξάρτητες Μεταβλητές:**
 1. EXP : Οδηγική εμπειρία
 2. PROPERTY_ACCID: Σε πόσα ατυχήματα με υλικές ζημιές έχετε εμπλακεί σαν οδηγός
 3. STAT_DEATHS: Νεκροί από οδικά ατυχήματα ετησίως
 4. SPEED_ROLE: Ο ρόλος της ταχύτητας στην πρόκληση ατυχημάτων
 5. MOTO_RISK: βαθμός επικινδυνότητας όταν η ταχύτητα είναι στα όρια των 130km/h.
 6. GENDER: φύλο
 7. INCOME: ετήσιο οικογενειακό εισόδημα
4. **Επίπεδο Αναφοράς:** Το 'reflevel = "3"' σημαίνει ότι η τρίτη εναλλακτική χρησιμοποιείται ως επίπεδο αναφοράς. Αυτό είναι σημαντικό όταν θέλουμε να συγκρίνουμε τα αποτελέσματα των άλλων επιλογών με αυτό το συγκεκριμένο επίπεδο.

Coefficients :

	Estimate	Std. Error	z-value	Pr(> z)
(Intercept):1	0.2332260	0.2701691	0.8633	0.3879950
(Intercept):2	-0.4770164	0.2105320	-2.2658	0.0234656 *
Time	-0.0263368	0.0094727	-2.7803	0.0054311 ***
Fuel	0.0046871	0.0178030	0.2633	0.7923389
Accident	0.0098498	0.0034425	2.8612	0.0042203 ***
EXP62:1	-0.4131217	0.1261220	-3.2756	0.0010545 ***
EXP62:2	-0.4404246	0.1309418	-3.3635	0.0007696 ***
PROPERTY_ACCID66:1	0.4854655	0.1295747	3.7466	0.0001792 ***
PROPERTY_ACCID66:2	0.7567280	0.1369507	5.5256	3.285e-08 ***
STAT_DEATHS76:1	0.8255700	0.1318897	6.2596	3.861e-10 ***
STAT_DEATHS76:2	1.0226620	0.1348786	7.5821	3.397e-14 ***
SPEED_ROLE78:1	-0.8211270	0.1971802	-4.1643	3.122e-05 ***
SPEED_ROLE78:2	-0.4024554	0.1920500	-2.0956	0.0361198 *
MOTO_RISK80:1	-1.1185325	0.1593923	-7.0175	2.259e-12 ***
MOTO_RISK80:2	-0.7848443	0.1605160	-4.8895	1.011e-06 ***
GENDER2:1	0.8434516	0.1240384	6.7999	1.047e-11 ***
GENDER2:2	0.5080451	0.1298656	3.9121	9.150e-05 ***
INCOME99:1	0.0959392	0.1320228	0.7267	0.4674178
INCOME99:2	0.5506858	0.1427934	3.8565	0.0001150 ***

signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Log-Likelihood: -2338.5

Likelihood ratio test :chisq = 337.01 (p.value = < 2.22e-16) - ok

Εικόνα 5. 6Αποτελέσματα εκτέλεσης του πολυωνυμικού μοντέλου

2^ο μοντέλο:

```
MLR2 <-mlogit(Choice=2 ~ Time + Fuel + Accident | EXP + PROPERTY_ACCID +  
STAT_DEATHS + MOTO_RISK + INCOME + PROF, data = RDATA2, reflevel = "3",  
method = "nr")
```

Ομοίως με πριν, έχουμε εξαρτημένη μεταβλητή την 'Choice' και ανεξάρτητες τις εξής:

1. EXP : Οδηγική εμπειρία
2. PROPERTY_ACCID: Σε πόσα ατυχήματα με υλικές ζημιές έχετε εμπλακεί σαν οδηγός
3. STAT_DEATHS: Νεκροί από οδικά ατυχήματα ετησίως
4. MOTO_RISK: Βαθμός επικινδυνότητας όταν η ταχύτητα είναι στα όρια των 130km/h.
5. Income: Ετήσιο οικογενειακό εισόδημα
6. PROF: Επάγγελμα

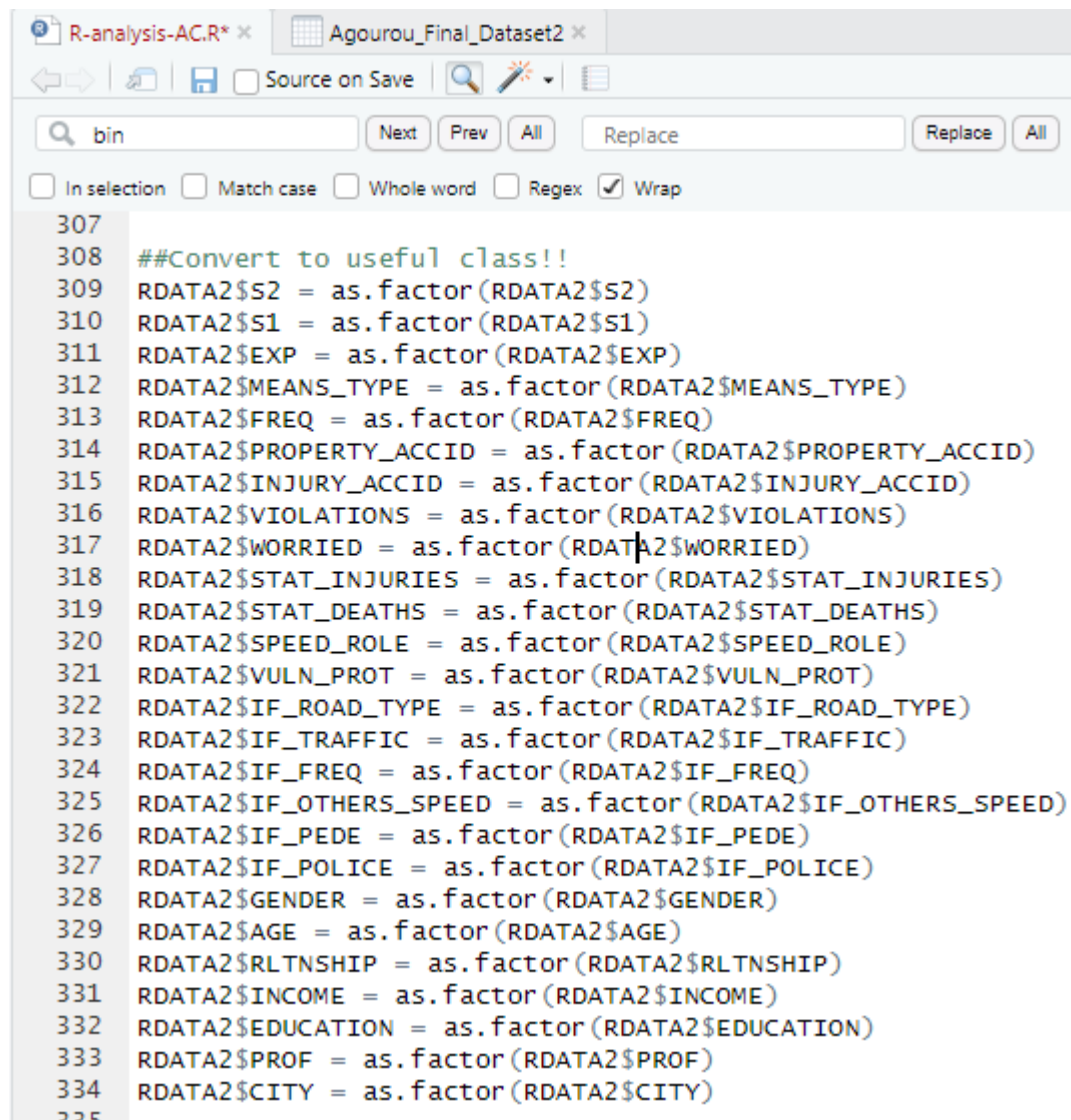
Coefficients :

	Estimate	Std. Error	z-value	Pr(> z)	
(Intercept):1	0.8867781	0.3456001	2.5659	0.0102906	*
(Intercept):2	-0.0561929	0.3098706	-0.1813	0.8560982	
Time	-0.0260997	0.0094313	-2.7673	0.0056514	**
Fuel	0.0043514	0.0176986	0.2459	0.8057906	
Accident	0.0098236	0.0034391	2.8565	0.0042835	**
EXP62:1	-0.3734547	0.1287668	-2.9002	0.0037288	**
EXP62:2	-0.4174253	0.1349040	-3.0942	0.0019732	**
PROPERTY_ACCID66:1	0.5471411	0.1290917	4.2384	2.251e-05	***
PROPERTY_ACCID66:2	0.8125013	0.1378533	5.8940	3.771e-09	***
STAT_DEATHS76:1	0.7552245	0.1309338	5.7680	8.022e-09	***
STAT_DEATHS76:2	1.0212837	0.1353708	7.5443	4.552e-14	***
MOTO_RISK80:1	-1.4932092	0.1534917	-9.7283	< 2.2e-16	***
MOTO_RISK80:2	-0.9911526	0.1558746	-6.3587	2.035e-10	***
INCOME99:1	0.0856667	0.1311247	0.6533	0.5135483	
INCOME99:2	0.5389164	0.1436799	3.7508	0.0001763	**
PROF2:1	-0.1425506	0.2775790	-0.5135	0.6075670	
PROF2:2	0.3644724	0.2842718	1.2821	0.1997983	
PROF3:1	-0.4032026	0.2289640	-1.7610	0.0782407	.
PROF3:2	-0.4260176	0.2405202	-1.7712	0.0765218	.
PROF4:1	1.2016198	0.5291966	2.2706	0.0231682	*
PROF4:2	0.6531598	0.5609930	1.1643	0.2443056	
PROF5:1	-0.3304622	0.3186226	-1.0372	0.2996619	
PROF5:2	-0.3651649	0.3371864	-1.0830	0.2788189	
PROF6:1	-0.2030783	0.2702808	-0.7514	0.4524357	
PROF6:2	-0.2582007	0.2839932	-0.9092	0.3632555	

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Log-Likelihood: -2352.8

Likelihood ratio test:chisq = 308.49 (p.value = < 2.22e-16) - ok



```
307
308 ##Convert to useful class!!
309 RDATA2$S2 = as.factor(RDATA2$S2)
310 RDATA2$S1 = as.factor(RDATA2$S1)
311 RDATA2$EXP = as.factor(RDATA2$EXP)
312 RDATA2$MEANS_TYPE = as.factor(RDATA2$MEANS_TYPE)
313 RDATA2$FREQ = as.factor(RDATA2$FREQ)
314 RDATA2$PROPERTY_ACCID = as.factor(RDATA2$PROPERTY_ACCID)
315 RDATA2$INJURY_ACCID = as.factor(RDATA2$INJURY_ACCID)
316 RDATA2$VIOLATIONS = as.factor(RDATA2$VIOLATIONS)
317 RDATA2$WORRIED = as.factor(RDATA2$WORRIED)
318 RDATA2$STAT_INJURIES = as.factor(RDATA2$STAT_INJURIES)
319 RDATA2$STAT_DEATHS = as.factor(RDATA2$STAT_DEATHS)
320 RDATA2$SPEED_ROLE = as.factor(RDATA2$SPEED_ROLE)
321 RDATA2$VULN_PROT = as.factor(RDATA2$VULN_PROT)
322 RDATA2$IF_ROAD_TYPE = as.factor(RDATA2$IF_ROAD_TYPE)
323 RDATA2$IF_TRAFFIC = as.factor(RDATA2$IF_TRAFFIC)
324 RDATA2$IF_FREQ = as.factor(RDATA2$IF_FREQ)
325 RDATA2$IF_OTHERS_SPEED = as.factor(RDATA2$IF_OTHERS_SPEED)
326 RDATA2$IF_PEDE = as.factor(RDATA2$IF_PEDE)
327 RDATA2$IF_POLICE = as.factor(RDATA2$IF_POLICE)
328 RDATA2$GENDER = as.factor(RDATA2$GENDER)
329 RDATA2$AGE = as.factor(RDATA2$AGE)
330 RDATA2$RLTNSHIP = as.factor(RDATA2$RLTNSHIP)
331 RDATA2$INCOME = as.factor(RDATA2$INCOME)
332 RDATA2$EDUCATION = as.factor(RDATA2$EDUCATION)
333 RDATA2$PROF = as.factor(RDATA2$PROF)
334 RDATA2$CITY = as.factor(RDATA2$CITY)
335
```

Με τα ίδια κριτήρια, έγιναν οι δοκιμές για την επιλογή του καταλληλότερου διωνυμικού μοντέλου. Τελικά, καταλήξαμε σε δύο μοντέλα, τα οποία είναι τα εξής:

```
glm(formula = S1 ~ PROPERTY_ACCID + VIOLATIONS + SPEED_ROLE +  
IF_TRAFFIC + GENDER + INCOME, family = "binomial", data = RDATA)
```

Το οποίο χρησιμοποιεί ως εξαρτημένη μεταβλητή την S1: Συμφωνείτε με τη μείωση των ορίων ταχύτητας στα 110 km/h σε αυτοκινητοδρόμους; (ναι/όχι), και δίνει τα παρακάτω αποτελέσματα:

```

Coefficients:
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)    1.81566    0.18054  10.057 < 2e-16 ***
PROPERTY_ACCID66 -0.88394    0.09845  -8.979 < 2e-16 ***
VIOLATIONS     -0.50681    0.08945  -5.666 1.46e-08 ***
SPEED_ROLE78    0.92884    0.17319   5.363 8.18e-08 ***
IF_TRAFFIC84   -0.85221    0.15007  -5.679 1.36e-08 ***
GENDER2        -1.11967    0.09150 -12.237 < 2e-16 ***
INCOME2        -0.54164    0.10746  -5.040 4.64e-07 ***
INCOME3        -0.08004    0.12061  -0.664 0.507
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

Null deviance: 3289.5 on 2399 degrees of freedom
Residual deviance: 2944.5 on 2392 degrees of freedom
AIC: 2960.5

Number of Fisher Scoring iterations: 4

Hosmer and Lemeshow goodness of fit (GOF) test

data: BLR2_binomial$y, fitted(BLR2_binomial)
X-squared = 4.6897, df = 3, p-value = 0.196 (ok)

```

Και το μοντέλο:

```

glm(formula = S2 ~ INJURY_ACCID + WORRIED + STAT_INJURIES + MOTO_RISK +
    PROF + INCOME, family = binomial(link = "logit"), data = RDATA)

```

Το οποίο χρησιμοποιεί ως εξαρτημένη μεταβλητή την S2: Συμφωνείτε με τη μείωση των ορίων ταχύτητας στα 120 km/h σε αυτοκινητοδρόμους; (ναι/όχι), και δίνει τα παρακάτω αποτελέσματα:

```
Call:
glm(formula = S2 ~ INJURY_ACCID + WORRIED + STAT_INJURIES +
MOTO_RISK +
PROF + INCOME, family = binomial(link = "logit"), data = RDATA)
```

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)	
(Intercept)	1.85610	0.28091	6.607	3.91e-11	***
INJURY_ACCID68	0.62632	0.13113	4.776	1.79e-06	***
WORRIED72	0.36115	0.09480	3.810	0.000139	***
STAT_INJURIES74	-0.89482	0.09777	-9.152	< 2e-16	***
MOTO_RISK	-0.73161	0.06320	-11.577	< 2e-16	***
PROF2	0.22565	0.20457	1.103	0.269998	
PROF3	-0.16221	0.17103	-0.948	0.342908	
PROF4	-0.94654	0.33402	-2.834	0.004600	**
PROF5	-1.84834	0.30586	-6.043	1.51e-09	***
PROF6	-0.20166	0.19822	-1.017	0.308986	
INCOME2	0.41641	0.11037	3.773	0.000161	***
INCOME3	0.70299	0.12573	5.591	2.25e-08	***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

Null deviance: 3325.6 on 2399 degrees of freedom
Residual deviance: 2900.2 on 2388 degrees of freedom
AIC: 2924.2

Number of Fisher Scoring iterations: 4

Hosmer and Lemeshow goodness of fit (GOF) test

data: BLR11\$y, fitted(BLR11)
X-squared = 7.8677, df = 3.8, p-value = 0.08543 (ok)

5. 4. Ερμηνεία Αποτελεσμάτων

Στη συνέχεια, επιχειρείται μια **ερμηνεία των αποτελεσμάτων** των πολυωνυμικών και διωνυμικών μοντέλων, η οποία θα βασιστεί στον στατιστικό έλεγχο του μοντέλου. Κατά τον στατιστικό έλεγχο, θα υπολογιστεί η τιμή **OddsRatio** για καθεμία από τις μεταβλητές του μοντέλου, και θα προσδιοριστεί η σημαντικότητά τους.

Μέσω της συνάρτησης `exp` και με εφαρμογή της για όλες τις τιμές εκτίμησης του μοντέλου (Στήλη Estimate στον πίνακα Coefficients), προκύπτουν οι εξής τιμές για το **OddsRatio**:

Συντελεστές	P-value	OddsRatio	Σημαντικότητα
0,8867781	0,01	2,427297	0,01
-0,0561929	0,856	0,945357	Μη σημαντικό
-0,0260997	<0,001	0,974238	0,001
0,0043514	0,805	1,004361	Μη σημαντικό
0,0098236	0,004	1,009872	0,01
-0,3734547	0,003	0,688352	0,01
-0,4174253	0,001	0,658741	0,01
0,5471411	<0,001	1,728305	0,01
0,8125013	<0,001	2,253538	0,01
0,7552245	<0,001	2,128089	0,01
1,0212837	<0,001	2,776757	0,01
-1,4932092	<0,001	0,224651	0,01
0,9911526	<0,001	2,694338	0,01
0,0856667	0,513	1,089443	Μη σημαντικό
0,5389164	<0,001	1,714148	0,01
-0,1425506	0,607	0,867144	Μη σημαντικό
0,3644724	0,199	1,439754	Μη σημαντικό
-0,4032026	0,078	0,668177	Μη σημαντικό
-0,4260176	0,076	0,653105	Μη σημαντικό
1,2016198	0,02	3,325499	0,05
0,6531598	0,244	1,921603	Μη σημαντικό
-0,3304622	0,299	0,718592	Μη σημαντικό
-0,3651649	0,278	0,694082	Μη σημαντικό
-0,2030783	0,452	0,816214	Μη σημαντικό
-0,2582007	0,363	0,77244	Μη σημαντικό

Αντίστοιχα, οι τιμές των OddsRatio για το πρώτο διωνυμικό μοντέλο , είναι οι εξής:

Μεταβλητές	Συντελεστές	P-value	OddsRatio	Σημαντικότητα
Intercept	1,81566	<0,001	6,145131	0,001
Property Accident	-0,88394	<0,001	0,413152	0,001
Violations	-0,50681	<0,001	0,602414	0,001
Speed role	0,92884	<0,001	2,531571	0,001
If traffic	-0,85221	<0,001	0,426471	0,001
Gender	-1,11967	<0,001	0,326387	0,001
Income 2	-0,54164	<0,001	0,581793	0,001
Income 3	-0,08004	<0,507	0,923079	Μη σημαντικό

Μεταβλητές	Συντελεστές	P-value	OddsRatio	Σημαντικότητα
Intercept	1,85610	<0,001	6,398733	0,001
Injury Accident	0,62632	<0,001	1,870714	0,001
Worried	0,36115	<0,001	1,434979	0,001
Statistics Injureis	-0,89482	<0,001	0,408681	0,001
Moto risk	-0,73161	<0,001	0,481134	0,001
Prof 2	0,22565	0,269	1,253137	Μη σημαντικό
Prof 3	-0,16221	0,342	0,850263	Μη σημαντικό
Prof 4	-0,94654	<0,001	0,388081	0,004
Prof 5	-1,84834	<0,001	0,157498	0,001
Prof 6	-0,20166	<0,308	0,817373	Μη σημαντικό
Income 2	0,41641	<0,001	1,516508	0,001
Income 3	0,70299	<0,001	2,019783	0,001

Η συνάρτηση χρησιμότητας U1, αντιστοιχεί στο πολυωνυμικό μοντέλο που εκφράζει τη συνάρτηση για τη μείωση ταχύτητας στους αυτοκινητόδρομους από 130 χλμ / ώρα σε 110 χλμ/ώρα και ορίζεται ως εξής:

$$U1 = 0,233 - 0,026 * \text{Time} + 0,009 * \text{Accident} + 0,485 * \text{PROPERTY_ACCID} + 0,825 * \text{STAT_DEATHS} - 1,118 * \text{MOTO_RISK} + 0,095 * \text{INCOME}$$

Στην πράξη, αυτό σημαίνει ότι:

- Η **αύξηση** του χρόνου ταξιδιού, οδηγεί σε μείωση της πιθανότητας επιλογής μείωσης του ορίου ταχύτητας, κάτι που αποτυπώνει την σημασία που δίνουν οι συμμετέχοντες στον παράγοντα του χρόνου του ταξιδιού
- Η **αύξηση** του ποσοστού των ατυχημάτων οδηγεί σε αύξηση της πιθανότητας επιλογής μείωσης του ορίου ταχύτητας, καθώς εύλογα, η μείωση των ατυχημάτων φαίνεται πως αποτελεί προτεραιότητα για τους συμμετέχοντες.

- Η **αύξηση** της πιθανότητας πρόκλησης ατυχημάτων οδηγεί σε αύξηση της πιθανότητας επιλογής μείωσης του ορίου ταχύτητας, αντίστοιχα με προηγούμενως.
- **Όσο μεγαλύτερο** ήταν το νούμερο των θανάτων που πιστεύουν οι συμμετέχοντες ότι οφείλεται σε οδικά ατυχήματα ετησίως στην Ελλάδα, τόσο αυξάνεται η πιθανότητα επιλογής μείωσης του ορίου ταχύτητας. Αυτό δηλώνει την πεποίθηση των συμμετεχόντων ότι η υπάρχει υψηλή υπαιτιότητα του ορίου ταχύτητας στους θανάτους από οδικά ατυχήματα.
- Όσο πιο **επικίνδυνο** θεωρούν οι συμμετέχοντες να τρέχουν οι μοτοσυκλετιστές στους αυτοκινητόδρομους κοντά στο όριο ταχύτητας, τόσο πιο πιθανό είναι να επιλέξουν την επιλογή μείωσης του ορίου ταχύτητας, κάτι που υποδηλώνει το πόσο σημαντικό παράγοντα θεωρούν το όριο ταχύτητας σε σχέση με τον κίνδυνο που διατρέχουν οι μοτοσυκλετιστές.
- Άτομα **υψηλότερου εισοδήματος** είναι πιο πιθανό να επιθυμούν τη μείωση του ορίου ταχύτητας, καθώς πιθανώς να έχουν λιγότερους λόγους για να οδηγούν στο όριο, λόγω μεγαλύτερης άνεσης στην καθημερινότητά τους.

Η συνάρτηση χρησιμότητας U2, για το ίδιο πολυωνυμικό μοντέλο, αλλά όπου η μείωση ταχύτητας στους αυτοκινητόδρομους γίνεται από 130 χλμ / ώρα σε 120 χλμ/ώρα ορίζεται ως εξής:

$$U2 = 0,233 - 0,026 * \text{Time} + 0,009 * \text{Accident} + 0,756 * \text{PROPERTY_ACCID} + 1,022 * \text{STAT_DEATHS} - 0,784 * \text{MOTO_RISK} + 0,550 * \text{INCOME}$$

Η ερμηνεία των μεταβλητών, οι οποίες ήταν κοινές με το προηγούμενο μοντέλο, δεν διαφοροποιείται σε αυτό. Η μόνη νεοεισερχόμενη μεταβλητή στο **2^ο πολυωνυμικό μοντέλο** είναι αυτή του **επαγγέλματος**, η οποία όμως δεν είναι στατιστικά σημαντική για κανένα επάγγελμα.

Συνεχίζοντας με τις συναρτήσεις χρησιμότητας U3 και U4 για τα δύο διωνυμικά μοντέλα, η πρώτη μπορεί να εκφραστεί ως εξής:

$$U3 = 1,68 + 0,626 * \text{INJURY_ACCID} + 0,361 * \text{WORRIED} - 0,884 * \text{STAT_INJURIES} - 0,731 * \text{MOTO_RISK} + 0,225 * \text{PROF2} - 0,162 * \text{PROF3} - 0,946 * \text{PROF4} - 1,848 * \text{PROF5} - 0,201 * \text{PROF6} + 0,416 * \text{INCOME2} + 0,702 * \text{INCOME3}$$

Εδώ η ερμηνεία του μοντέλου γίνεται ως εξής:

- Όσο αυξάνει ο αριθμός των **ατυχημάτων** στα οποία έχουν εμπλακεί οι συμμετέχοντες ως οδηγοί, τόσο αυξάνεται η πιθανότητα επιλογής της μείωσης του ορίου ταχύτητας, καθώς φαίνεται να θεωρούν οι συμμετέχοντες ότι με τον τρόπο αυτό, θα μειώνονται οι δυσάρεστες εμπειρίες της εμπλοκής σε ατυχήματα.
- Μεγαλύτερη ανησυχία σχετικά με το ενδεχόμενο **εμπλοκής σε οδικό ατύχημα**, συνεπάγεται αύξηση της πιθανότητας επιλογής της μείωσης του ορίου ταχύτητας, κάτι που φανερώνει την υψηλή επικινδυνότητα που έχει η οδήγηση σε υψηλή ταχύτητα για τα ατυχήματα στο δρόμο.

- Οι άνθρωποι που θεωρούν ότι υπάρχουν περισσότεροι τραυματίες από οδικά ατυχήματα, τείνουν να επιθυμούν λιγότερο τη μείωση του ορίου ταχύτητας από ό,τι όσοι θεωρούν ότι υπάρχουν περισσότεροι τραυματίες. Αυτό μπορεί να ισχύει επειδή ίσως υπάρχει η αντίληψη ότι τα **περισσότερα ατυχήματα** οφείλονται σε άλλα αίτια, όπως οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ, επικινδυνότητα στροφών, κακός φωτισμός, κακή πρόσφυση ελαστικών κ. α. , και λιγότερο λόγω του ορίου ταχύτητας.
- Όσο πιο επικίνδυνη θεωρούν οι συμμετέχοντες την οδήγηση των μοτοσυκλετιστών κοντά στο **όριο ταχύτητας** των αυτοκινητοδρόμων, τόσο πιο πιθανό είναι να επιλέξουν την επιλογή μείωσης του ορίου ταχύτητας, αναγνωρίζοντας ως σημαντικό παράγοντα το όριο ταχύτητας για τον κίνδυνο που διατρέχουν οι μοτοσυκλετιστές.
- Οι άνεργοι και όσοι δήλωσαν «οικιακά» φαίνεται να μην συμφωνούν με την μείωση του ορίου ταχύτητας, πιθανόν διότι τους ενδιαφέρει λιγότερο, από τη στιγμή που η καθημερινότητά τους μάλλον έχει μικρότερη συμμετοχή σε πορείες σε αυτοκινητόδρομους σε σχέση με τις άλλες κατηγορίες απασχόλησης, οι οποίες σημειώνεται ότι ήταν **στατιστικά μη σημαντικές** (για αυτό και απουσιάζουν από την ερμηνεία).
- Άτομα **υψηλότερου εισοδήματος** είναι πιο πιθανό να επιθυμούν τη μείωση του ορίου ταχύτητας, καθώς πιθανώς να έχουν λιγότερους λόγους για να οδηγούν στο όριο, λόγω μεγαλύτερης άνεσης στην καθημερινότητά τους.

Τέλος, η συνάρτηση χρησιμότητας για το δεύτερο διωνυμικό μοντέλο, μπορεί να εκφραστεί ως εξής:

$$U4 = 1,815 - 0,883 * \text{PROPERTY_ACCID} - 0,506 * \text{VIOLATATIONS} + 0,928 * \text{SPEED_ROLE} - 0,852 * \text{IF_TRAFFIC} - 1,11 * \text{GENDER} - 0,541 * \text{INCOME2}.$$

Μια ερμηνεία για το μοντέλο αυτό, είναι η εξής:

- Η αύξηση της πιθανότητας πρόκλησης **ατυχημάτων** οδηγεί σε μείωση της πιθανότητας επιλογής μείωσης του ορίου **ταχύτητας**.
- Όσο **αυξάνει ο αριθμός των κλήσεων** για παραβάσεις του Κ. Ο. Κ. , τόσο μειώνεται η πιθανότητα επιλογής της μείωσης του ορίου ταχύτητας. Αυτό είναι εύλογο καθότι πολλές κλήσεις μπορεί να οφείλονται σε υπερβολική ταχύτητα και ένα χαμηλότερο όριο θα δυσανασχετήσσει τα άτομα αυτά, στα οποία προφανώς αρέσει η ταχύτητα και θα θεωρούν ότι οδηγούν με ασφάλεια παρά ταύτη.
- Όσο περισσότεροι θεωρούν οι συμμετέχοντες ότι είναι οι **θάνατοι** λόγω οδικών ατυχημάτων ετησίως στην Ελλάδα, τόσο πιο πιθανό είναι να επιλέξουν την μείωση του ορίου ταχύτητας κάτι που δηλώνει την σύνδεση, στη συνείδηση των συμμετεχόντων, της υψηλής υπαιτιότητας του ορίου ταχύτητας με τους θανάτους από **οδικά ατυχήματα**.
- Όσο περισσότερη βαρύτητα δίνουν οι συμμετέχοντες στο ρόλο της **κυκλοφορίας** (κίνησης) στην οδό, τόσο μειώνεται η πιθανότητα επιλογής της μείωσης του ορίου ταχύτητας. Δηλαδή, σε δρόμους οι οποίοι έχουν χαμηλή

κυκλοφορία, όπως πολύ συχνά συμβαίνει σε τμήματα των αυτοκινητόδρομων που μπορεί να αναπτυχθεί η μέγιστη ταχύτητα, η πιθανότητα ατυχήματος μειώνεται, οπότε υπάρχει το περιθώριο να αναπτυχθεί πολύ υψηλή ταχύτητα χωρίς ιδιαίτερο κίνδυνο για ατύχημα.

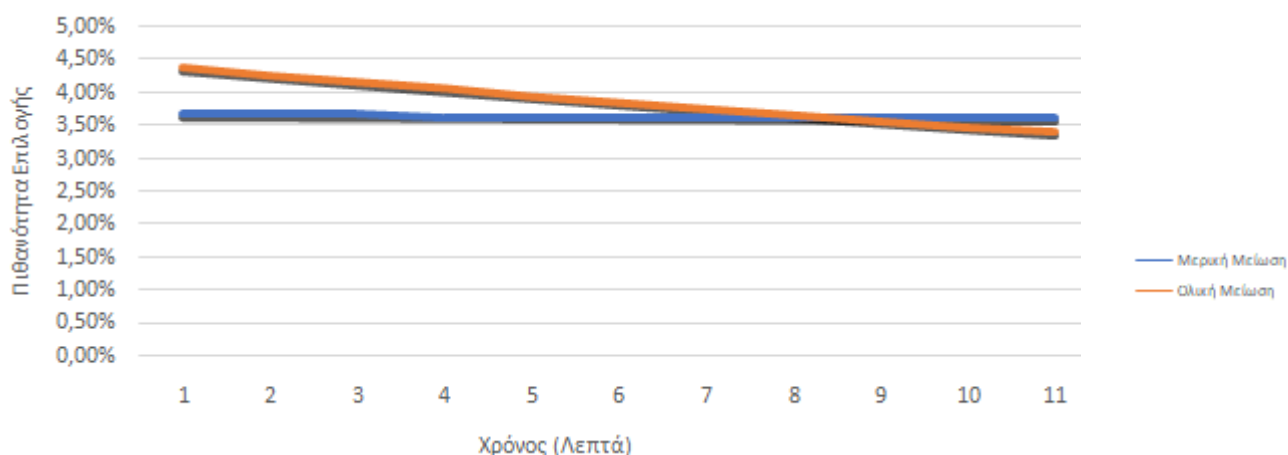
- Οι γυναίκες τείνουν να επιλέγουν περισσότερο τη μείωση του ορίου ταχύτητας από ό,τι οι άνδρες, κάτι που μάλλον οφείλεται στο αίσθημα ασφάλειας που εγγενώς έχουν πιο αναπτυγμένο από τους άνδρες.

- Άτομα με **εισόδημα** 10. 000 – 25. 000 ευρώ επιθυμούν περισσότερο τη μείωση του ορίου από ό,τι οι άλλες κατηγορίες. Πιθανόν, αυτά τα άτομα να κινούνται και περισσότερο σε αυτοκινητόδρομους, σε σχέση με τους χαμηλότερης οικονομικής τάξης (οι οποίοι μπορεί και να μην έχουν αμάξι ικανό για μεγάλες διαδρομές και για να αναπτύσσει μεγάλες ταχύτητες) και με τους υψηλότερης οικονομικής τάξης (οι οποίοι μπορεί να επιλέγουν σπανιότερα τη μετακίνηση με αυτοκίνητο και να επιλέγουν συχνότερα , για παράδειγμα, τη χρήση του αεροπλάνου).

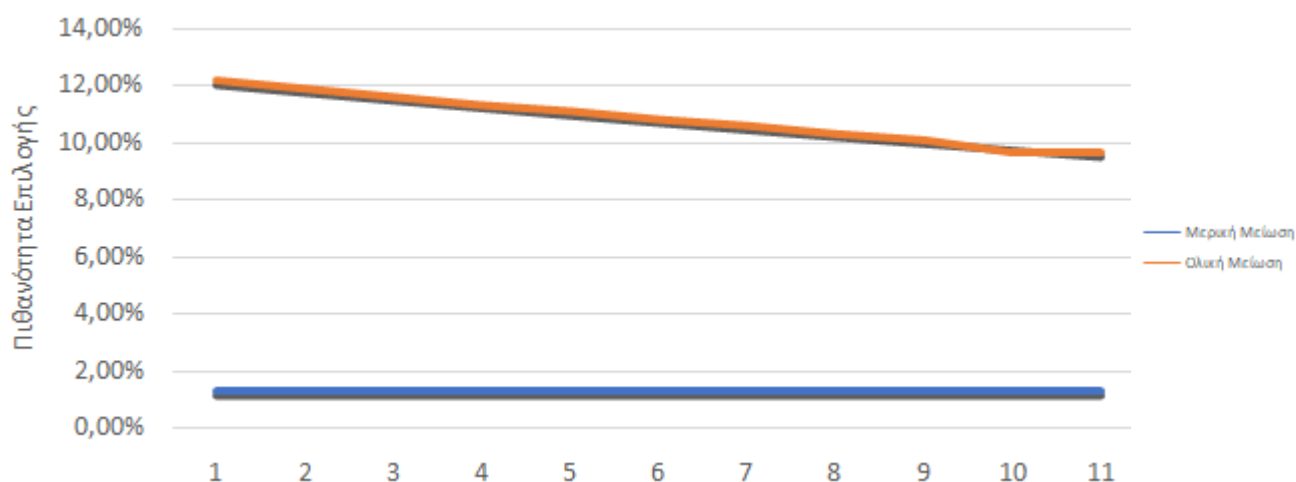
5. 5. Ανάλυση ευαισθησίας

Στα παρακάτω **διαγράμματα ευαισθησίας**, γίνεται πιο κατανοητή η επίδραση των ανεξάρτητων μεταβλητών στα μοντέλα, για τις δύο εναλλακτικές (μείωση ταχύτητας των αυτοκινητοδρόμων από 130 χλμ/ώρα σε 110χλμ/ώρα, και μείωση ταχύτητας των αυτοκινητοδρόμων από 130 χλμ/ώρα σε 120χλμ/ώρα. Η κατασκευή των διαγραμμάτων, έγινε με χρήση κοινών τιμών στη μεταβλητή του χρόνου, σύμφωνα με τις επιλογές που υπήρχαν στο ερωτηματολόγιο. Η ανάλυση ευαισθησίας έγινε μόνο για **το πολυωνυμικό μοντέλο**.

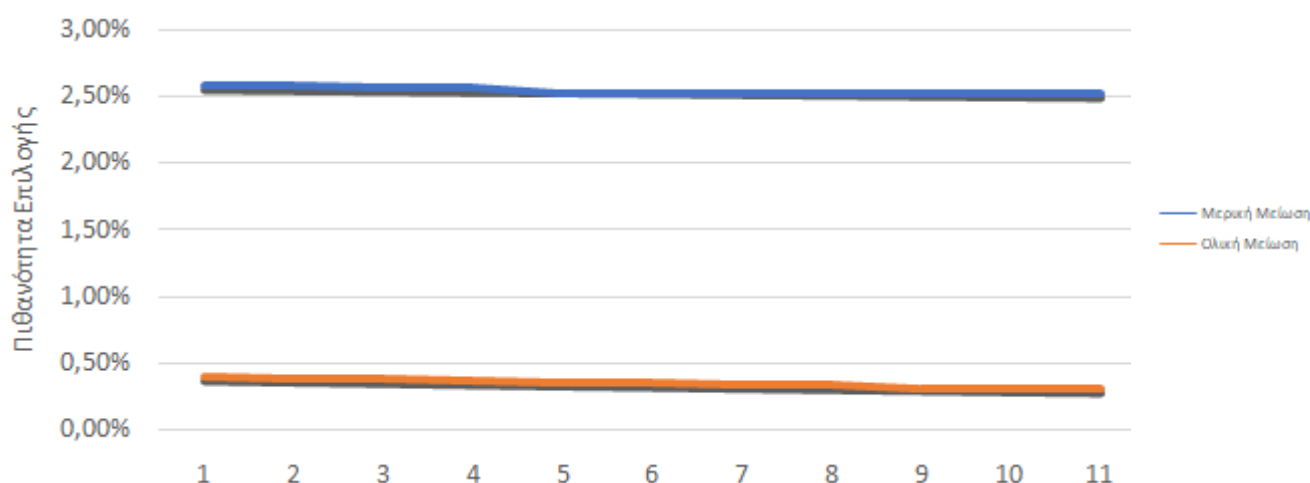
Τα διαγράμματα που προέκυψαν, είναι τα εξής:



Διάγραμμα 5. 1. Μεταβολή πιθανότητας επιλογής σεναρίου με το χρόνο, για υψηλή μείωση κατανάλωσης καυσίμου, μέτρια μείωση πιθανότητας πρόκλησης ατυχήματος με τραυματισμό, για οδηγούς που θεωρούν ότι οι τραυματίες από οδικά ατυχήματα ετησίως στην Ελλάδα είναι λιγότεροι από 5000-10000, και ότι ο ρόλος της ταχύτητας και της οδήγησης των μοτοσικλετιστών στα όρια είναι πολύ σημαντικοί λόγοι για την πρόκληση ατυχημάτων στους αυτοκινητόδρομους.



Διάγραμμα 5. 2. Μεταβολή πιθανότητας επιλογής σεναρίου με το χρόνο, για υψηλή μείωση κατανάλωσης καυσίμου, για οδηγούς που θεωρούν ότι οι νεκροί από οδικά ατυχήματα ετησίως στην Ελλάδα είναι λιγότεροι από 100, ότι ο ρόλος της ταχύτητας δεν είναι καθόλου σοβαρός στην πρόκληση ατυχημάτων και ότι η πιθανότητα και ότι είναι πάρα πολύ επικίνδυνο να τρέχουν οι μοτοσικλετιστές κοντά στο όριο ταχύτητας.



Διάγραμμα 5. 3. Μεταβολή πιθανότητας επιλογής σεναρίου με το χρόνο, για οδηγούς που θεωρούν ότι οι τραυματίες από οδικά ατυχήματα ετησίως στην Ελλάδα είναι λιγότεροι από 5000 - 10000, ότι ο ρόλος της ταχύτητας δεν είναι πάρα πολύ σοβαρός στην πρόκληση ατυχημάτων και ότι η πιθανότητα και ότι είναι λίγο επικίνδυνο να τρέχουν οι μοτοσικλετιστές κοντά στο όριο ταχύτητας.

Κάποια συμπεράσματα που μπορούν να προκύψουν από τα παραπάνω διαγράμματα είναι τα εξής:

- Η **κατανάλωση καυσίμου** παίζει σημαντικό ρόλο στην επιλογή της μείωσης του ορίου της ταχύτητας στους αυτοκινητόδρομους, κάτι που δικαιολογείται από τις συνεχείς αυξήσεις των καυσίμων που παρατηρούνται ιδιαίτερα τους τελευταίους μήνες

- Ο **αριθμός των νεκρών** από οδικά ατυχήματα, όπως τον εκτιμούν οι συμμετέχοντες, δεν δείχνει να οδηγεί σε διαφορετικές πιθανότητες επιλογής, πιθανώς επειδή πολλά ατυχήματα γίνονται και σε χαμηλότερες ταχύτητες.
- Το αν οι **μοτοσικλετιστές** οδηγούν στα όρια, φαίνεται να επηρεάζει σημαντικά τις επιλογές των συμμετεχόντων, καθώς η μικρότερη ανθεκτικότητα του μέσου, δημιουργεί ακόμα μεγαλύτερη επικινδυνότητα σε υψηλές ταχύτητες.
- Η ποσότητα των **περιστατικών τραυματισμού** αποτελεί έναν μετρίως σημαντικό παράγοντα επιλογής, όπως φαίνεται από τις γραφικές παραστάσεις των διαγραμμάτων 5. 1. Και 5. 3.

6. Συμπεράσματα

6. 1. Σύνοψη

Πολλές χώρες στην Ευρώπη και περιοχές των ΗΠΑ καταλήγουν στην εισαγωγή μέτρων, όπως η επιβολή χαμηλότερων ταχυτήτων στους αυτοκινητόδρομους, με στόχο την μείωση των τροχαίων ατυχημάτων, την εξοικονόμηση ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος. Αυτή η Διπλωματική Εργασία στοχεύει στην εξέταση της αντίδρασης του κοινού και των οφελών της μείωσης της ταχύτητας στους ελληνικούς **αυτοκινητόδρομους** από 130 σε 120 ή 110 χλμ. /ώρα.

Ακολουθώντας την καθορισμένη κατεύθυνση, πραγματοποιήθηκε μια βιβλιογραφική αναζήτηση σχετικά με το θέμα της εργασίας. Η βιβλιογραφία έπρεπε να πληροί τρεις κύριες προϋποθέσεις: να αναφέρεται στο αρχικό όριο ταχύτητας των 130 χλμ. /ώρα, στη μείωση κατά 10 και 20 χλμ. /ώρα και στην εξέταση των **αυτοκινητόδρομων**. Συνεπώς, η βιβλιογραφία προσαρμόστηκε για να είναι επιστημονικά ακριβής για την έρευνα. Επιπρόσθετα, δημιουργήθηκε ένα ερωτηματολόγιο για τη συλλογή στοιχείων, χρησιμοποιώντας τη μεθοδολογία της δεδηλωμένης προτίμησης, εξετάζοντας τρία διαφορετικά σενάρια σχετικά με τα όρια ταχύτητας.

Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε **ανάλυση των στοιχείων** και δημιουργήθηκαν μαθηματικά μοντέλα για την κατανόηση των παραγόντων που απορρέουν τις αποφάσεις των συμμετεχόντων. Μετά από περισσότερες αναλύσεις, δημιουργήθηκαν μοντέλα πολυωνυμικής και διωνυμικής παλινδρόμησης για την αξιολόγηση των διαφορετικών σεναρίων, τα οποία παρουσιάζονται συνοπτικά στον παρακάτω πίνακα:

	ΠΟΛΥΩΝΥΜΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΑ ΜΕΙΩΣΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ				ΔΙΩΝΥΜΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΜΕΙΩΣΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ			
	1 ^η εναλλακτική: μείωση ορίου ταχύτητας αυτοκινητοδρόμων από 130 χλ./ώρα σε 120 χλμ/ώρα		2 ^η εναλλακτική: μείωση ορίου ταχύτητας αυτοκινητοδρόμων από 130 χλ./ώρα σε 110 χλμ/ώρα		1 ^ο μοντέλο: μείωση ορίου ταχύτητας αυτοκινητοδρόμων από 130 χλ./ώρα σε 110 χλμ/ώρα		2 ^ο μοντέλο: μείωση ορίου ταχύτητας αυτοκινητοδρόμων από 130 χλ./ώρα σε 120 χλμ/ώρα	
Μεταβλητές	Συντελεστές	P-Value	Συντελεστές	P-Value	Συντελεστές	P-Value	Συντελεστές	P-Value
Αύξηση χρόνου ταξιδιού	-0,026	0,01	-0,026	0,01				
Σταθερός όρος 1	-0,373	0,12						
Σταθερός όρος 2			-0,41	0,134				
Παραβιάσεις ΚΟΚ					-0,506	0,089		
Σημαντικότητα ρόλου της ταχύτητας					0,928	0,173		
Ατυχήματα στα οποία έχει εμπλακεί ο οδηγός	0,009	0,003	0,009	0,003			0,626	0,131
Ανησυχία για εμπλοκή σε ατύχημα							0,361	0,094
Πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα	0,547	0,0129	0,812	0,137				
Εκτίμηση αριθμού τραυματών από οδικά ατυχήματα							-0,894	0,097
Εκτίμηση αριθμού νεκρών από οδικά ατυχήματα	0,755	0,13	1,021	0,135				
Επικινδυνότητα οριακών ταχυτήτων μοτοσικλετιστών	-1,49	0,15	-0,991	0,155			-0,731	0,063
Σημαντικότητα κυκλοφορίας για την επιλογή ταχύτητας					-0,852	0,150		
Εισόδημα	0,085	0,131	0,538	0,143	-0,541	0,107	0,416	0,11
Φύλο					-1,119	0,091		
Επάγγελμα							0,225	0,204

6. 2. Συμπεράσματα Αποδοχής Μέτρου Μείωσης Ορίου Ταχύτητας

Χρόνος Ταξιδιού

Ο χρόνος ταξιδιού είναι σημαντικός παράγοντας για τους συμμετέχοντες. Όταν αυτός αυξάνεται, προτιμούν να μην υπάρχει **μείωση στο όριο ταχύτητας**, δείχνοντας την επιθυμία τους για γρηγορότερα ταξίδια.

Ατυχήματα και Κίνδυνοι

Είναι προφανές ότι οι συμμετέχοντες προτιμούν την **ασφάλεια**. Όταν το ποσοστό των ατυχημάτων ή η πιθανότητα πρόκλησης ατυχημάτων αυξάνεται, είναι πιο πιθανό να επιθυμούν μείωση του ορίου ταχύτητας.

Ενημέρωση και Πεποίθηση

Η πληροφόρηση και η ενημέρωση των συμμετεχόντων σχετικά με τους **θανάτους** από οδικά ατυχήματα στην Ελλάδα φαίνεται να επηρεάζει την απόφασή τους. Όσο πιο υψηλός είναι ο αριθμός των θανάτων που γνωρίζουν, τόσο πιο πιθανό είναι να θελήσουν να μειωθεί το όριο ταχύτητας.

Αντίληψη για τους Μοτοσυκλετιστές

Οι συμμετέχοντες φαίνεται να έχουν μια συγκεκριμένη αντίληψη για το πόσο επικίνδυνο είναι για τους **μοτοσυκλετιστές** να οδηγούν κοντά στο όριο ταχύτητας στους αυτοκινητόδρομους, και αυτό επηρεάζει την απόφασή τους για το όριο ταχύτητας.

Οικονομικό Επίπεδο

Τα άτομα με υψηλότερο εισόδημα φαίνεται να έχουν διαφορετικές **προτεραιότητες** ή να δίνουν διαφορετικό βάρος στο όριο ταχύτητας. Ίσως αυτό να σχετίζεται με το ότι έχουν διαφορετικούς λόγους για να οδηγούν ή με τη γενικότερη άνεση στην καθημερινότητά τους.

Συνολικά, τα ευρήματα δείχνουν τη σημασία της **ασφάλειας** και της πληροφόρησης για τους συμμετέχοντες, καθώς και το πόσο ο χρόνος ταξιδιού, η οικονομική κατάσταση και άλλοι παράγοντες μπορούν να επηρεάσουν την απόφασή τους σχετικά με το όριο ταχύτητας στους δρόμους.

Προσωπική Εμπειρία Ατυχημάτων

Αν κάποιος έχει εμπλακεί προσωπικά σε **ατυχήματα**, είναι πιθανότερο να επιθυμεί τη μείωση του ορίου ταχύτητας, υποδηλώνοντας την επικινδυνότητα της υψηλής ταχύτητας στη δική τους εμπειρία.

Ανησυχία για Ατυχήματα

Όσο περισσότερο ανησυχούν τα άτομα για το ενδεχόμενο εμπλοκής τους σε οδικό **ατύχημα**, τόσο περισσότερο φαίνεται να προτιμούν την μείωση του ορίου ταχύτητας.

Περίληψη των Τραυματιών

Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι όσοι νομίζουν ότι υπάρχουν περισσότεροι **τραυματίες** από οδικά ατυχήματα, τείνουν να μην υποστηρίζουν τη μείωση του ορίου ταχύτητας. Αυτό μπορεί να σημαίνει ότι θεωρούν πως η ταχύτητα δεν είναι ο κύριος παράγοντας τραυματισμού.

Επάγγελμα

Ενώ το επάγγελμα εισήχθη ως νέα μεταβλητή, δεν φαίνεται να έχει σημαντικό ρόλο στην απόφαση για το όριο ταχύτητας.

Κίνηση στο Δρόμο

Όσοι πιστεύουν ότι η κίνηση στο δρόμο είναι λιγότερο σημαντική, τείνουν να μην υποστηρίζουν τη μείωση του ορίου ταχύτητας.

Φύλο

Οι γυναίκες φαίνεται να είναι πιο προσεκτικές και επιθυμούν περισσότερο τη μείωση του ορίου ταχύτητας σε σχέση με τους άνδρες.

Οικονομική Κατάσταση

Τα άτομα με εισόδημα μεταξύ 10. 000 και 25. 000 ευρώ φαίνεται να υποστηρίζουν περισσότερο τη μείωση του ορίου ταχύτητας σε σχέση με άλλες οικονομικές κατηγορίες.

Αυτά τα ευρήματα δείχνουν την **ποικιλομορφία των παραγόντων** που επηρεάζουν την απόφαση των ατόμων για το όριο ταχύτητας στους δρόμους. Η προσωπική εμπειρία, η ανησυχία για ατυχήματα, η πληροφόρηση, το φύλο, το εισόδημα και η κίνηση στο δρόμο είναι μερικοί από τους κύριους παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη.

Επιπλέον, από την ανάλυση ευαισθησίας έχουμε τα παρακάτω συμπεράσματα:

Κατανάλωση Καυσίμου

Η αύξηση της τιμής των καυσίμων έχει αυξήσει την ευαισθητοποίηση των ανθρώπων σχετικά με το κόστος των μετακινήσεων τους. Υπό αυτό το πρίσμα, η **μείωση της ταχύτητας** στους αυτοκινητόδρομους μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της κατανάλωσης καυσίμου, καθώς η οδήγηση σε υψηλότερες ταχύτητες συνήθως αυξάνει την κατανάλωση.

Θάνατοι από Οδικά Ατυχήματα

Παρόλο που η αντίληψη των συμμετεχόντων για τον αριθμό των θανάτων λόγω οδικών ατυχημάτων δεν φαίνεται να επηρεάζει την απόφασή τους, αυτό μπορεί να οφείλεται στην αντίληψη ότι τα ατυχήματα μπορούν να συμβούν σε οποιαδήποτε **ταχύτητα**.

Οδήγηση Μοτοσικλετιστών

Η πρόκληση των μοτοσικλετιστών να οδηγούν κοντά στα όρια ταχύτητας επιβεβαιώνει την αντίληψη της **αυξημένης επικινδυνότητας**. Η φυσική τους

ευάλωτοτητα και η έλλειψη προστατευτικών μέσων σε σχέση με τα αυτοκίνητα, καθιστά την οδήγηση σε υψηλές ταχύτητες ακόμα πιο επικίνδυνη.

Τραυματισμοί στους Δρόμους

Η περίληψη των τραυματιών από οδικά ατυχήματα φαίνεται να έχει έναν μετρίως σημαντικό ρόλο στις επιλογές των συμμετεχόντων. Αυτό μπορεί να υποδηλώνει ότι τα άτομα λαμβάνουν υπόψη τους τις συνέπειες των ατυχημάτων, αλλά ενδεχομένως να μην τις θεωρούν αρκετά σημαντικές για να αλλάξουν τη στάση τους απέναντι στην ταχύτητα.

Σε γενικές γραμμές, η αντίληψη των ατόμων για τα οδικά ατυχήματα, την κατανάλωση καυσίμων και την επικινδυνότητα των μοτοσικλετιστών παίζει έναν σημαντικό ρόλο στην απόφασή τους για **το όριο ταχύτητας** στους αυτοκινητόδρομους. Είναι σημαντικό να λαμβάνονται υπόψη αυτοί οι παράγοντες όταν διαμορφώνονται πολιτικές για την οδική ασφάλεια.

6. 3. Προτάσεις για την αξιοποίηση των αποτελεσμάτων

Με βάση τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα της Διπλωματικής Εργασίας, παρατίθενται μια σειρά προτάσεις για αξιοποίηση τους στην εφαρμογή πολιτικών και μέτρων.

1. **Ενημέρωση & Εκπαίδευση:** Λόγω της πληθώρας παραγόντων που επηρεάζουν την απόφαση για τη μείωση του ορίου ταχύτητας, θα ήταν καλό να διεξαχθούν εκστρατείες **ενημέρωσης και εκπαίδευσης** των οδηγών για τις συνέπειες της υπερβολικής ταχύτητας, τον ρόλο των ατυχημάτων και τα οφέλη από την μείωση της ταχύτητας.
2. **Στοχευμένες Δράσεις:** Αναγνωρίζοντας τη διαφορά στην αποδοχή του μέτρου ανάλογα με την εκπαίδευση και την επαγγελματική κατάσταση, θα ήταν σκόπιμο να δημιουργηθούν **προγράμματα ενημέρωσης** που να απευθύνονται σε συγκεκριμένα δημογραφικά στοιχεία, όπως οι άνεργοι ή οι απόφοιτοι λυκείου.
3. **Ενίσχυση Ψυχολογικής Υποστήριξης:** Αφού πολλοί από τους συμμετέχοντες ανησυχούν για το ενδεχόμενο εμπλοκής σε ατύχημα, θα ήταν χρήσιμο να υπάρχουν προγράμματα ψυχολογικής υποστήριξης για τους οδηγούς που έχουν εμπλακεί σε ατυχήματα.
4. **Αναθεώρηση Ορίων σε Συγκεκριμένα Δρομολόγια:** Καθώς ο χρόνος διαδρομής επηρεάζει την αποδοχή της μείωσης της ταχύτητας, θα ήταν καλό να εξεταστεί η πιθανότητα **προσαρμογής** των ορίων ταχύτητας ανάλογα με την κυκλοφορία και τη διάρκεια του δρομολογίου.
5. **Προγράμματα Ευαισθητοποίησης:** Για τα άτομα με πολλές κλήσεις λόγω ταχύτητας, θα ήταν σκόπιμο να υπάρχουν προγράμματα **ευαισθητοποίησης και εκπαίδευσης** για τους κινδύνους της υπερβολικής ταχύτητας.

6. **Προσαρμογή Ορίων Ταχύτητας:** Σε δρόμους με χαμηλή κυκλοφορία, όπου η πιθανότητα ατυχήματος είναι μικρότερη, θα μπορούσε να εξεταστεί η πιθανότητα προσαρμογής του ορίου ταχύτητας ανάλογα με τις συνθήκες κυκλοφορίας.

Συνολικά, είναι σημαντικό να διατηρηθεί ένας ισορροπημένος συνδυασμός μεταξύ ασφάλειας και πρακτικότητας όταν εφαρμόζονται νέα μέτρα στους δρόμους. Η σταδιακή εφαρμογή, η διαρκής ενημέρωση και η συνεχής ανασκόπηση των αποτελεσμάτων είναι βασικά στοιχεία για την επιτυχία τέτοιων πρωτοβουλιών.

4.5 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Βάσει των παραπάνω συμπερασμάτων και παρατηρήσεων, προτείνονται οι ακόλουθες περιοχές για περαιτέρω έρευνα:

1. **Ψυχολογικοί Παράγοντες:** Εξερεύνηση των ψυχολογικών παραγόντων που επηρεάζουν την απόφαση των οδηγών να οδηγούν με **υψηλή ταχύτητα**, παρά τους κινδύνους που εμπεριέχονται.
2. **Τεχνολογικές Λύσεις:** Εξέταση της πιθανότητας εισαγωγής νέων **τεχνολογιών**, όπως έξυπνα συστήματα περιορισμού ταχύτητας ή συστήματα ανίχνευσης κινδύνου, που μπορούν να βοηθήσουν στην ασφαλέστερη οδήγηση.
3. **Επιπτώσεις Οικονομικών Παραγόντων:** Διερεύνηση του πώς οι οικονομικοί παράγοντες, όπως το κόστος των καυσίμων ή η οικονομική κατάσταση των οδηγών, επηρεάζουν τις αποφάσεις τους σχετικά με την ταχύτητα.
4. **Κοινωνικο-Πολιτισμικοί Παράγοντες:** Κατανόηση του πώς οι κοινωνικές και πολιτισμικές αξίες μπορούν να επηρεάσουν τις αποφάσεις των ατόμων σχετικά με την οδήγηση και την **ταχύτητα**.
5. **Επίδραση Περιβαλλοντικών Παραγόντων:** Εξερεύνηση του πώς οι περιβαλλοντικοί παράγοντες, όπως οι συνθήκες του δρόμου, ο καιρός και η ορατότητα, μπορούν να επηρεάσουν την **ταχύτητα** και την **ασφάλεια** στην οδήγηση.
6. **Πολιτικές Καινοτομίας:** Διερεύνηση των πιθανών πολιτικών που μπορούν να προωθηθούν για να ενθαρρύνουν την ασφαλέστερη οδήγηση.
7. **Αποτελεσματικότητα Διαφόρων Μέτρων:** Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας διαφόρων μέτρων **περιορισμού ταχύτητας**, όπως η εγκατάσταση καμερών ή η χρήση προειδοποιητικών σημάτων.

Οι προτάσεις αυτές μπορούν να βοηθήσουν τις αρμόδιες αρχές να προσεγγίσουν το ζήτημα της οδικής ασφάλειας με ένα πιο ολοκληρωμένο και πολυδιάστατο τρόπο.

Βιβλιογραφία

- Aarts, L. , & Van Schagen, I. (2006). Driving speed and the risk of road crashes: A review. *Accident Analysis & Prevention*, 38(2), 215-224.
- Cameron, M. H. & Elvik, R. (2010) Nilsson's Power Model connecting speed and road trauma: Applicability by road type and alternative models for urban roads. *Accident Analysis and Prevention*, 42, 1908-1915.
- Davies, G. M. (2009). Estimating the speed of vehicles: the influence of stereotypes. *Psychology, Crime & Law*, 15(4), 293-312.
- Duarte, J. , Gama, J. , & Bifet, A. (2016). Adaptive model rules from high-speed data streams. *ACM Transactions on Knowledge Discovery from Data (TKDD)*, 10(3), 1-22.
- Elvik, R. (2013). A re-parameterisation of the Power Model of the relationship between the speed of traffic and the number of accidents and accident victims. *Accident Analysis and Prevention*, 50, 854-860.
- Finch, D. J. , Kompfner, P. , Lockwood, C. R. & Maycock, G. (1994) Speed, speed limits and crashes. Project Record S211G/RB/Project Report PR 58. Transport Research Laboratory TRL, Crowthorne.
- Khondaker, B. , & Kattan, L. (2015). Variable speed limit: an overview. *Transportation Letters*, 7(5), 264-278.
- Kimpton, M. (2017) Travelling speed and the rate of crash involvement on rural roads. Report No. CR 204. Australian Transport Safety Bureau ATSB, Civic Square, ACT.
- Lave, C. A. (1985). Speeding, coordination, and the 55 mph limit. *The American Economic Review*, 75(5), 1159-1164.
- Masten, S. V. & Peck, R. C. (2003) Problem driver remediation: a meta-analysis of the driver improvement literature. Insurance Institute for Highway Safety, Arlington (USA).
- Nilsson, G. (2004) Traffic safety dimensions and the power model to describe the effect of speed on safety. Bulletin 221, Lund Institute of Technology, Lund.
- Nilsson, G. (2004). *Traffic safety measures and observance: Compliance with speed limits, seat belt use and driver sobriety*. Statens väg-och transportforskningsinstitut.
- Potoglou, D. , Carlucci, F. , Cirà, A. , & Restaino, M. (2018). Factors associated with urban non-fatal road-accident severity. *International journal of injury control and safety promotion*, 25(3), 303-310.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

A1. Κάνετε τουλάχιστον δύο υπεραστικά ταξίδια τον χρόνο;

- ☐ ΝΑΙ
- ☐ ΟΧΙ

A2. Ποια είναι η οδηγική σας εμπειρία;

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

A3. Σε πόσα ατυχήματα με υλικές ζημιές έχετε εμπλακεί ως οδηγός;

- ☐ ΚΑΝΕΝΑ
- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ >3

A4. Σε πόσα ατυχήματα με παθόντες έχετε εμπλακεί ως οδηγός;

- ☐ ΚΑΝΕΝΑ
- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ >3

A5. Τα τελευταία τρία χρόνια, πόσες κλήσεις είχατε συνολικά για παραβάσεις του Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας;

- ☐ ΚΑΜΙΑ
- ☐ <3
- ☐ 3-6
- ☐ >6

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

- ☐ ΚΑΘΟΛΟΥ
- ☐ ΛΙΓΟ
- ☐ ΑΡΚΕΤΑ

- ΠΑΡΑ ΠΟΛΥ

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

- 1000-5000
- 5000-10. 000
- 10. 001-15. 000
- 15. 001- 25. 000
- >25. 000

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;

- ΚΑΘΟΛΟΥ
- ΛΙΓΟ
- ΑΡΚΕΤΑ
- ΠΑΡΑ ΠΟΛΥ

B5. Πόσο επικίνδυνο είναι να τρέχουν οι μοτοσυκλέτες στους αυτοκινητόδρομους κοντά στο όριο ταχύτητας (130 km/h);

- ΚΑΘΟΛΟΥ
- ΛΙΓΟ
- ΑΡΚΕΤΑ
- ΠΑΡΑ ΠΟΛΥ

B6. Ποια πιστεύετε ότι είναι η πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα σε αυτοκινητόδρομο;

- 3-12%
- 12-24%
- 25-35%
- 35-50%

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

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

Ποια πιστεύετε ότι είναι η πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα σε αυτοκινητόδρομο;

_____ %

B7. Πόσο σημαντικοί είναι οι παρακάτω παράγοντες για να επιλέξετε την ταχύτητα οδήγησής σας; (1 = καθόλου σημαντικό και 4 = πολύ σημαντικό)

	1	2	3	4
Η ποιότητα της οδού				
Η κυκλοφορία στην οδό				
Συχνότητα οδήγησης στις συγκεκριμένες οδούς				
Η ταχύτητα των άλλων οχημάτων				
Παρουσία Τροχαίας στο δρόμο				

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

1η Εναλλακτική: μείωση της ταχύτητας από 130km/h σε 110km/h σε αυτοκινητόδρομους

2η Εναλλακτική: μείωση από 130 km/h σε 120km/h σε αυτοκινητόδρομους

Γ1. Συμφωνείτε με τη μείωση των ορίων ταχύτητας από 130km/h σε 110km/h σε αυτοκινητόδρομους;

- ☐ ΝΑΙ
- ☐ ΟΧΙ

Γ2. Συμφωνείτε με τη μείωση των ορίων ταχύτητας από 130 km/h σε 120km/h σε αυτοκινητόδρομους;

- ☐ ΝΑΙ
- ☐ ΟΧΙ

Γ3. Επιλογές Σεναρίων - Επιλέξτε από τα παρακάτω

Ας υποθέσουμε ότι ένα αυτοκίνητο κινείται από την Αθήνα προς την Πάτρα. Η διάρκεια διαδρομής είναι κατά μέσο όρο **2 ώρες** (120 λεπτά) με όριο ταχύτητας κυρίως **130 km/h** και το κόστος καυσίμου για ένα βενζινοκίνητο όχημα είναι **30 ευρώ**.

Επιλέξτε από τα παρακάτω **10** σενάρια την καλύτερη (για εσάς) από τις τρεις εναλλακτικές.

1	1η εναλλακτική	2η εναλλακτική	Καμία Αλλαγή
	Μείωση σε 110km/h από 130 σε αυτοκινητόδρομους	Μείωση σε 120km/h από 130 σε αυτοκινητόδρομους	
Αύξηση Χρόνου Διαδρομής (min)	14 min	7 min	0
Μείωση Κατανάλωσης Καυσίμου (€)	6 €	3 €	0%
Μείωση πιθανότητας οδικών ατυχημάτων με τραυματισμό (%)	30%	30%	0%

- 1η εναλλακτική
- 2η εναλλακτική
- Καμία Αλλαγή

2	1η εναλλακτική	2η εναλλακτική	Καμία Αλλαγή
	Μείωση σε 110km/h από 130 σε αυτοκινητόδρομους	Μείωση σε 120km/h από 130 σε αυτοκινητόδρομους	
Αύξηση Χρόνου Διαδρομής (min)	21 min	14 min	0
Μείωση Κατανάλωσης Καυσίμου (€)	9 €	3 €	0%
Μείωση πιθανότητας οδικών ατυχημάτων με τραυματισμό (%)	50%	10%	0%

- 1η εναλλακτική
- 2η εναλλακτική
- Καμία Αλλαγή

3	1η εναλλακτική	2η εναλλακτική	Καμία Αλλαγή
	Μείωση σε 110km/h από 130 σε αυτοκινητόδρομους	Μείωση σε 120km/h από 130 σε αυτοκινητόδρομους	
Αύξηση Χρόνου Διαδρομής (min)	21 min	7 min	0
Μείωση Κατανάλωσης Καυσίμου (€)	9 €	3 €	0%
Μείωση πιθανότητας οδικών ατυχημάτων με τραυματισμό (%)	50%	30%	0%

- 1η εναλλακτική
- 2η εναλλακτική
- Καμία Αλλαγή

4	1η εναλλακτική	2η εναλλακτική	Καμία Αλλαγή
	Μείωση σε 110km/h από 130 σε αυτοκινητόδρομους	Μείωση σε 120km/h από 130 σε αυτοκινητόδρομους	
Αύξηση Χρόνου Διαδρομής (min)	21 min	14 min	0
Μείωση Κατανάλωσης Καυσίμου (€)	3 €	3 €	0%
Μείωση πιθανότητας οδικών ατυχημάτων με τραυματισμό (%)	30%	10%	0%

- 1η εναλλακτική
- 2η εναλλακτική
- Καμία Αλλαγή

5	1η εναλλακτική	2η εναλλακτική	Καμία Αλλαγή
	Μείωση σε 110km/h από 130 σε αυτοκινητόδρομους	Μείωση σε 120km/h από 130 σε αυτοκινητόδρομους	
Αύξηση Χρόνου Διαδρομής (min)	7 min	7 min	0
Μείωση Κατανάλωσης Καυσίμου (€)	6 €	3 €	0%
Μείωση πιθανότητας οδικών ατυχημάτων με τραυματισμό (%)	50%	30%	0%

- 1η εναλλακτική
- 2η εναλλακτική
- Καμία Αλλαγή

6	1η εναλλακτική	2η εναλλακτική	Καμία Αλλαγή
	Μείωση σε 110km/h από 130 σε αυτοκινητόδρομους	Μείωση σε 120km/h από 130 σε αυτοκινητόδρομους	
Αύξηση Χρόνου Διαδρομής (min)	14 min	7 min	0
Μείωση Κατανάλωσης Καυσίμου (€)	9 €	3 €	0%
Μείωση πιθανότητας οδικών ατυχημάτων με τραυματισμό (%)	30%	10%	0%

- 1η εναλλακτική
- 2η εναλλακτική
- Καμία Αλλαγή

7	1η εναλλακτική	2η εναλλακτική	Καμία Αλλαγή
	Μείωση σε 110km/h από 130 σε αυτοκινητόδρομους	Μείωση σε 120km/h από 130 σε αυτοκινητόδρομους	
Αύξηση Χρόνου Διαδρομής (min)	21 min	21 min	0
Μείωση Κατανάλωσης Καυσίμου (€)	6 €	6 €	0%
Μείωση πιθανότητας οδικών ατυχημάτων με τραυματισμό (%)	50%	30%	0%

- 1η εναλλακτική
- 2η εναλλακτική
- Καμία Αλλαγή

8	1η εναλλακτική	2η εναλλακτική	Καμία Αλλαγή
	Μείωση σε 110km/h από 130 σε αυτοκινητόδρομους	Μείωση σε 120km/h από 130 σε αυτοκινητόδρομους	
Αύξηση Χρόνου Διαδρομής (min)	14 min	7 min	0
Μείωση Κατανάλωσης Καυσίμου (€)	3 €	3 €	0%
Μείωση πιθανότητας οδικών ατυχημάτων με τραυματισμό (%)	50%	10%	0%

- 1η εναλλακτική
- 2η εναλλακτική
- Καμία Αλλαγή

9	1η εναλλακτική	2η εναλλακτική	Καμία Αλλαγή
	Μείωση σε 110km/h από 130 σε αυτοκινητόδρομους	Μείωση σε 120km/h από 130 σε αυτοκινητόδρομους	
Αύξηση Χρόνου Διαδρομής (min)	21 min	14 min	0
Μείωση Κατανάλωσης Καυσίμου (€)	9 €	3 €	0%
Μείωση πιθανότητας οδικών ατυχημάτων με τραυματισμό (%)	50%	30%	0%

- 1η εναλλακτική
- 2η εναλλακτική
- Καμία Αλλαγή

10	1η εναλλακτική	2η εναλλακτική	Καμία Αλλαγή
	Μείωση σε 110km/h από 130 σε αυτοκινητόδρομους	Μείωση σε 120km/h από 130 σε αυτοκινητόδρομους	
Αύξηση Χρόνου Διαδρομής (min)	14 min	7 min	0
Μείωση Κατανάλωσης Καυσίμου (€)	9 €	6 €	0%
Μείωση πιθανότητας οδικών ατυχημάτων με τραυματισμό (%)	50%	10%	0%

- 1η εναλλακτική
- 2η εναλλακτική
- Καμία Αλλαγή

ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ

Δ1. Φύλο

- Άνδρας
- Γυναίκα

Δ2. Ηλικία

- 18-24
- 25-34

- 35-54
- >55

Δ3. Οικογενειακή Κατάσταση

- ΑΝΥΠΑΝΤΡΟΣ/Η
- ΠΑΝΤΡΕΜΕΝΟΣ/Η
- ΔΙΑΖΕΥΓΜΕΝΟΣ/Η
- ΧΗΡΟΣ/Α

Δ4. Ετήσιο Οικογενειακό Εισόδημα

- Εως 10. 000
- 10. 000 - 25. 000
- >25. 000

Δ5. Μορφωτικό Επίπεδο

- ΓΥΜΝΑΣΙΟ
- ΛΥΚΕΙΟ
- ΦΟΙΤΗΤΕΣ
- ΑΠΟΦΟΙΤΟΙ ΑΕΙ
- ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ
- ΑΛΛΟ

Δ6. Επάγγελμα

- ΦΟΙΤΗΤΗΣ
- ΕΛ. ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΑΣ / ΙΔ. ΥΠΑΛΛΗΛΟΣ
- ΔΗΜΟΣΙΟΣ ΥΠΑΛΛΗΛΟΣ
- ΟΙΚΙΑΚΑ
- ΑΝΕΡΓΟΣ
- ΑΛΛΟ

Δ7. Πόλη κατοικίας

- ΑΘΗΝΑ
- ΑΛΛΟ