



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΤΩΝ ΟΔΙΚΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ



Ελευθέριος-Μάριος Κούρτης

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Ιούλιος 2018

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Γ. Γιαννή, Καθηγητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε με την ανάθεση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, για την υποστήριξη του καθώς και για την εκπληκτική συνεργασία που είχαμε σε όλα τα στάδια της. Επιπλέον, οφείλω να τον ευχαριστήσω για τη σωστή καθοδήγηση αλλά και για τις γενικότερες γνώσεις που μου μετέδωσε.

Παράλληλα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τα υπόλοιπα μέλη της εξεταστικής επιτροπής: κ. Ι. Γκόλια, Πρύτανη του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου και Καθηγητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ και κ. Ε. Βλαχογιάννη, Επίκουρο Καθηγήτρια της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ, για τις εποικοδομητικές παρατηρήσεις τους αλλά κυρίως για τις γνώσεις που μου προσέφεραν καθ' όλη τη διάρκεια της φοίτησης μου στη σχολή.

Οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ στο Απόστολο Ζιακόπουλο, Υποψήφιο Διδάκτορα ΕΜΠ, για τις παρατηρήσεις και τις συμβουλές του κατά τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας. Χωρίς τη βοήθειά του δε θα τα είχα καταφέρει ως εδώ. Εξίσου ευχαριστώ και τον Άκη Θεοφιλάτο Μεταδιδάκτορα Συνεργάτη-Ερευνητή ΕΜΠ, για τη βοήθεια και τις υποδείξεις του σε σημαντικά ζητήματα της εργασίας. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την ηθική και υλική υποστήριξη που μου προσέφερε κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

Αθήνα, Ιούλιος 2018
Ελευθέριος-Μάριος Κούρτης

Περίληψη

Μοντελοποίηση του οικονομικού κόστους των οδικών ατυχημάτων στην Ελλάδα

Ελευθέριος-Μάριος Κούρτης

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής ΕΜΠ

Στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι ο υπολογισμός του ανθρώπινου κόστους των οδικών ατυχημάτων με τη μέθοδο «πρόθεση να πληρώσω» (ΠΝΠ), καθώς και η μελέτη και καταγραφή της ευαισθητοποίησης απέναντι στην πιθανότητα εμπλοκής σε οδικό ατύχημα με τη μέθοδο της δεδομένης προτίμησης. Για την ανάλυση αναπτύχθηκε ερωτηματολόγιο, του οποίου η συμπλήρωση πραγματοποιήθηκε μέσω διαδικτύου και παράλληλης έρευνας πεδίου. Τα στοιχεία που συλλέχθηκαν αφορούσαν τα κοινωνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά των ερωτηθέντων και τις προτιμήσεις τους σε υποθετικά σενάρια μείωσης του κινδύνου εμπλοκής σε οδικό ατύχημα. Εφαρμόστηκε μοντέλο διατεταγμένης λογιστικής παλινδρόμησης για το ετήσιο ποσό που διατίθενται να πληρώσουν οι οδηγοί και μοντέλο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης για την επιλογή ή μη μείωσης της πιθανότητας εμπλοκής σε ατύχημα σε δέκα υποθετικά σενάρια επεμβάσεων με παράλληλη αύξηση του κόστους και του χρόνου ταξιδιού. Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν θετική συσχέτιση μεταξύ του ετήσιου ποσού το οποίο προτίθεται να πληρώσει ένας οδηγός και του αριθμού των ατυχημάτων με παθόντες στα οποία έχει εμπλακεί καθώς και ότι οι οδηγοί επιλέγουν σταθερά τη μείωση της πιθανότητας εμπλοκής σε οδικό ατύχημα. Τέλος, χρησιμοποιώντας στοιχεία της μεθόδου Π.Ν.Π., υπολογίστηκε το ανθρώπινο κόστος των νεκρών στα οδικά ατυχήματα το οποίο ανέρχεται σε 1,761 εκατομμύρια ευρώ.

Abstract

Modelling the economic impact of road accidents in Greece

Eleftherios-Marios Kourtis

Supervisor: George Yannis, Professor NTUA

The objective of this Diploma Thesis is the estimation of the human cost of road accidents based on the "Willingness-to-Pay" (WTP) methodology, and the identification of drivers attitudes towards the probability of getting involved in a road accident, using the "Stated Preference" method. The later analysis was based on the results of a questionnaire-based on-line survey. The selected data concerned the socio-economic background of the drivers and their preferences towards hypothetical scenarios of reduction of the probability of getting involved in a road accident. An ordinal logistic regression model was developed for estimating the annual amount that drivers are willing to invest; and a multinomial logistic regression model for the prediction of the drivers' intention to reduce the probability of getting involved in a road accident. The aforementioned reduction was applied in ten hypothetical road safety interventions that increased the cost and the duration of the standard trip. The results demonstrate a positive correlation between the number of road accidents that a driver was involved so far and the annual amount that is willing to invest. Additionally, it was found that most of the drivers support the reduction of the probability to get involved in an accident. Lastly, based on the WTP methodology, the road accident fatality human cost was estimated at 1.761 million euros.

Εκτενής περίληψη

Στόχος της παρούσας διπλωματικής είναι ο **υπολογισμός του ανθρώπινου κόστους των οδικών ατυχημάτων** με τη μέθοδο «πρόθεση να πληρώσω» (Π.Ν.Π.) καθώς επίσης η μελέτη και η καταγραφή της ευαισθητοποίησης των οδηγών απέναντι στη πιθανότητα εμπλοκής σε οδικό ατύχημα.

Για την εφαρμογή της μεθόδου Π.Ν.Π. πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική ανασκόπηση και επιλέχθηκε η κατάλληλη μέθοδος για τη συλλογή των απαραίτητων στοιχείων, δηλαδή, η **μέθοδος της Δεδηλωμένης Προτίμησης**. Η μέθοδος εφαρμόστηκε μέσω διαδικτυακής έρευνας πεδίου με ερωτηματολόγιο σε κατάλληλα επιλεγμένο αντιπροσωπευτικό δείγμα του πληθυσμού. Από τα ερωτηματολόγια συγκεντρώθηκαν στοιχεία για τις οδηγικές συνήθειες και αντιλήψεις των οδηγών, τις προτιμήσεις και διαθέσεις τους για τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας (συγκεκριμένα το ποσό της Π.Ν.Π. για διαφορετικά επίπεδα μείωσης πιθανότητας εμπλοκής σε ατύχημα και για διαφορετικής σοβαρότητας ατυχήματα), καθώς και πληροφορίες για τα κοινωνικοοικονομικά τους χαρακτηριστικά.

Τα στοιχεία που συλλέχθηκαν, κωδικοποιήθηκαν σε ένα πίνακα δεδομένων, ώστε να μπορούν να επεξεργαστούν με τη βοήθεια του στατιστικού λογισμικού SPSS αλλά και να αξιοποιηθούν με την γλώσσα προγραμματισμού R. Αναπτύχθηκαν δύο μαθηματικά μοντέλα **Διατεταγμένης Λογιστικής Παλινδρόμησης και Πολυωνυμικής Λογιστικής Παλινδρόμησης**. Το πρώτο μαθηματικό μοντέλο διατεταγμένης λογιστικής παλινδρόμησης αφορά το ετήσιο ποσό που προτίθενται να πληρώσουν οι οδηγοί για να μειωθεί κατά το ήμισυ η πιθανότητα εμπλοκής τους σε οδικό ατύχημα με νεκρούς καθώς και τις παραμέτρους που επηρεάζουν το ποσό αυτό. Το δεύτερο μαθηματικό μοντέλο αφορά την ευαισθητοποίηση των οδηγών απέναντι στην πιθανότητα ατυχήματος, την πρόθεση τους να τη μειώσουν και τα χαρακτηριστικά τους που επηρεάζουν την πρόθεση αυτή. Από την παραπάνω επεξεργασία προέκυψαν τα μοντέλα που συνοψίζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

	Διατεταγμένη Λογιστική Παλινδρόμηση			Πολυωνυμική Λογιστική Παλινδρόμηση					
	Ευρώ προς επένδυση για να μειωθεί 50% η πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με νεκρούς			20% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα κατά τη διάρκεια του ταξιδιού			50% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα κατά τη διάρκεια του ταξιδιού		
Ανεξάρτητες μεταβλητές	Estimate	Significance	Odds Ratio	Coefficients	z-value	odds ratio	Coefficients	z-value	odds ratio
Σταθερά	-5.308	0.000	-	4.971	8.961	-	4.917	6.971	-
Καμία εμπλοκή ως οδηγός σε οδικό ατύχημα με παθόντες	-2.499	0.000	0.08	0	-	-	0	-	-
Εμπλοκή ως οδηγός σε ένα οδικό ατύχημα με παθόντες	-2.086	0.004	0.12	-0.116	-0.602	0.890	-0.707	-3.484	0.493
Εμπλοκή ως οδηγός σε >1 οδικά ατυχήματα με παθόντες	0	-	-	0.673	1.910	1.960	1.050	2.974	2.857
<10.000€ ετήσιο οικογενειακό εισόδημα	-1.566	0.003	0.21						
10.000-25.000€ ετήσιο οικογενειακό εισόδημα	0.772	0.113							
25.000-50.000€ ετήσιο οικογενειακό εισόδημα	-1.433	0.002	0.24						
>50.000€ ετήσιο οικογενειακό εισόδημα	0	-	-						
<10 χιλιόμετρα εβδομαδιαίως	0.988	0.031	2.69						
10-40 χιλιόμετρα εβδομαδιαίως	0.901	0.024	2.46						
40-100 χιλιόμετρα εβδομαδιαίως	1.185	0.001	3.27						
>100 χιλιόμετρα εβδομαδιαίως	0	-	-						
Επιπλέον χρόνος ταξιδιού (λεπτά)				-0.038	-5.426	0.963	-0.034	-6.354	0.966
Επιπλέον κόστος ταξιδιού (€)				-0.088	-10.662	0.916	-0.061	-10.011	0.940
18-24 ετών (τιμή αναφορά)				0	-	-	0	-	-
25-34 ετών				-1.010	-3.835	0.364	-0.862	-3.214	0.422
35-54 ετών				-0.860	-2.964	0.423	-0.480	-1.628	0.619
55-65 ετών				0.037	0.111	1.038	0.128	0.372	1.136
>65 ετών				1.928	1.817	6.872	2.186	2.060	8.896
Φύλο= Άντρας (τιμή αναφοράς)				0	-	-	0	-	-
Φύλο= Γυναίκα				0.359	2.189	1.431	0.338	1.991	1.401
1-10% εκτιμώμενη πιθανότητα εμπλοκής σε οδικό ατύχημα με ελαφρά τραυματίες (αναφοράς)				0	-	-	0	-	-
11-20% εκτιμώμενη πιθανότητα εμπλοκής σε οδικό ατύχημα με ελαφρά τραυματίες				-0.837	-3.319	0.433	-1.323	-5.038	0.266
21-30% εκτιμώμενη πιθανότητα εμπλοκής σε οδικό ατύχημα με ελαφρά τραυματίες				-1.011	-3.989	0.364	-1.179	-4.463	0.308
31-40% εκτιμώμενη πιθανότητα εμπλοκής σε οδικό ατύχημα με ελαφρά τραυματίες				-0.680	-2.263	0.507	-0.781	-2.570	0.458
>40% εκτιμώμενη πιθανότητα εμπλοκής σε οδικό ατύχημα με ελαφρά τραυματίες				-0.298	-4.896	0.742	-2.055	-6.659	0.128
Δίτροχο (τιμή αναφοράς)				0	-	-	0	-	-
ΙΧ				0.189	0.766	1.201	0.501	1.793	1.650
Συνδυασμοί οχημάτων				0.965	2.842	2.624	1.753	4.712	5.771
Σκοπός μετακίνησης «Εργασία» (τιμή αναφοράς)				0	-	-	0	-	-
Σκοπός μετακίνησης «Ψώνια-Αναψυχή»				0.313	0.998	1.367	0.772	2.440	2.165
Σκοπός μετακίνησης «Εκπαίδευση»				0.306	0.996	1.426	0.566	1.800	1.762
Σκοπός μετακίνησης «Κοινωνικές-Υποχρεώσεις»				-0.108	-0.291	0.897	1.302	3.645	3.676
Σκοπός μετακίνησης «Άλλοι λόγοι»				-1.468	-5.163	0.230	-2.163	-6.437	0.115
Λίγο ανήσυχος για το ενδεχόμενο εμπλοκής σε ατύχημα (τιμή αναφοράς)				0	-	-	0	-	-
Αρκετά ανήσυχος για το ενδεχόμενο εμπλοκής σε ατύχημα				0.344	1.882	1.411	0.894	4.705	2.456
Πολύ ανήσυχος για το ενδεχόμενο εμπλοκής σε ατύχημα				1.037	4.196	2.822	2.228	8.951	9.284
<1 ώρες οδήγησης εβδομαδιαίως				0	-	-	0	-	-
1-4 ώρες οδήγησης εβδομαδιαίως				-0.467	-1.241	0.627	-0.766	-2.028	0.465
4-10 ώρες οδήγησης εβδομαδιαίως				-0.856	-2.322	0.425	-0.868	-2.329	0.420
>10 ώρες οδήγησης εβδομαδιαίως				-1.132	-2.872	0.322	-1.429	-3.576	0.239
<200€ ετησίως για 50% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής στ. συγγενή σε ατύχημα με βαριά τραυματίες (τ.α)				0	-	-	0	-	-
200€-500€ ετησίως για 50% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής στ. συγγενή σε ατύχημα με βαριά τραυματίες				0.325	1.656	1.384	0.875	3.818	2.400
500-1000€ ετησίως για 50% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής στ. συγγενή σε ατύχημα με βαριά τραυματίες				0.398	1.796	1.489	2.011	8.262	7.472
>1000€ ετησίως για 50% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής στ. συγγενή σε ατύχημα με βαριά τραυματίες				0.952	3.402	2.592	2.783	9.449	16.161

Συμπεράσματα

Παρακάτω παρατίθενται τα βασικότερα συμπεράσματα της παρούσας έρευνας, που αφορούν τόσο στο ανθρώπινο κόστος στην Ελλάδα, όσο και στην ευαισθησία των Ελλήνων οδηγών απέναντι στον κίνδυνο εμπλοκής τους σε οδικό ατύχημα. Η αποτελεσματική αξιοποίηση των συμπερασμάτων αυτών μπορεί να συνεισφέρει στην εξεύρεση κατάλληλων τρόπων βελτίωσης της συμπεριφοράς του Έλληνα οδηγού, και συνεπώς να βελτιωθεί το επίπεδο της οδικής ασφάλειας προς όφελος της κοινωνίας.

Ανθρώπινο Κόστος

Το ανθρώπινο κόστος υπολογίζεται με βάση τη μεθοδολογία και τις παραδοχές που αναφέρονται στη σύγχρονη διεθνή βιβλιογραφία. Οι παράμετροι υπολογισμού του ανθρώπινου κόστους είναι ο συνολικός αριθμός οικογενειών (σο), το μέσο ετήσιο οικογενειακό εισόδημα (οε), η πρόθεση να πληρώσουν (πνπ) και ο μέσος αριθμός νεκρών ανά έτος σε οδικά ατυχήματα στην Ελλάδα. Η σχέση που δίνει το συνολικό ποσό, που οι οικογένειες έχουν την πρόθεση να πληρώσουν και εξαρτάται από το μέσο οικογενειακό εισόδημα για το έτος 2001, είναι η ακόλουθη:

$$\text{Ππνπ} = (\text{οε}) * (\text{πνπ}) * \text{σο} = \mathbf{2.426.870.748 \text{ €}}$$

Αφού οι νεκροί σε οδικά ατυχήματα είναι κατά μέσο όρο 1.378 κάθε έτος, προκύπτει το ανθρώπινο κόστος ανά νεκρό σε οδικό ατύχημα ίσο με **1.761.154 €**.

Ευαισθητοποίηση των οδηγών απέναντι στην πιθανότητα ατυχήματος

- 1) Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης έρευνας έδειξαν ότι **η συντριπτική πλειονότητα των Ελλήνων οδηγών επιλέγει τη μείωση (μικρή ή μεγάλη) της πιθανότητας εμπλοκής σε οδικό ατύχημα**. Κατά συνέπεια, ενδεχόμενη εφαρμογή μέτρων προς αυτή την κατεύθυνση έχουν την αποδοχή των Ελλήνων οδηγών και αναμένεται να είναι ικανοποιημένοι από την ασκούμενη πολιτική μεταφορών. Δηλαδή, οι οδηγοί είναι διατεθειμένοι να προσαρμοστούν στη νέα αυτή κατάσταση η οποία ναι μεν θα επιφέρει θετικά αποτελέσματα σχετικά με την αντιμετώπιση του προβλήματος της οδικής ασφάλειας, ωστόσο θα σημαίνει αύξηση του χρόνου και του κόστους των μεταφορών σε καθημερινή βάση.
- 2) Όσο μεγαλώνει η αύξηση της διάρκειας ή του κόστους ταξιδιού (ή και των 2 ταυτοχρόνως), προκειμένου να μειωθεί η πιθανότητα εμπλοκής σε οδικό ατύχημα, τόσο μικραίνει η πιθανότητα ο μέσος Έλληνας οδηγός να επιλέξει μεγάλη μείωση της πιθανότητας εμπλοκής του σε οδικό ατύχημα, ανεξάρτητα των δημογραφικών χαρακτηριστικών του. **Όσο μεγαλώνει δηλαδή η διάρκεια και το κόστος ταξιδιού, τόσο μεγαλύτερο ποσοστό των Ελλήνων οδηγών αρνείται να αποδεχτεί τις επιπλέον επιβαρύνσεις**. Το γεγονός αυτό είναι αναμενόμενο και σύμφωνο με τις βασικές αρχές του συγκοινωνιακού σχεδιασμού, αφού τα δύο αυτά κριτήρια αποτελούν τις βασικότερες

παραμέτρους που επηρεάζουν την επιλογή των μετακινήσεων στη συντριπτική πλειοψηφία των συγκοινωνιακών μελετών και ερευνών.

- 3) Η **ηλικία** των ερωτηθέντων επηρεάζει σημαντικά τις επιλογές τους σχετικά με την επιλογή ή μη της μείωσης καθώς και το μέγεθος αυτής. Αναλυτικότερα, **οι οδηγοί ηλικίας 25-34 ετών έχουν 58% μειωμένη πιθανότητα να επιλέξουν 50% μείωση** έναντι της επιλογής Καμία μεταβολή συγκριτικά με τους οδηγούς ηλικίας 18-24. Η παρατήρηση αυτή ίσως οφείλεται στην απειρία των νέων οδηγών και στην ενδεχόμενη ανασφάλεια που αυτή επιφέρει. Στη συνέχεια για τους ερωτηθέντες >34 ετών όσο μεγαλώνει η ηλικία τόσο αυξάνει η πρόθεση τους να επενδύσουν στην οδική ασφάλεια με το ποσοστό αυτό να εκτινάσσεται για οδηγούς >65 ετών. Συγκεκριμένα, οι οδηγοί >65 ετών έχουν περίπου 9 φορές μεγαλύτερη πιθανότητα να επιλέξουν 50% μείωση έναντι της επιλογής Καμία μεταβολή συγκριτικά με τους οδηγούς ηλικίας 18-24. Το γεγονός αυτό ενδεχομένως οφείλεται στο ότι οι ηλικιωμένοι έχουν συνειδητοποιήσει καλύτερα την αυξημένη πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα τόσο του γενικού πληθυσμού όσο και των ιδίων λόγω της αδυναμίας τους να αντιδράσουν έγκαιρα και αποτελεσματικά σε πιθανό οδικό ατύχημα.
- 4) Χρήσιμα συμπεράσματα εξάγονται για την συμπεριφορά των οδηγών ανάλογα με το φύλο. **Οι γυναίκες σε σχέση με τους άνδρες εμφανίζονται περισσότερο ανεκτικές στην αύξηση του χρόνου και του κόστους ταξιδιού** και συνεπώς περισσότερο πρόθυμες να επενδύσουν σε συγκοινωνιακές παρεμβάσεις που ενισχύουν τα επίπεδα οδικής ασφάλειας. Η διαφοροποίηση αυτή πιθανώς οφείλεται στο γεγονός ότι οι άνδρες διανύουν περισσότερα οχηματοχιλιόμετρα και κατά συνέπεια δαπανούν περισσότερο χρόνο και κόστος για τις μεταφορικές τους ανάγκες συγκριτικά με τις γυναίκες και είναι λιγότερο διατεθειμένοι για επιπλέον αυξήσεις στο χρόνο και το κόστος μετακίνησης προς όφελος της ασφάλειας.
- 5) Ένα ενδιαφέρον αλλά και αναμενόμενο συμπέρασμα εξάγεται από τον σκοπό για τον οποίον μετακινείται ο κάθε οδηγός. Ειδικότερα, οι Έλληνες των οποίων ο **κύριος σκοπός μετακίνησης τους είναι για εργασία έχουν 2.2 φορές μικρότερη πιθανότητα να επιλέξουν 50% μείωση** έναντι της επιλογής Καμία μεταβολή συγκριτικά με τους οδηγούς των οποίων ο κύριος σκοπός των μετακινήσεων τους είναι για ψώνια και αναψυχή. Το αποτέλεσμα αυτό ενδεχομένως οφείλεται στο ότι οι μετακινήσεις για εργασία είναι λιγότερο επιδεκτικές σε αύξηση χρόνου και κόστους σε σχέση με εκείνες για ψώνια και αναψυχή. Παράλληλα, η διαδρομή που διανύει κάποιος προκειμένου να μεταβεί στον χώρο εργασίας του έχει πολύ συγκεκριμένα και συνεπώς διαχειρίσιμα χαρακτηριστικά. Αναλυτικότερα, ο χρόνος και οι κυκλοφοριακές συνθήκες είναι παρεμφερείς σε κάθε μετακίνηση και επομένως του δημιουργείται η αίσθηση ασφάλειας και δεν προτίθεται να επενδύσει για να μειώσει τον κίνδυνο ατυχήματος.
- 6) Σε αντίθεση με όσα πιθανώς αναμένονταν, παρατηρείται **αρνητική συσχέτιση μεταξύ του εβδομαδιαίου χρόνου οδήγησης και της προθυμίας του οδηγού να επιλέξει μείωση της πιθανότητας εμπλοκής του σε οδικό ατύχημα.**

Χαρακτηριστικά, οι Έλληνες που οδηγούν >10 ώρες την εβδομάδα έχουν 76% μειωμένη πιθανότητα να επιλέξουν 50% μείωση έναντι της επιλογής Καμία μεταβολή συγκριτικά με εκείνους που οδηγούν <1 ώρα εβδομαδιαίως. Το γεγονός αυτό ενδεχομένως εξηγείται από το ότι οι οδηγοί που οδηγούν ήδη αρκετές ώρες εβδομαδιαίως δεν επιθυμούν να αυξήσουν επιπλέον τον χρόνο μετακίνησής τους προς όφελος της οδικής ασφάλειας. Αντίθετα εκείνοι που οδηγούν λιγότερο από 1 ώρα εβδομαδιαίως είναι ενδεχομένως περισσότερο διατεθειμένοι να αυξήσουν τον χρόνο μετακίνησής τους προς όφελος της οδικής ασφάλειας.

- 7) Αναμενόμενο, αλλά εξαιρετικά σημαντικό, κρίνεται το γεγονός ότι **οι οδηγοί που επέλεξαν αύξηση του επιπέδου οδικής ασφάλειας** στα διάφορα σενάρια ταξιδιών και επιβαρύνσεων **είναι οι ίδιοι που επέλεξαν τα υψηλότερα ποσά** στην ερώτηση “Ποιό είναι το μέγιστο ποσό (€/έτος) του οικογενειακού εισοδήματός σας που θα δίνετε κάθε χρόνο για να μειωθεί η πιθανότητα εμπλοκής κάποιου στενού συγγενή σας κατά 50% σε οδικό ατύχημα με βαριά τραυματίες;”. Το γεγονός αυτό έχει βαρύνουσα σημασία κυρίως επειδή υποδηλώνει ότι η στάση των ερωτώμενων δεν έχει ευκαιριακά χαρακτηριστικά αλλά αποτελεί πάγια και απολύτως συνειδητή θέση τους και αυτό διότι η ερώτηση έχει πιο δεσμευτικό χαρακτήρα και μεγαλύτερα ποσά ετήσιας επένδυσης.
- 8) Ενδιαφέροντα συμπεράσματα εξάγονται και για τον ρόλο του αριθμού των οδικών ατυχημάτων που έχουν εμπλακεί οι Έλληνες οδηγοί. Αναλυτικότερα, **οι οδηγοί οι οποίοι έχουν συμμετάσχει σε περισσότερα από ένα ατυχήματα με παθόντες, είναι περίπου 3 φορές πιο πιθανό να επιλέξουν 50% μείωση** έναντι της επιλογής Καμία μεταβολή σε σχέση με εκείνους που δεν έχουν εμπλακεί σε ατύχημα. Ενδεχομένως η εμπειρία τους αυτή, να τους έχει προκαλέσει αίσθημα ανασφάλειας και αμφιβολίας για τις οδηγικές τους ικανότητες. Αντιστοίχως, πιθανώς να έχουν συνειδητοποιήσει καλύτερα την αυξημένη πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα και να είναι περισσότερο δεκτικοί να επενδύσουν για να μειωθεί η πιθανότητα εκ νέου εμπλοκής τους σε ατύχημα.
- 9) Ουσιαστική επιρροή στην στάση των οδηγών απέναντι στην οδική ασφάλεια και στις θυσίες που πρέπει να γίνουν προκειμένου να βελτιωθεί, φαίνεται να έχει και ο τύπος του οχήματος του οδηγού. Ειδικότερα, **οι οδηγοί που χρησιμοποιούν αμιγώς ΙΧ εμφανίζονται περισσότερο συντηρητικοί και επομένως πρόθυμοι να επενδύσουν στην οδική ασφάλεια** με το αντίστοιχο τίμημα σε χρόνο και κόστος συγκριτικά με εκείνους που έχουν επιλέξει δίκυκλο για τις καθημερινές τους μετακινήσεις. Η παρατήρηση αυτή ενδεχομένως έγκειται στο ότι οι Έλληνες που επιλέγουν δίκυκλο για τις μετακινήσεις τους το κάνουν με στόχο την εξοικονόμηση χρόνου και κόστους και κατά συνέπεια δεν είναι διατεθειμένοι να παραμερίσουν αυτήν ακριβώς την προτεραιότητα τους ούτως ώστε να μειωθεί η πιθανότητα εμπλοκής τους σε ατύχημα. Άλλωστε, οι δικυκλιστές έχουν εξ αρχής αποδεχθεί (εξ ανάγκης ή μη) την αυξημένη πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα που συνεπάγεται η οδήγηση μοτοσυκλετών, μοτοποδηλάτων και ποδηλάτων.

10) Αξίζει να σημειωθεί ότι όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά που επηρέασαν την επιλογή των οδηγών ανάμεσα στην 50% μείωση της πιθανότητας εμπλοκής σε οδικό ατύχημα και Καμία μεταβολή έχουν αντίστοιχη επίδραση και στην επιλογή 20% μείωση. Αναλυτικότερα, **οι οδηγοί που επέλεξαν τη μεγάλη μείωση της πιθανότητας έναντι της καμίας παρέμβασης είναι εκείνοι που προτιμούν την έστω μικρή μείωση από την απόλυτη αδράνεια**. Συνεπώς, οι τάσεις που παρατηρήθηκαν δεν είναι τυχαίες, αλλά υποδηλώνουν την σταθερή βούληση των οδηγών για αύξηση του επιπέδου οδικής ασφάλειας στην Ελλάδα.

Χαρακτηριστικά που επηρεάζουν το ποσό το οποίο προτίθενται να επενδύσουν οι οδηγοί για την βελτίωση της οδικής ασφάλειας

- 1) Βασικό χαρακτηριστικό που διαμορφώνει την επιλογή των οδηγών σχετικά με το ποσό που προτίθενται να δώσουν για την αύξηση της οδικής ασφάλειας είναι το ετήσιο οικογενειακό εισόδημα των ερωτώμενων. Αναλυτικότερα, παρατηρείται **θετική συσχέτιση μεταξύ του οικογενειακού εισοδήματος του οδηγού και της πρόθεσης του να επενδύσει προκειμένου να μειωθεί η πιθανότητα εμπλοκής του** κατά 50% σε ατύχημα με νεκρούς κατά τη διάρκεια της ζωής του. Χαρακτηριστικά, οι οδηγοί με ετήσιο οικογενειακό εισόδημα <10.000€ έχουν 79% μικρότερη πιθανότητα να επιλέξουν 200-500€ έναντι 200€ συγκριτικά με εκείνους των οποίων το οικογενειακό εισόδημα είναι >50.000€. Η τάση αυτή οφείλεται ενδεχομένως στη διαφορετική αξία που έχουν τα χρήματα για τον κάθε οδηγό, η οποία είναι άμεση συνάρτηση το εισοδήματος του.
- 2) Ενδιαφέρον παρουσιάζει επίσης η επιρροή του αριθμού των ατυχημάτων με παθόντες στα οποία έχει εμπλακεί ένας οδηγός, στο ποσό το οποίο προτίθεται να διαθέσει. Συγκεκριμένα, **οι οδηγοί οι οποίοι δεν έχουν εμπλακεί (ως οδηγοί) σε ατύχημα με παθόντες έχουν 92% μειωμένη πιθανότητα να πληρώσουν 200-500€ αντί <200€** στην ερώτηση “Ποιό είναι το μέγιστο ποσό (€/έτος) του οικογενειακού εισοδήματος σας που θα δίνατε κάθε χρόνο για να μειωθεί η πιθανότητα εμπλοκής ΣΑΣ κατά 50% σε οδικό ατύχημα με Νεκρούς” σε σχέση με εκείνους οι οποίοι έχουν εμπλακεί ως οδηγοί σε >1 ατυχήματα με παθόντες. Η τάση αυτή πιθανώς να οφείλεται στο ότι όσοι δεν έχουν εμπλακεί σε ατύχημα με παθόντες ενδεχομένως υποτιμούν την πιθανότητα συγκριτικά με εκείνους που είχαν αντίστοιχη εμπειρία και κατά συνέπεια δεν προτίθενται να επενδύσουν στην βελτίωση της οδικής ασφάλειας.

Τα παραπάνω συμπεράσματα της παρούσας έρευνας οδήγησαν στις προτάσεις της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας. Οι προτάσεις αυτές πιστεύεται ότι θα βοηθήσουν στον προσδιορισμό των καταλληλότερων μέτρων για τη βελτίωση της συμπεριφοράς του Έλληνα οδηγού, και κατ' επέκταση στον περιορισμό του μεγάλου προβλήματος της οδικής ασφάλειας, που απασχολεί σήμερα όλες τις σύγχρονες κοινωνίες.

ΚΕΦΑΛΑΙΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενική ανασκόπηση.....	7
1.1.1 Η μέθοδος Πρόθεση να Πληρώσω (Willingness to pay).....	8
1.2 Στόχος της Διπλωματικής Εργασίας.....	11
1.3 Μεθοδολογία.....	13
1.4 Δομή της Διπλωματικής Εργασίας.....	17

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 Τα οδικά ατυχήματα στην Ελλάδα.....	22
2.2 Στάθμιση των οδικών ατυχημάτων.....	23
2.3 Ανάλυση συνιστωσών του κόστους τροχαίων ατυχημάτων.....	24
2.4 Το ανθρώπινο κόστος ατυχημάτων και μέθοδοι εκτίμησης	25
2.5 Μέθοδος Δεδηλωμένης Προτίμησης (Stated Preference).....	30
2.6 Κριτική Αξιολόγηση.....	31

3. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

3.1 Βασικές έννοιες της στατιστικής και κατανομές.....	34
3.2 Η Μέθοδος Πρόθεση να Πληρώσω.....	36
3.3 Εμπειρικές εκτιμήσεις της Αξίας της Οδικής Ασφάλειας.....	39
3.3.1 Εξαρτώμενη Αξιολόγηση (Contingent Valuation).....	39
3.3.2 Επιλογή Επιπέδου Διακινδύνευσης (Standard Gamble).....	39
3.3.3 Αλλαγές στον Κίνδυνο (Risk Change Ratio).....	39
3.3.4 Εξαρτώμενη Κατάταξη (Contingent Ranking).....	39
3.4 Μέθοδος Δεδηλωμένης Προτίμησης.....	40
3.5 Σύγκριση Δεδηλωμένης Προτίμησης και Αποκαλυπτόμενης Προτίμησης.....	41
3.6 Θεωρία Στοχαστικής Χρησιμότητας- Συνάρτηση Χρησιμότητας.....	42
3.6.1 Πιθανοτικά πρότυπα διακριτών επιλογών (probit).....	43
3.6.2 Λογιστικά πρότυπα διακριτών επιλογών (logit).....	43
3.6.3 Γενικευμένα πρότυπα διακριτών επιλογών.....	44
3.6.4 Μικτά πρότυπα διακριτών επιλογών.....	44

3.7 Μέθοδοι στατιστικής ανάλυσης.....	45
3.7.1 Γραμμική Παλινδρόμηση.....	45
3.7.2 Πιθανοτική Ανάλυση.....	46
3.7.3 Λογιστική Παλινδρόμηση.....	46
3.7.4 Σύνοψη.....	47
3.8 Λογιστική Παλινδρόμηση (Logistic Regression).....	47
3.9 Κριτήρια αποδοχής Λογιστικής Παλινδρόμησης.....	49
3.9.1 Συντελεστές εξίσωσης.....	49
3.9.2 Στατιστική Αξιολόγηση Παραμέτρων.....	49
3.9.3 Συσχέτιση Παραμέτρων.....	50
3.9.4 Μέθοδος Μεγίστης Πιθανοφάνειας.....	50
3.9.5 Το κριτήριο χ^2	51
4. ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	
4.1 Εισαγωγή.....	53
4.2 Συλλογή στοιχείων.....	53
4.2.1 Διαμόρφωση ερωτηματολογίου.....	53
4.2.2 Τα μέρη του ερωτηματολογίου.....	53
4.2.3 Τα σενάρια.....	54
4.2.4 Συλλογή ερωτηματολογίων.....	55
4.3 Επεξεργασία στοιχείων.....	57
4.3.1 Κωδικοποίηση δεδομένων.....	57
4.4 Συγκεντρωτικά στοιχεία.....	59
5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΩΝ – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	
5.1 Εισαγωγή.....	63
5.2 Στατιστικό Πρότυπο Διατεταγμένης Λογιστικής Παλινδρόμησης.....	63
5.2.1 Εισαγωγή Δεδομένων στο SPSS.....	63
5.2.2 Επεξεργασία Δεδομένων.....	64
5.2.3 Συνάρτηση Χρησιμότητας.....	66
5.2.4 Στατιστικός έλεγχος μοντέλου.....	67

5.2.5 Αποτελέσματα.....	68
5.3 Στατιστικό Πρότυπο Πολυωνυμικής Λογιστικής Παλινδρόμησης.....	71
5.3.1 Εισαγωγή δεδομένων στο R-Studio.....	71
5.3.2 Ο Κώδικας.....	73
5.3.3 Συναρτήσεις Χρησιμότητας.....	77
5.3.4 Στατιστικός Έλεγχος μοντέλου.....	81
5.3.5 Αποτελέσματα.....	84
6. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΠΡΟΘΕΣΗ ΝΑ ΠΛΗΡΩΣΩ.....	
6.1 Παράμετροι υπολογισμού του ανθρώπινου κόστους.....	94
6.2 Υπολογισμός του ανθρώπινου κόστους των ατυχημάτων.....	96
7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	
7.1 Σύνοψη Αποτελεσμάτων.....	97
7.2 Συμπεράσματα.....	99
7.3 Προτάσεις.....	103
7.4 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.....	104
8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ	
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α.....	108
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β.....	124
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ.....	141
<u>ΠΙΝΑΚΕΣ</u>	
Πίνακας 1.2: Σύνολο θανατηφόρων ατυχημάτων και μη, 2007-2016.....	9
Πίνακας 2.3: Ανάλυση κόστους ατυχημάτων.....	24
Πίνακας 2.4: Κόστη ατυχημάτων για Ευρωπαϊκές χώρες (SafetyCube, 2017)	29
Πίνακας 3.1: Τιμές του t-ratio ανάλογα με τον βαθμό εμπιστοσύνης.....	49
Πίνακας 5.8: Τιμές λόγου Odds Ratio για τις ανεξάρτητες μεταβλητές.....	69
Πίνακας 5.13: Στατιστικός έλεγχος των μεταβλητών του μοντέλου.....	83
Πίνακας 7.1: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα μοντέλων.....	98
<u>ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ</u>	

Γράφημα 1.1: Μέθοδοι αποτίμησης συνολικού κόστους οδικών ατυχημάτων.....	8
Γράφημα 1.3: Σύνολο τροχαίων ατυχημάτων και νεκρών, 1991-2017.....	10
Γράφημα 1.4: Συγκριτικό γράφημα παθόντων οδικών ατυχημάτων 2016-2017.....	10
Γράφημα 1.5 : Βήματα της διπλωματικής.....	16
Γραφημα 2.1 : Χρονική εξέλιξη ατυχημάτων και παθόντων την δεκαετία 2000-2010 σελ 22	
Γράφημα 2.2 : Παράλληλη χρονική εξέλιξη νεκρών και στόλου ατυχημάτων την τελευταία δεκαετία.....	23

ΕΙΚΟΝΕΣ

Εικόνα 4.1: Το Σενάριο 3 που χρησιμοποιήθηκε στην τρίτη ενότητα.....	55
Εικόνα 4.2 : Μέρος του ερωτηματολογίου.....	57
Εικόνα 4.3: Μέρος του αρχείου Excel που χρησιμοποιήθηκε στο πρόγραμμα SPSS για την διατεταγμένη λογιστική παλινδρόμηση.....	58
Εικόνα 4.4: Μέρος του αρχείου Excel που χρησιμοποιήθηκε στη ανάπτυξη του κώδικα σε γλώσσα R για την πολυωνυμική λογιστική παλινδρόμηση.....	59
Εικόνα 4.5 : Κατανομή του φύλου και της ηλικίας των ερωτώμενων.....	60
Εικόνα 4.6 : Κατανομή του ετήσιου οικογενειακού εισοδήματος και του επιπέδου μόρφωσης των ερωτώμενων.....	61
Εικόνα 5.1: Η τελική μορφή του αρχείου Ordinal.Final.Dataset.sav. στο SPSS.....	63
Εικόνα 5.2: Η καρτέλα Variable View του SPSS.....	64
Εικόνα 5.3: Το παράθυρο για το μοντέλο διατεταγμένης λογιστικής παλινδρόμησης στο SPSS.....	65
Εικόνα 5.4: Μορφή μέρους των αποτελεσμάτων της διατεταγμένης λογιστικής παλινδρόμησης στο SPSS.....	65
Εικόνα 5.5: Στατιστικός έλεγχος μεταβλητών με το SPSS.....	67
Εικόνα 5.6 Τιμές συντελεστή Pseudo R-Square.....	68
Εικόνα 5.7 Τιμές για το κριτήριο της μεγίστης πιθανοφάνειας.....	68
Εικόνα 5.9: Η τελική μορφή του MultinomialDataset.csv στο R-Studio.....	71
Εικόνα 5.10: Η τελική μορφή του μοντέλου στο R-Studio.....	73
Εικόνα 5.11.1 Σετ δεδομένων data1.....	75
Εικόνα 5.11.2 Σετ δεδομένων data2.....	76

Εικόνα 5.12 Αποτέλεσμα τελικού μοντέλου στο R-Studio.....	79
---	----

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

- 1.1 Γενική Ανασκόπηση**
- 1.2 Στόχος της Διπλωματικής Εργασίας**
- 1.3 Μεθοδολογία**
- 1.4 Δομή της Διπλωματικής Εργασίας**

1.1 Γενική Ανασκόπηση

Η μετακίνηση ανθρώπων και αγαθών αποτελεί μια από τις νευραλγικές ανάγκες των σύγχρονων κοινωνιών. Το κόστος, ο χρόνος, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις καθώς και ενδεχόμενες συνέργειες που απορρέουν από τις μεταφορές αποτελούν θεμελιώδη κριτήρια με τα οποία σχεδιάζουμε, υλοποιούμε και σε τελική ανάλυση επιλέγουμε ένα μεταφορικό σύστημα ή μέσο. Πέρα όμως από τα προαναφερθέντα κριτήρια η πλέον θεμελιώδης αρχή αξιολόγησης των μεταφορών είναι η ασφάλεια των ανθρώπων και των υποδομών. Συνεπώς, ο τομέας της οδικής ασφάλειας αναβαθμίζεται ολοένα και περισσότερο μιας και οι συνέπειες του επεκτείνονται σε ένα ευρύ φάσμα των λειτουργιών της κοινωνίας.

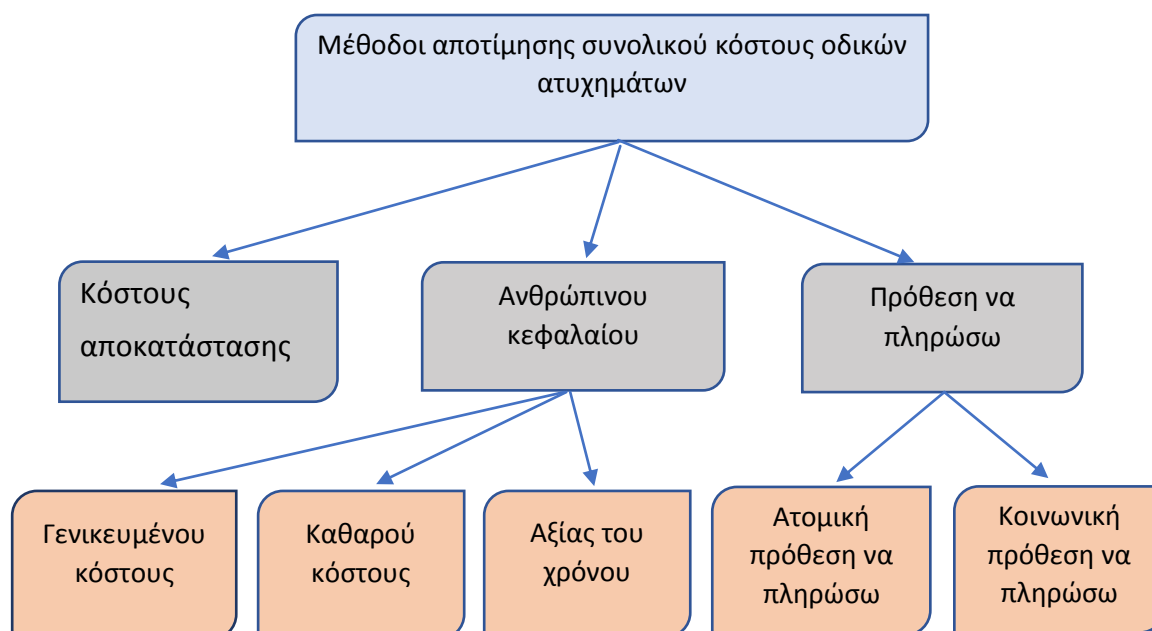
Κύριος στόχος του τομέα της οδικής ασφάλειας και της πολιτικής των μεταφορών αποτελεί ο συγκερασμός της ασφάλειας, του ελαχίστου κόστους και χρόνου καθώς και η προστασία του περιβάλλοντος. Η εξισορρόπηση δηλαδή των παραπάνω, ούτως ώστε να συμπλέουν με την ασκούμενη πολιτική που έχει ως στόχο την εξασφάλιση των όσο το δυνατόν μεγαλύτερων ωφελειών για τον κοινωνικό σύνολο. Μολονότι, η αξία της ανθρώπινης ζωής αποτελεί όπως είναι φυσικό την μεγαλύτερη προτεραιότητα των μεταφορών, το κόστος είναι εξίσου σημαντικό και δυσχεραίνει κατά πολύ την εν λόγω εξίσωση.

Η εκτίμηση του συνολικού κόστους ενός οδικού ατυχήματος είναι μια σύνθετη διαδικασία διότι οι παράμετροι που το συνθέτουν είναι πολυάριθμες. Παρότι ο θεμέλιος λίθος είναι η εκτίμηση της αξίας της ανθρώπινης ζωής, ένα οδικό ατύχημα επιφέρει και άλλες επιπτώσεις όπως, φθορές στις υποδομές, σπατάλη ανθρώπινου και όχι μόνο κεφαλαίου, καθώς και άλλες διαδικασίες νομικού και διεκπεραιωτικού χαρακτήρα.

Οι τρεις συνιστώσες του συνολικού κόστους ενός τροχαίου ατυχήματος όπως έχουν διαμορφωθεί από την έως τώρα επιστημονική διερεύνηση είναι:

- η απώλεια της αξίας της ζωής, η οποία είναι ίση με την αποτίμηση του πόνου, της θλίψης και της οδύνης που σχετίζονται με τον θάνατο ή το βαρύ τραυματισμό.
- η αξία της απολεσθείσας παραγωγικής ικανότητας, δηλαδή η απώλεια του παραγωγικού έργου του εμπλεκομένου.
- τα άμεσα κόστη που σχετίζονται με την καταστροφή υποδομών, κρατικών και μη, καθώς και νομικά και ιατρικά έξοδα.

Από τα παραπάνω προκύπτουν οι τρεις διαδομένες μέθοδοι αποτίμησης του συνολικού κόστους των οδικών ατυχημάτων όπως φαίνονται στο σχεδιάγραμμα 1.



Γράφημα 1.1: Μέθοδοι αποτίμησης συνολικού κόστους οδικών ατυχημάτων

1.1.1 Η μέθοδος «πρόθεση να πληρώσω» (willingness to pay)

Στην παρούσα διπλωματική εργασία χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος «πρόθεση-να-πληρώσω» (ΠΝΠ). Ιστορικά, η μέθοδος αυτή ξεκίνησε να χρησιμοποιείται μαζικά στις αρχές του 1990 σχεδόν σε όλες τις προηγμένες χώρες όπως για παράδειγμα στις ΗΠΑ και στο Ηνωμένο Βασίλειο, δύο κράτη πρωτοπόρα στον τομέα και στις επενδύσεις υποδομών. Η βασική αρχή πάνω στην οποία βασίστηκε η μέθοδος «πρόθεση-να-πληρώσω» (Π.Ν.Π.) είναι ότι το κόστος που θα έπρεπε να επενδυθεί για την βελτίωση των υποδομών είναι αυτό το οποίο οι ίδιοι οι χρήστες είναι διατεθειμένοι να διαθέσουν από το εισόδημα τους προκειμένου να μειωθεί η πιθανότητα εμπλοκής τους σε οδικό ατύχημα. Παρόλο που στην πραγματικότητα οι χρήστες δεν θα έθεταν τη ζωή τους σε κίνδυνο για οποιοδήποτε χρηματικό κόστος, εντούτοις είναι διατεθειμένοι να «εξαγοράσουν» μειώσεις της πιθανότητας εμπλοκής τους σε ατύχημα θυσιάζοντας άλλα αγαθά και υπηρεσίες. Κλασικό παράδειγμα αποτελεί η επιλογή ή μη των χρηστών να αγοράσουν οχήματα με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά ενεργητικής και παθητικής ασφάλειας.

Αναλυτικότερα, ο μέσος χρήστης επιλέγει συνειδητά ένα όχημα με χειρότερες επιδόσεις σε ότι αφορά την ασφάλεια σε περίπτωση ατυχήματος διότι προτιμάει

άλλα αγαθά τα οποία είναι σε θέση να αγοράσει με το εξοικονομηθέν ποσό. Για τον λόγο αυτό, δηλαδή για την συνειδητή επιλογή των ατόμων να επενδύσουν ή όχι στην ασφάλεια τους, η μέθοδος αυτή είναι η πλέον αποδεκτή και διαδεδομένη από τους ειδικούς με αποτέλεσμα να χρησιμοποιείται κατά κόρον στην εκπόνηση αυτού του είδους μελετών.

Είναι λοιπόν σαφές, μέσω της αλληλεξάρτησης οδικής ασφάλειας-κόστους ότι η πρόληψη και η μείωση των οδικών ατυχημάτων εξυπηρετούν πέρα από το ηθικό ζήτημα που ανακύπτει, και τα εν γένει οικονομικά συμφέροντα μιας κοινωνίας.

Ιδιαίτερως σε ό,τι αφορά στην χώρα μας το ζήτημα της οδικής ασφάλειας λόγω της έξαρσης του έχει άμεσο αντίκτυπο, πέραν των υπολοίπων προεκτάσεων του, και στο δημογραφικό ζήτημα. Παρόλο που τα επίσημα στοιχεία των τελευταίων ετών είναι ιδιαίτερως ενθαρρυντικά το τίμημα που πληρώνει η Ελλάδα παραμένει υψηλό τηρουμένων των πληθυσμιακών αναλογιών με άλλες ευρωπαϊκές χώρες. Μπορεί ο απόλυτος αριθμός των ατυχημάτων και των παθόντων να έχει μειωθεί σημαντικά ωστόσο τα ποσοστά παραμένουν αξιοσημείωτα. Σύμφωνα με τον πίνακα 1.2 της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής (ΕΛΣΤΑΤ), τα έτη 2007-2014 ο αριθμός των θανατηφόρων ατυχημάτων μειώθηκε αισθητά με την τάση αυτή να αλλάζει τα έτη 2015 και 2016 παρά το γεγονός ότι ο αριθμός του συνόλου των ατυχημάτων μειώνεται διαδοχικά στο σύνολο της δεκαετίας με μοναδική εξαίρεση το έτος 2010.

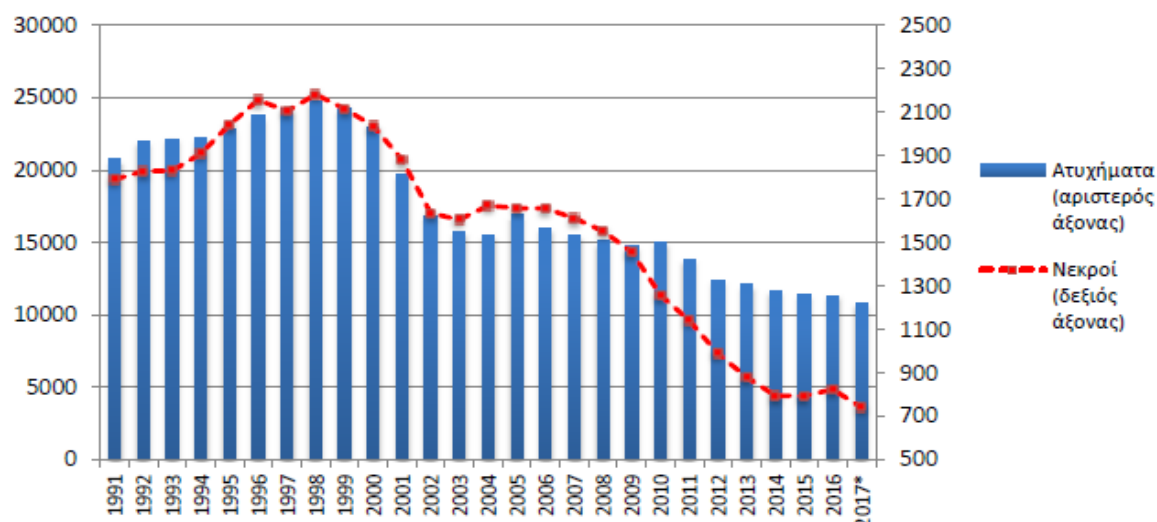
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Σύνολο ατυχημάτων	15.499	15.083	14.789	15.032	13.849	12.398	12.109	11.690	11.440	11.318
ΦΥΣΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ										
Θανατηφόρο	1.442	1.411	1.296	1.142	1.051	908	814	739	741	772
Προκάλεσε Τραυματισμούς	14.057	13.672	13.493	13.890	12.798	11.490	11.295	10.951	10.699	10.546

Πίνακας 1.2: Σύνολο ατυχημάτων θανατηφόρων και μή, 2007-2016

Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι τα τελευταία χρόνια γίνεται μεγάλη προσπάθεια απο τους εμπλεκόμενους φορείς και την πολιτική ηγεσία να αναβαθμιστεί το

σύστημα της οδικής ασφάλειας στην Ελλάδα κυρίως διότι μέχρι και τα τέλη της δεκαετίας του 1990 η χώρα μας πλήρωνε πολύ βαρύ τίμημα σε ανθρώπινο δυναμικό. Τα παραπάνω επιβεβαιώνονται στο γράφημα 3 (1991-2017) και στο γράφημα 4 (2016-2017) της ελληνικής αστυνομίας και της ΕΛΣΤΑΤ.



Γράφημα 1.3: Σύνολο τροχαίων ατυχημάτων και νεκρών, 1991-2017

Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ



Γράφημα 1.4: Συγκριτικό γράφημα παθόντων οδικών ατυχημάτων 2016-2017

Πηγή: Ελληνική Αστυνομία

Δεν είναι τυχαίο το γεγονός ότι η αλματώδης αύξηση του επιπέδου της οδικής ασφάλειας στην Ελλάδα συνέπεσε με την οικονομική ανάπτυξη, την ευημερία και

την βελτίωση της ποιότητας ζωής που επικράτησε από τα τέλη του 1990 και ύστερα.

Είναι άλλωστε ευρέως γνωστό πως η πρόθεση μιας κοινωνίας να επενδύσει ενεργά στην ποιότητα των οδικών υποδομών της, με σκοπό να μειώσει τα ατυχήματα, να προστατέψει τα μέλη της και ως εκ τούτου να ελαχιστοποιήσει το συνολικό κόστος των ατυχημάτων, μαρτυρά συγκεκριμένα χαρακτηριστικά για την ανάπτυξη και τις αξίες του κοινωνικού συνόλου και την συνεκτικότητα του. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν οι δυτικοευρωπαϊκές χώρες στις οποίες η συνεχής μείωση του συνολικού κόστους των ατυχημάτων έχει επέλθει από την διαχρονική και αταλάντευτη πολιτική βελτίωσης των οδικών υποδομών.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει να αναφερθεί πως η πρόθεση της κοινωνίας να επενδύσει στην βελτίωση των οδικών υποδομών πηγάζει από την αξία που έχει η ανθρώπινη ζωή στην αντίληψη των πολιτών. Προς επίρρωση των παραπάνω, έρευνες συγκλίνουν στο ότι στον σκανδιναβικό κόσμο το κόστος των θανατηφόρων οδικών ατυχημάτων είναι το υψηλότερο σε σχέση με την υπόλοιπη Ευρώπη. Αυτό προκύπτει από το ότι η αξία της ανθρώπινης ζωής εκτιμάται περισσότερο σε αυτές τις κοινωνίες και συνεπώς είναι διατεθειμένες να πληρώσουν τα μέγιστα προκειμένου να την προασπίσουν.

Η καθαρά οικονομική προσέγγιση των θανατηφόρων ατυχημάτων, καθώς και η αναγκαία στη κατεύθυνση αυτή εκτίμηση της αξίας της ανθρώπινης ζωής αντιμετωπίστηκε με σκεπτικισμό και δυσμενή κριτική από εκείνους που πιστεύουν ότι είναι αδύνατο και ηθικά μη αποδεκτό να αποτιμάται η ζωή ενός ανθρώπου με οικονομικά μεγέθη. Είναι λογικό άλλωστε, η αξία της ανθρώπινης ζωής να είναι καθολική σε όλες τις χώρες, και όχι να διαφέρει ανάλογα με την περιοχή και το εισόδημα της εκάστοτε κοινωνίας. Παρά ταύτα, η κρισιμότητα του ζητήματος και των προεκτάσεων του, δηλαδή η συστηματική απώλεια ανθρώπινων ζωών και η κατασπατάληση πόρων που αυτή επιφέρει, επιβάλουν την προαναφερθείσα προσέγγιση.

1.2 Στόχος της Διπλωματικής Εργασίας

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η οδική ασφάλεια αποτελεί ένα πολυεπίπεδο τομέα του οποίου οι προεκτάσεις και οι συνέπειες είναι βαρύνουσας σημασίας για τον πληθυσμό και την οικονομία μιας χώρας. **Στόχος της παρούσας διπλωματικής είναι ο υπολογισμός του ανθρώπινου κόστους των οδικών ατυχημάτων με τη μέθοδο «πρόθεση να πληρώσω» (ΠΝΠ - willingness to pay) καθώς επίσης και η μελέτη και η καταγραφή της ευαισθητοποίησης απέναντι στη πιθανότητα εμπλοκής σε οδικό ατύχημα με τη μέθοδο δεδηλωμένης προτίμησης (stated**

preference). Μέσα από την επιλογή καμιά, μικρή ή μεγάλη μείωση (μέθοδος δεδηλωμένης προτίμησης) στη πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παράλληλη αύξηση του κόστους και του χρόνου ταξιδιού έγινε προσπάθεια να εξαχθούν συμπεράσματα για τις αντιλήψεις και τα χαρακτηριστικά των Ελλήνων οδηγών.

Ο πόνος, η θλίψη και η οδύνη που επιφέρει ένα οδικό ατύχημα αποτιμώνται αρτιότερα σε χρηματικές μονάδες με χρήση της μεθόδου Π.Ν.Π.. Μέσω αυτής, προσδιορίζεται το μέγεθος εκείνο που σχετίζεται με το ανθρώπινο κόστος ενός ατυχήματος. Το ανθρώπινο κόστος ή αξία της στατιστικής ζωής (VOSL), συμπεριλαμβάνει όλα τα μη εμπορεύσιμα αγαθά, όπως την απώλεια ζωής των νεκρών θυμάτων, την ψυχική και φυσική οδύνη συχνά αναφερόμενα ως πόνος, θλίψη και οδύνη των συγγενών και φίλων και τέλος τη βελτίωση του δείκτη θνησιμότητας κατά μια μονάδα. Για τα παραπάνω, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Π.Ν.Π. διότι μέσω της εφαρμογής της υπολογίζεται το κόστος που είναι διατεθειμένοι οι ίδιοι οι οδηγοί να διαθέσουν, προκειμένου να βελτιωθεί η οδική ασφάλεια.

Αντιστοίχως, με τη μέθοδο της δεδηλωμένης προτίμησης προσδιορίστηκε η ευαισθησία των οδηγών απέναντι στην πιθανότητα συμμετοχής τους σε θανατηφόρο ατύχημα. Προσδιορίστηκαν οι παράμετροι που διαμορφώνουν την επιλογή του Έλληνα οδηγού μεταξύ καμιάς, μικρής ή μεγάλης μείωσης της πιθανότητας εμπλοκής του σε οδικό ατύχημα. Πιο συγκεκριμένα, στόχος ήταν η εξαγωγή ενός μαθηματικού μοντέλου, το οποίο να προβλέπει κατά το δυνατόν την επιλογή του Έλληνα οδηγού (καμιά, μικρή ή μεγάλη μείωση) ανάλογα με τα χαρακτηριστικά και τις προτιμήσεις του κάτω από συγκεκριμένες προϋποθέσεις και συνθήκες ταξιδιού (κόστος, χρόνος διαδρομής).

Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής είναι χρήσιμα για τις Αρχές που είναι υπεύθυνες για την ασκούμενη πολιτική καθώς επίσης και για τις κρατικές και μη υπηρεσίες που σχετίζονται με την οδική ασφάλεια και το δίκτυο των υποδομών. Η αξία της στατιστικής ζωής και η μέτρηση της ευαισθητοποίησης των Ελλήνων απέναντι στην πιθανότητα συμμετοχής σε θανατηφόρο ατύχημα μπορούν να συντελέσουν στην αναβάθμιση και την αρτιότερη διαχείριση των μεταφορικών υποδομών. Τέλος, με αφορμή την προσπάθεια αυτή είναι ευκαιρία να αναδειχθεί περαιτέρω το ζήτημα της οδικής ασφάλειας στην Ελλάδα και να κινητοποιηθεί και να επενδυθεί το απαραίτητο κεφάλαιο (ανθρώπινο και μη) για την εις βάθος διερεύνηση του.

1.3 Μεθοδολογία

Για την επίτευξη του στόχου όπως αυτός περιγράφηκε στο προηγούμενο υποκεφάλαιο ακολουθήθηκε η κάτωθι μεθοδολογία η οποία περιλαμβάνει τα εξής βήματα:

Αρχικά, πραγματοποιήθηκε μία σύντομη **έρευνα στο Διαδίκτυο** προκειμένου να υπάρξει εξοικείωση με το θέμα της διπλωματικής μέσα από την μελέτη αντίστοιχων εργασιών και μελετών που πραγματεύονται το ζήτημα της οδικής ασφάλειας στην Ελλάδα αλλά και διεθνώς. Μέσω της **βιβλιογραφικής ανασκόπησης** συλλέχθηκαν γενικότερες πληροφορίες και καταγράφηκαν μοτίβα που χρησιμοποιούνται κατά πάγια τακτική στην εκπόνηση παρεμφερών ερευνών. Επιπροσθέτως, στη φάση αυτή αποκτήθηκε μια πρώτη εμπειρία σε ό,τι αφορά τη δομή που θα πρέπει να έχει η παρούσα διπλωματική καθώς επίσης και τη μεθοδολογία που θα ακολουθηθεί για την καλύτερη στατιστική ανάλυση των δεδομένων και την εγκυρότητα των εξαχθέντων αποτελεσμάτων.

Το πρώτο βήμα προκειμένου να ξεκινήσει η επεξεργασία των στοιχείων αποτέλεσε η **συλλογή των στοιχείων** και η μέθοδος με την οποία θα πραγματοποιηθεί. Με μια πρόχειρη ματιά σε αντίστοιχες έρευνες γρήγορα έγινε αντιληπτό ότι η συλλογή στοιχείων θα γίνει μέσω **διαδικτύου** (με mail) και παράλληλης **έρευνας πεδίου**. Άλλωστε είναι η φύση της έρευνας τέτοια η οποία ουσιαστικά δεν αφήνει άλλες επιλογές στον μελετητή διότι τα συλλεχθέντα στοιχεία δεν είναι παρατηρήσεις ή μετρήσεις πραγματικών καταστάσεων αλλά αφορούν την διερεύνηση υποθετικών σεναρίων και την αντιμετώπιση αυτών.

Σε πρώτη φάση συγκεντρώθηκαν επαρκή επιστημονικά άρθρα και έρευνες κυρίως συμβουλευτικού χαρακτήρα για την δομή και το περιεχόμενο του **ερωτηματολογίου**. Στη συνέχεια, μελετήθηκαν αντίστοιχα ερωτηματολόγια για την καλύτερη κατανόηση και εμβάθυνση των ερωτήσεων που έπρεπε να συμπεριληφθούν και τον σκοπό που εξυπηρετεί η απάντηση αυτών. Για παράδειγμα, κατά πάγια τακτική στο **Μέρος Α** του ερωτηματολογίου θέτονται ερωτήματα που αφορούν τις κύριες οδηγικές συνήθειες του ερωτώμενου (χιλιόμετρα και ώρες που οδηγεί την εβδομάδα, είδος οχήματος κλπ κλπ) ούτως ώστε να σκιαγραφηθεί το **οδηγικό προφίλ** του χρήστη και να δοθεί ή όχι η απαραίτητη βαρύτητα.

Στη συνέχεια, στο **Μέρος Β** του ερωτηματολογίου γίνονται ερωτήσεις των οποίων οι απαντήσεις υποδηλώνουν τις **αντιλήψεις του οδηγού, την εκτίμηση και την ανησυχία** του απέναντι στην **πιθανότητα** να εμπλακεί σε διάφορα είδη ατυχήματος.

Το **Μέρος Γ** αποτελεί το **πιο ουσιαστικό κομμάτι** του ερωτηματολογίου διότι περιλαμβάνει τις απαντήσεις εκείνες οι οποίες υπόκεινται σε στατιστική επεξεργασία και από την ανάλυση των οποίων θα επιτευχθεί ο βασικός στόχος της διπλωματικής. **Πρόκειται για τον υπολογισμό του ανθρώπινου κόστους και την μελέτη και την καταγραφή της ευαισθητοποίησης των οδηγών απέναντι στη πιθανότητα εμπλοκής τους σε οδικό ατύχημα.** Ιδιαίτερως σε ότι αφορά την εκτίμηση της ευαισθητοποίησης των οδηγών καταβλήθηκε προσπάθεια να αξιολογηθεί η μεταβολή της στάσης των οδηγών σε διαφορετικές μεταβολές του κόστους και του χρόνου ενός ταξιδιού. Τα υποθετικά σενάρια περιελάμβαναν όσο το δυνατόν πιο διαφοροποιημένες επιβαρύνσεις όπως για παράδειγμα ταυτόχρονη αύξηση του κόστους και του χρόνου του ταξιδιού, μεμονωμένες αυξήσεις ή ακόμη και τριπλασιασμό ενός εκ των δύο προκειμένου να υπάρξει πληρέστερη καταγραφή της στάσης των χρηστών και των προτιμήσεων τους. Αξίζει να σημειωθεί πως η δομή του ερωτηματολογίου είναι διαμορφωμένη κατά τέτοιο τρόπο ώστε να παρέχει στον χρήστη τις απαραίτητες πληροφορίες προκειμένου να είναι σε θέση να απαντά εμπεριστατωμένα και με πλήρη επίγνωση της πραγματικότητας. Για παράδειγμα, ενώ αρχικά ερωτάται ποια πιστεύει ότι είναι η πιθανότητα να εμπλακεί σε οδικό ατύχημα (θανατηφόρο, με βαριά ή ελαφρά τραυματίες) πρωτού απαντήσει στις κρίσιμες ερωτήσεις του Μέρους Γ του παρέχεται η πραγματική πιθανότητα εμπλοκής προκειμένου να τον «σοκάρει» και να του επιστήσει την προσοχή για να αντιληφθεί την πραγματική διάσταση του προβλήματος της οδικής ασφάλειας.

Αντίστοιχα, στο τέλος του ερωτηματολογίου (**Μέρος Δ**) γίνονται ερωτήσεις που αφορούν την οικογένεια το κοινωνικό και οικονομικό υπόβαθρο του ερωτώμενου ούτως ώστε να μελετηθούν ποια είναι εκείνα τα χαρακτηριστικά που επηρεάζουν τις απαντήσεις και τις προτιμήσεις των οδηγών.

Μετά την διαμόρφωση της τελικής μορφής του ερωτηματολογίου και έπειτα από πολλές βελτιώσεις και τροποποιήσεις σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα ακολούθησε **ο διαμοιρασμός του μέσω διαδικτύου και η παράλληλη έρευνα πεδίου.** Κατά την συλλογή των ερωτηματολογίων έγινε προσπάθεια το δείγμα να είναι όσο το δυνατόν πιο αντιπροσωπευτικό του συνόλου του πληθυσμού των Ελλήνων οδηγών. Για τον σκοπό αυτό, κλήθηκαν να το απαντήσουν οδηγοί διάφορων κοινωνικών τάξεων και εισοδημάτων. Αντίστοιχα, δόθηκε προσοχή το δείγμα να είναι διαφοροποιημένο σε ότι αφορά το φύλο και την ηλικία των ερωτώμενων.

Συνολικά συγκεντρώθηκαν 251 ερωτηματολόγια και εν συνεχεία ακολούθησε ποιοτικός έλεγχος από τον οποίο 238 ερωτηματολόγια κρίθηκαν αξιόπιστα και τα αποτελέσματα των οποίων χρησιμοποιήθηκαν στην στατιστική ανάλυση. Στο επόμενο στάδιο, τα στοιχεία υπέστησαν κατάλληλη επεξεργασία για την χρησιμοποίησή τους στη στατιστική ανάλυση και ταξινομήθηκαν σε μια ενιαία βάση δεδομένων.

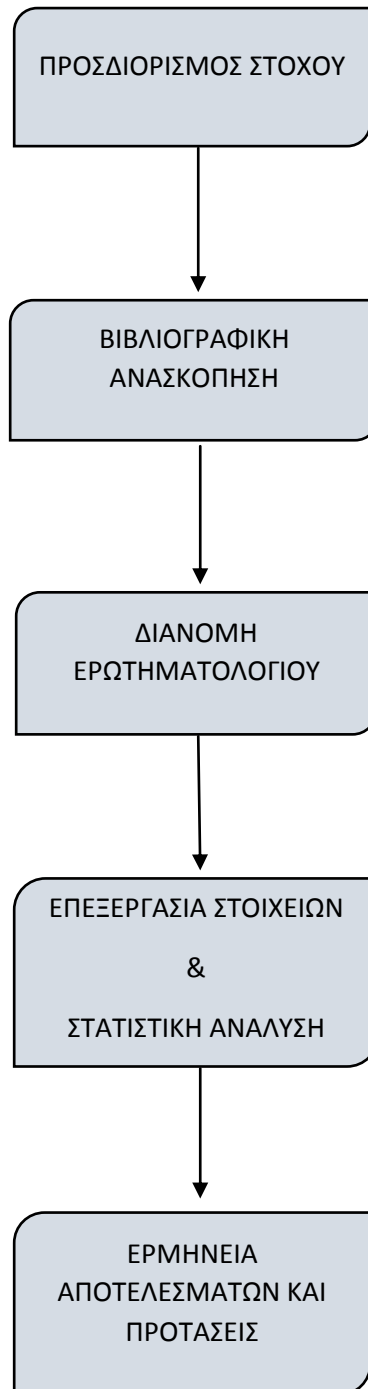
Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε η κωδικοποίηση των στοιχείων με κατάλληλο τρόπο ούτως ώστε να συμφωνεί με τις απαιτήσεις του σχετικού λογισμικού και ξεκίνησε η ανάλυση η οποία πραγματοποιήθηκε σε τρία στάδια. Το πρώτο στάδιο περιελάμβανε την επεξεργασία των αντιλήψεων και των περιγραφικών χαρακτηριστικών του δείγματος, το δεύτερο στάδιο αφορούσε στον υπολογισμό του ανθρώπινου κόστους και το τρίτο στάδιο στη διερεύνηση της ευαισθησίας της δεδομένης προτίμησης των οδηγών απέναντι στον κίνδυνο εμπλοκής τους σε τροχαίο ατύχημα.

Αρχικά, χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο της **διατεταγμένης λογιστικής παλινδρόμησης** (ordinal logistic regression) με εξαρτημένη μεταβλητή το ετήσιο ποσό που προτίθενται να διαθέσουν οι οδηγοί προκειμένου να μειώσουν κατά το ήμισυ την πιθανότητα εμπλοκής τους σε οδικό ατύχημα και ανεξάρτητες διάφορες μεταβλητές που εκφράζουν το οδηγικό προφίλ των ερωτώμενων, το οικονομικό και κοινωνικό τους υπόβαθρο και τέλος τις αντιλήψεις και την ευαισθησία τους απέναντι στα οδικά ατυχήματα. Όμοια, αναπτύχθηκε μοντέλο με χρήση της **πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης** (multinomial logistic regression) με εξαρτημένη μεταβλητή την επιλογή των ερωτώμενων για καμία μεταβολή, μείωση 20% ή 50% στην πιθανότητα εμπλοκής τους σε οδικό ατύχημα κατά τη διάρκεια ενός υποθετικού ταξιδιού με συγκεκριμένη διάρκεια και κόστος. Σαν αντιστάθμισμα, οι οδηγοί όφειλαν να θυσιάσουν επιπρόσθετο χρόνο και κόστος που θα επιβάρυνε το ταξίδι τους. Ως ανεξάρτητες μεταβλητές χρησιμοποιήθηκαν οι ίδιες με το πρώτο μοντέλο με την μόνη ουσιαστική διαφορά να έγκειται στην κωδικοποίηση των στοιχείων. Αναλυτικότερα, στο μοντέλο της πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης κρίθηκε αναγκαία η τροποποίηση της βάσης δεδομένων και η διαμόρφωση «ανθρωποσεναρίων» για την εξαγωγή αρτιότερων αποτελεσμάτων.

Συνολικά, η κωδικοποίηση των στοιχείων πραγματοποιήθηκε σε τρία στάδια. Το πρώτο στάδιο περιελάμβανε την επεξεργασία των αντιλήψεων και των περιγραφικών χαρακτηριστικών του δείγματος, το δεύτερο στάδιο αφορούσε στον υπολογισμό του ανθρώπινου κόστους και το τρίτο στάδιο στη διερεύνηση της ευαισθησίας της δεδομένης προτίμησης των οδηγών απέναντι στον κίνδυνο εμπλοκής τους σε τροχαίο ατύχημα.

Μετά την αξιολόγηση και ερμηνεία των αποτελεσμάτων, εξήχθησαν τα αντίστοιχα συμπεράσματα για τον βαθμό και τον τύπο της επιρροής των εκάστοτε ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη. Με τον τρόπο αυτό, προέκυψαν σημαντικές πληροφορίες για το υπό εξέταση πρόβλημα και διατυπώθηκαν αξιολογες προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται σχηματικά τα στάδια της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε για τις ανάγκες της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας.



Γράφημα 1.5 : Βήματα της Διπλωματικής Εργασίας

1.4 Δομή της Διπλωματικής Εργασίας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Το κεφάλαιο αυτό αποτελεί την εισαγωγή της Διπλωματικής εργασίας και έχει σκοπό να παρουσιάσει στον αναγνώστη το γενικότερο πλαίσιο του αντικείμενου με το οποίο ασχολείται. Αρχικά, περιγράφεται η συνεισφορά των μεταφορών στην ομαλή λειτουργία και την εξυπηρέτηση των αναγκών της κοινωνίας. Στη συνέχεια γίνεται μια συνοπτική παρουσίαση του προβλήματος της οδικής ασφάλειας και ειδικότερα της ανάγκης συγκερασμού της ασφάλειας, του ελαχίστου κόστους καθώς επίσης της προστασίας του περιβάλλοντος στον τομέα των μεταφορών. Ακολουθεί αναφορά των μεθόδων που υπάρχουν για τον προσδιορισμό του κόστους των ατυχημάτων και παρουσιάζονται αυτές που χρησιμοποιούνται κυρίως τα τελευταία χρόνια από πολλές χώρες. Έπειτα, γίνεται λόγος αναλυτικότερα για τη μέθοδο πρόθεση να πληρώσω (Π.Ν.Π.) η οποία χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του ανθρώπινου κόστους των οδικών ατυχημάτων και στην παρούσα εργασία. Γίνεται αναφορά στον αριθμό των παθόντων και των οδικών ατυχημάτων την τελευταία δεκαετία με συγκεκριμένες παραπομπές σε δημοσιευμένα στοιχεία και διατυπώνεται η ανάγκη να προσδιορισθεί το κόστος τους στην Ελλάδα. Σημειώνεται η σύμπλευση της οικονομικής ανάπτυξης ενός κράτους με την αναβάθμιση των υποδομών και της οδικής ασφάλειας του με χαρακτηριστικό παράδειγμα τις βορειοδυτικές χώρες της Ευρώπης. Στη συνέχεια, σχολιάζεται η ευαισθησία των ατόμων απέναντι στον κίνδυνο εμπλοκής τους σε οδικό ατύχημα και η διάθεση που πιθανώς να έχουν τα άτομα να ανταλλάσσουν χρόνο και χρήμα κάτω από συγκεκριμένες προϋποθέσεις, προκειμένου να μειώσουν τον κίνδυνο εμπλοκής τους σε οδικό ατύχημα. Έπειτα παρουσιάζεται ο στόχος της διπλωματικής εργασίας που δεν είναι άλλος από τον προσδιορισμό του ανθρώπινου κόστους των οδικών ατυχημάτων και την μελέτη της ευαισθητοποίησης των οδηγών απέναντι στην πιθανότητα ατυχήματος. Στη συνέχεια, περιγράφεται η μεθοδολογία η οποία ακολουθήθηκε και το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με την παρουσίαση της δομής της διπλωματικής εργασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Στο κεφάλαιο αυτό αναλύονται τα ευρήματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, τα οποία προέκυψαν από την αναζήτηση και την καταγραφή ερευνών (δημοσιευμένα άρθρα, διδακτορικές διατριβές, βιβλία, πρακτικά επιστημονικών οργανισμών κ.α.), με αντικείμενο τον υπολογισμό του ανθρώπινου κόστους και την εκτίμηση της ευαισθητοποίησης των οδηγών απέναντι στη πιθανότητα εμπλοκής τους σε οδικό ατύχημα. Καταρχάς, γίνεται μια μικρή ανάλυση για την όξυνση των οδικών ατυχημάτων και την ανάδειξη τους σε μια από τις κυριότερες αιτίες θανάτου σε παγκόσμια κλίμακα. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται στατιστικά στοιχεία που αφορούν την Ελλάδα, και την διαχρονική πορεία των θανάτων, των παθόντων και τον αριθμό των ατυχημάτων την τελευταία εικοσαετία στη χώρα μας. Αναλύονται διάφορες κατηγοριοποιήσεις των ατυχημάτων και των

συνιστωσών του κόστους αυτών. Ακόμη, γίνεται ειδική μνεία στο ανθρώπινο κόστος των ατυχημάτων καθώς επίσης στις μεθόδους εκτίμησης του. Για τον σκοπό αυτό, εξετάζονται εργασίες από την Ελλάδα και το εξωτερικό, έρευνες που έχουν δημοσιευθεί σε επιστημονικά περιοδικά, βιβλία, άρθρα, πρακτικά συνεδρίων με σκοπό την καλύτερη εξοικείωση του αναγνώστη με το ζήτημα. Επίσης αναφέρονται μελέτες που αποδεικνύουν γιατί η μέθοδος πρόθεση να πληρώσω κρίνεται η καταλληλότερη για την εκτίμηση του ανθρώπινου κόστους των ατυχημάτων. Επιπλέον αναφέρονται οι πηγές από τις οποίες συλλέχθηκαν πληροφορίες για τη μέθοδο της δεδηλωμένης προτίμησης στο πλαίσιο της οποίας επεξεργάστηκαν ένα μέρος των αποτελεσμάτων που συγκεντρώθηκαν από την έρευνα πεδίου. Ακολουθεί η κριτική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της μεθόδου Π.Ν.Π και της Δεδηλωμένης Προτίμησης και την σύνδεση τους με το εισόδημα των ερωτώμενων. Συνοπτικά, στο συγκεκριμένο κεφάλαιο παρουσιάζεται μία ιστορική αναδρομή των μεθόδων που χρησιμοποιήθηκαν στο πέρασμα των χρόνων μέχρι και σήμερα για τον υπολογισμό του ανθρώπινου κόστους των οδικών ατυχημάτων καθώς και το απαραίτητο γνωσιολογικό υπόβαθρο για τη μελέτη και ανάλυση των στοιχείων που συγκεντρώθηκαν στην παρούσα έρευνα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Το θέμα του κεφαλαίου αυτού είναι το θεωρητικό υπόβαθρο πάνω στο οποίο στηρίζεται η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία. Περιέχει δηλαδή αναλυτικά πληροφορίες από την ελληνική και διεθνή βιβλιογραφία οι οποίες ήταν καθοριστικές για τη συγκρότηση της όλης πορείας της εργασίας κατά την εκπόνηση της συγκεκριμένης έρευνας. Οι πληροφορίες αυτές αφορούν κυρίως στο γνωσιολογικό υπόβαθρο πάνω στο οποίο στηρίζεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε στην παρούσα διπλωματική, η στατιστική επεξεργασία των στοιχείων, η ανάλυση καθώς επίσης η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.

Στην αρχή του κεφαλαίου παρουσιάζονται οι βασικές έννοιες της στατιστικής και οι διάφορες κατανομές. Ακολουθούν οι μέθοδοι υπολογισμού του κόστους οδικών ατυχημάτων, δηλαδή του Ανθρώπινου Κεφαλαίου και της Π.Ν.Π., και περιγράφεται αναλυτικά η μέθοδος της Π.Ν.Π.. Εν συνεχεία, ορίζεται η Αξία Μιας Στατιστικής Ζωής (the value of a statistical life) που καθιστά το υπολογισμένο ποσό της Π.Ν.Π. συγκρίσιμο με τα ποσά των άλλων μεθόδων (Ανθρώπινου Κεφαλαίου). Για τον υπολογισμό, όμως, της Π.Ν.Π. και της αξίας της στατιστικής ζωής χρησιμοποιούνται δύο μέθοδοι : η μέθοδος της Αποκαλυπτόμενης Προτίμησης και η μέθοδος της Δεδηλωμένης Προτίμησης (ερωτηματολόγια). Συνεπώς, στη συνέχεια του κεφαλαίου γίνεται μία σύγκριση των δύο μεθόδων και επιλέγεται η μέθοδος των ερωτηματολογίων ως πιο κατάλληλη για τη διεξαγωγή της έρευνας πεδίου της παρούσας εργασίας. Αναφέρεται επίσης, ότι τα ερωτηματολόγια πρέπει να είναι κατάλληλα διαμορφωμένα, ώστε να εξαγονται συμπεράσματα για την πρόθεση του κοινού να πληρώσει έναντι μειώσεων του κινδύνου εμπλοκής σε οδικό ατύχημα. Από τα ερωτηματολόγια επιλέγονται με τη βοήθεια της στατιστικής ανάλυσης,

ορισμένες μεταβλητές που θα απαρτίζουν το πρότυπο. Στη συνέχεια γίνεται αναφορά στις μεθόδους στατιστικής ανάλυσης που είναι κατάλληλες για επεξεργασία στοιχείων που έχουν συλλεχθεί με τη μέθοδο της δεδηλωμένης προτίμησης. Ακολουθεί παράθεση των κυριότερων χαρακτηριστικών τους, ώστε να γίνει επιλογή της καταλληλότερης για τη συγκεκριμένη περίπτωση. Από τα παραπάνω κρίνεται καταλληλότερη η μέθοδος της λογιστικής παλινδρόμησης, η οποία παρουσιάζεται αναλυτικότερα στην επόμενη παράγραφο του εν λόγω κεφαλαίου. Έτσι, στην τελευταία παράγραφο γίνεται εκτενής περιγραφή της λογιστικής παλινδρόμησης καθώς και όλα τα επιμέρους βήματα της ανάλυσης μέχρι την ανάπτυξη του μαθηματικού μοντέλου το οποίο χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Το κεφάλαιο αυτό περιέχει τη συλλογή και επεξεργασία των στοιχείων που χρησιμοποιήθηκαν για την πραγματοποίηση της έρευνας. Αποφασίστηκε, τα στοιχεία να συλλεχθούν με τη βοήθεια της μεθόδου της Δεδηλωμένης Προτίμησης ή αλλιώς των ερωτηματολογίων. Επομένως, το κεφάλαιο επικεντρώνεται σε κάποιες αρχές που ακολουθήθηκαν για το σχεδιασμό των ερωτηματολογίων καθώς και στην ανάλυση των μερών της τελικής μορφής του ερωτηματολογίου. Έπειτα, παρουσιάζεται ο τρόπος διεξαγωγής της έρευνας πεδίου, δηλαδή η συμπλήρωση των ερωτηματολογίων μέσω προσωπικών συνεντεύξεων και στοχευμένου διαμοιρασμού του στο διαδίκτυο. Ακολουθεί, σε επόμενη παράγραφο του κεφαλαίου, ο τρόπος επιλογής του δείγματος που βοήθησε στη συμπλήρωση των ερωτηματολογίων. Επισημαίνεται, δηλαδή, πως το δείγμα πρέπει να έχει ποικίλα κοινωνικο-οικονομικά χαρακτηριστικά για να είναι αντιπροσωπευτικό και στη συνέχεια τα χαρακτηριστικά του δείγματος δίνονται με τη μορφή διαγραμμάτων. Η τελευταία ενότητα παρουσιάζει την επεξεργασία των στοιχείων και κυρίως τον τρόπο κωδικοποίησης των ερωτήσεων και των απαντήσεων σε ένα πίνακα δεδομένων στο Excel για να μπορούν να επεξεργαστούν κατάλληλα με τη βοήθεια του λογισμικού SPSS.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Το πέμπτο κεφάλαιο περιλαμβάνει την αναλυτική περιγραφή της εφαρμογής της μεθοδολογίας και την παρουσίαση των αποτελεσμάτων που εξήχθησαν. Παρουσιάζεται δηλαδή, η εξέλιξη της πορείας της στατιστικής ανάλυσης που πραγματοποιήθηκε. Αναλυτικότερα, γίνεται αναφορά στην κωδικοποίηση των απαντήσεων προκειμένου να είναι επεξεργάσιμα από το αντίστοιχο λογισμικό. Ακολουθεί αναλυτική παρουσίαση της επεξεργασίας των μεταβλητών και παρατίθεται η τελική μορφή των μαθηματικών προτύπων που προέκυψαν. Το ένα μαθηματικό πρότυπο, προέκυψε από διατεταγμένη λογιστική παλινδρόμηση και σχετίζεται με το ποσό της πρόθεσης να πληρώσουν οι οδηγοί για την αποφυγή ενός θανάτου. Το εν λόγω πρότυπο, εκφράζει ποιες παράμετροι επηρεάζουν το ποσό της πρόθεσης να πληρώσουν οι οδηγοί. Το δεύτερο μαθηματικό πρότυπο που αναπτύχθηκε σχετίζεται με την ευαισθητοποίηση των οδηγών απέναντι στην

πιθανότητα ατυχήματος και την πρόθεση τους να μειώσουν την πιθανότητα αυτή καθώς επίσης τα χαρακτηριστικά τους που επηρεάζουν την πρόθεση αυτή. Τέλος, γίνεται μια πρώτη καταγραφή των αποτελεσμάτων ούτως ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα από την στατιστική επεξεργασία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Στο κεφάλαιο αυτό υπολογίζεται η τιμή του **Ανθρώπινου Κόστους** με τη βοήθεια μιας μαθηματικής σχέσης και στοιχείων που προέκυψαν από την έρευνα πεδίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται προσπάθεια να διερευνηθούν αναλυτικά τα αποτελέσματα της έρευνας, ώστε να προκύψουν **τα τελικά συμπεράσματα**. Στη αρχή του κεφαλαίου γίνεται μια σύντομη περιγραφή του στόχου της Διπλωματικής Εργασίας και της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε, καθώς επίσης γίνεται και μια σύνοψη των συμπερασμάτων. Εν συνεχεία, παρουσιάζονται τα συμπεράσματα, όπως προέκυψαν μετά την εφαρμογή του μαθηματικού προτύπου. Τα συμπεράσματα αυτά δίνουν μια πιο σφαιρική άποψη για το θέμα της οδικής ασφάλειας και με αυτό τον τρόπο συμβάλουν καθοριστικά στο να διαμορφωθούν οι διάφορες προτάσεις-λύσεις. Έτσι, ακολουθούν οι προτάσεις, οι οποίες ενδεχομένως να περιορίσουν το πρόβλημα των οδικών ατυχημάτων στην Ελλάδα. Εντέλει, δίνονται κάποιες προτάσεις και παράμετροι του προβλήματος, οι οποίες μπορούν να διερευνηθούν από μελλοντικές έρευνες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: Το κεφάλαιο αυτό περιέχει τις **βιβλιογραφικές αναφορές** της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, ώστε να είναι εύκολη η εύρεση, από τον αναγνώστη, κάποιου συγκεκριμένου βιβλίου ή άρθρου σχετικού με το θέμα.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α : *ΤΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ*

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β : *ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ*

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ : *Ο ΚΩΔΙΚΑΣ ΠΟΥ ΑΝΑΠΤΥΧΘΗΚΕ ΣΤΗΝ R*

Κεφάλαιο 2

Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

2.1 Τα οδικά ατυχήματα στην Ελλάδα

2.2 Στάθμιση των ατυχημάτων

2.3 Ανάλυση των συνιστωσών του κόστους των τροχαίων ατυχημάτων

2.4 Το ανθρώπινο κόστος των ατυχημάτων και μέθοδοι εκτίμησης

2.5 Μέθοδος Δεδηλωμένης Προτίμησης (Stated Preference)

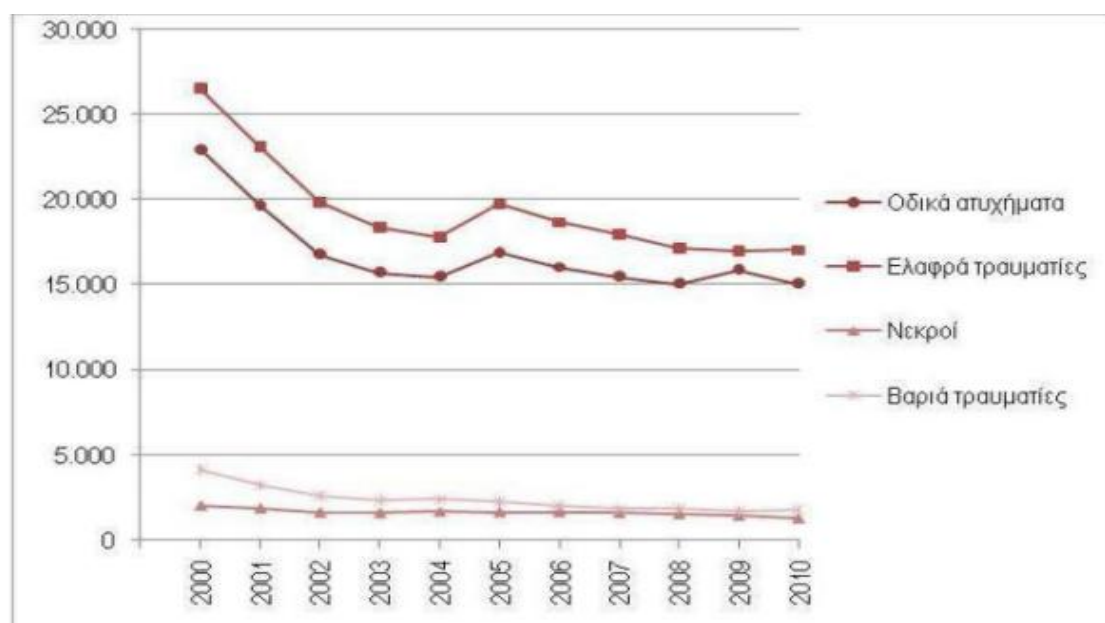
2.6 Κριτική Αξιολόγηση

2.1 Τα οδικά ατυχήματα στην Ελλάδα

Τα τροχαία ατυχήματα αποτελούν παγκόσμιο πρόβλημα δημόσιας υγείας και έχουν αναδειχθεί ως η κύρια αιτία θανάτου από ατυχήματα στην Ελλάδα. Η οδική ασφάλεια αποτελεί αντικείμενο εθνικών, περιφερειακών και τοπικών τεκμηριωμένων παρεμβάσεων που στοχεύουν τόσο στην παθητική όσο και στην ενεργητική πρόληψη (Petridou et al., 2007). Από μελέτη που πραγματοποιήθηκε από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας σε συνεργασία με το Πανεπιστήμιο του Harvard και την Παγκόσμια τράπεζα, προέκυψε πως τα τροχαία ατυχήματα από την όγδοη θέση που κατείχαν ως αιτίες θανάτου το 1990, αναμένεται να αναρριχηθούν στην τρίτη θέση το 2020. (δείκτης DALY's), (Murray, Lopez, 1996).

Όσον αφορά τους θανάτους από οδικά ατυχήματα στην Ελλάδα, το έτος 2015 σημειώθηκαν 74 νεκροί ανά εκατομμύριο πληθυσμού. Ο αριθμός αυτός αν και υπερβαίνει κατά πολύ τον μέσο όρο των 58 θανάτων ανά εκατομμύριο κατοίκων των κρατών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, αποτελεί μία σημαντική ένδειξη της προσπάθειας μείωσης των οδικών ατυχημάτων τις δύο τελευταίες δεκαετίες.

Συγκεκριμένα, την δεκαετία 2000-2010, στην Ελλάδα καταγράφηκε μείωση των θανατηφόρων οδικών ατυχημάτων κατά 37,1%. Τα παραπάνω επιβεβαιώνονται στο κάτωθι γράφημα που παρουσιάζει συνοπτικά τον αριθμό των οδικών ατυχημάτων, τους νεκρούς, τους βαριά τραυματίες καθώς επίσης και τους ελαφρά τραυματίες την δεκαετία 2000-2010.



Γράφημα 2.1 : Χρονική εξέλιξη ατυχημάτων και παθόντων την δεκαετία 2000-2010

Πηγή: Γ΄ Στρατηγικό Σχέδιο για την οδική ασφάλεια στην Ελλάδα.

Η σημαντική αυτή μείωση, αν και ικανοποιητική δεν κατάφερε να ανταποκριθεί στους στόχους του Στρατηγικού σχεδίου για την οδική ασφάλεια και να απομακρύνει την Ελλάδα από τις τελευταίες θέσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όσον

αφορά τον αριθμό των νεκρών. Το αντίστοιχο σχέδιο για την περίοδο 2011-2020 στοχεύει στην μείωση των θανάτων από οδικά ατυχήματα κατά 50%. Αξίζει να σημειωθεί πως τα τελευταία χρόνια, 2007-2017, η Ελλάδα έχει πετύχει ένα από τα μεγαλύτερα ποσοστά μείωσης θανάσιμων τροχαίων ατυχημάτων σε ευρωπαϊκό επίπεδο.



Γράφημα 2.2: Παράλληλη χρονική εξέλιξη νεκρών και στόλου ατυχημάτων 2007-2017

Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ

Δεν πρέπει να παραληφθεί ότι το κόστος των ατυχημάτων αποτελεί έναν πολύ σημαντικό παράγοντα των μεταφορών, με το μέσο οικονομικό κόστος θανατηφόρου ατυχήματος για τα κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης να ανέρχεται στα 1.726.126 ευρώ, ενώ στην Ελλάδα προσεγγίζει τα 2,2 εκατομμύρια ευρώ (SafetyCube, 2017). Η αποτίμηση του κόστους των ατυχημάτων συνεισφέρει στον αποδοτικό καταμερισμό του οικονομικού προϋπολογισμού στην οδική ασφάλεια. Παρά το γεγονός ότι η ανθρώπινη ζωή είναι η μεγαλύτερη απώλεια σε ένα τροχαίο ατύχημα, η αξία της δεν μπορεί να αποτιμηθεί εύκολα σε χρήμα. Η ευαίσθητη διαδικασία αντιστοίχισης της εκτίμησης της ζωής σε οικονομική αξία κρίνεται απαραίτητη για την τεχνικοοικονομική ανάλυση, ώστε να επενδυθούν τα απαραίτητα κεφάλαια στον τομέα των μεταφορών και να υπάρξει βελτίωση των παρεχόμενων επιπέδων ασφαλείας. Άλλωστε, μελέτες για τον προσδιορισμό του κόστους των οδικών ατυχημάτων έχουν πραγματοποιηθεί στην πλειοψηφία των αναπτυγμένων κρατών πράγμα που υποδηλώνει την σοβαρότητα και την προσοχή που δίνεται στον τομέα της οδικής ασφάλειας.

2.2 Στάθμιση των ατυχημάτων

Καθώς τα τροχαία ατυχήματα δεν παρουσιάζουν την ίδια σοβαρότητα, κατά καιρούς έχουν προταθεί διάφορες μέθοδοι στάθμισης των ατυχημάτων, όπως με

κριτήριο την σοβαρότητα των συνεπειών τους, το κόστος τους ή το αριθμό των μονάδων συμμετοχής.

Η κατηγοριοποίηση που συνηθίζεται έχει ως εξής (Φραντζεσκάκης, Γκόλιας, 1994):

1. Σοβαρότητα : -θανατηφόρο ατύχημα
-ατύχημα με σωματικές βλάβες (βαριές ή ελαφρές)
-ατύχημα με υλικές ζημιές
2. Κόστος : - Στοιχεία κόστους ανά παθόντα
- Στοιχεία κόστους ανά όχημα
3. Μονάδες συμμετοχής : αριθμός οχημάτων και πεζών

2.3 Ανάλυση των συνιστωσών του κόστους τροχαίων ατυχημάτων

Είναι θεμιτός ο περαιτέρω διαχωρισμός των στοιχείων του κόστους σε διάφορες συνιστώσες, ώστε να υπολογιστεί διαφορετικά η καθεμία. Να σημειωθεί ότι διακρίνεται σε άμεσο (ιατρικά έξοδα, κόστος αποκατάστασης, περιουσιακές ζημιές κτλ) και έμμεσο κόστος, το οποίο επιβάλλεται στην κοινωνία και επηρεάζει την ευημερία της.

Κόστος ανά παθόντα	Κόστος ανά ατύχημα
1.Ιατρικό κόστος Πρώτες βοήθειες, διακομιδή, νοσηλεία κτλ (υπολογίζονται από τα στοιχεία ασφαλιστικών εταιρειών)	1.Υλικές ζημιές Οχημάτων, υποδομών, περιβάλλοντος κλπ (υπολογίζονται από τα στοιχεία ασφαλιστικών εταιρειών)
2.Μη νοσηλευτική αποκατάσταση Διαρρύθμιση οικίας για άτομα με ειδικές ανάγκες, ειδικά μέσα μεταφοράς κτλ (υπολογίζονται από τα στοιχεία ασφαλιστικών εταιρειών)	2.Διοικητικά έξοδα Αστυνόμευση, πυροσβεστική, ασφάλιση κτλ (υπολογίζονται από δημόσιους φορείς ή ασφαλιστικές εταιρείες)
3.Απώλεια Παραγωγικής Ικανότητας Απώλεια στον εργασιακό χώρο αλλά και σε οικιακές δραστηριότητες (υπολογίζεται με τον μέσο όρο εισοδήματος ή το Μεικτό Εθνικό Προϊόν)	3.Λοιπά έξοδα Απώλεια ποιότητας επένδυσης, κόστος κατανάλωσης πηγών πρώτης ύλης κτλ
4.Λοιπά οικονομικά κόστη Έξοδα κηδείας, οικιακή βοήθεια κτλ	
5.Ανθρώπινο κόστος Φυσικός και ψυχικός πόνος, μείωση διάρκειας και επιπέδου ζωής του θύματος ή συγγενών (υπολογίζονται με μεθόδους όπως η Προθυμία Πληρωμής ή με αποζημιώσεις από δικαστήρια/ασφαλιστικές εταιρείες)	

Πίνακας 2.3: Ανάλυση κόστους ατυχημάτων

Ο παραπάνω διαχωρισμός προέκυψε μετά από έρευνα δεκατεσσάρων ευρωπαϊκών κρατών για την εκτίμηση του κόστους των ατυχημάτων (Cost 313, 1994).

Στην παρούσα διπλωματική εργασία μελετάται μόνο το Ανθρώπινο κόστος, για αυτό και η ανάλυση των επιμέρους κατηγοριών κόστους παραλείπεται.

2.4 Το ανθρώπινο κόστος των ατυχημάτων και μέθοδοι εκτίμησης

Στην οικονομική επιστήμη, το ανθρώπινο κόστος ή αξία της στατιστικής ζωής (Value of Statistical Life, VOSL), αναφέρεται στις επιλογές που κάθε άτομο χωριστά ή η κοινωνία ως σύνολο είναι πρόθυμοι να θυσιάσουν με σκοπό να παρατείνουν τη διάρκεια ζωής τους. Αφορά ατομικές επιλογές για την υγεία και την ασφάλεια ή συλλογικές αποφάσεις και κανονισμούς των κοινωνιών που διαμορφώνονται μέσα στο περιβάλλον τους. Ένας ορισμός της στατιστικής ζωής σύμφωνα με τον Blomquist (2000) είναι: «Το ποσό που μία μονάδα ανθρώπων συλλογικά δαπανά για τη διάσωση μίας ζωής από κάποιον κίνδυνο ονομάζεται αξία της στατιστικής ζωής».

Στην οδική ασφάλεια η αξία της στατιστικής ζωής είναι η αξία της μείωσης ενός θανατηφόρου ατυχήματος σε ένα μεγάλο δείγμα πληθυσμού χρηστών της οδού, δηλαδή είναι η αξία της μείωσης κατά μία μονάδα της επικινδυνότητας θνησιμότητας. Προκειμένου να τεθεί μία χρηματική τιμή σε ένα θανατηφόρο τροχαίο ατύχημα απαιτείται η οικονομική αποτίμηση της αξίας ανθρώπινου κόστους. Η αξία αυτή, που θα υπολογιστεί σε συνδυασμό με τα υπόλοιπα δευτερεύοντα οικονομικά κόστη, θα πρέπει να υπεισέλθει σε μία μελέτη κόστους-οφέλους, ενός νέου οδικού έργου ή βελτιωτικής παρέμβασης.

Οι πρώτες εκτιμήσεις της προαναφερθείσας αξίας πραγματοποιήθηκαν με τη θεωρία του Ανθρώπινου Κεφαλαίου (Human Capital). Με βάση αυτή την προσέγγιση, το κόστος ενός θανάτου για την κοινωνία σχετίζεται με την απώλεια της καθαρής παρούσας αξίας της παραγωγής του ατόμου. Σύμφωνα με τον Schultz (1971) στη θεωρία του Ανθρώπινου Κεφαλαίου, ισχύει η αρχή: « οι άνθρωποι βελτιώνουν τις δυνατότητες ως παραγωγικά άτομα και ως καταναλωτές επενδύοντας στους εαυτούς τους ». Μία σημαντική συνεισφορά στην συγκεκριμένη θεωρία έγινε από τους Rice (1966) και Cooper (1967), όπου αντιμετώπισαν το άτομο ως παραγωγικό μέλος της κοινωνίας που παράγει ένα μέρος του εισοδήματος που αξιολογείται στην αγορά. Η μεθοδολογία αυτή χρησιμοποιήθηκε σε έρευνες σχετικές με την οικονομική ζημία από κάποια ασθένεια ή προσδιορίζουν το κέρδος που προκύπτει από προγράμματα μείωσης του κινδύνου ατυχήματος.

Αργότερα, η μέθοδος του Ανθρώπινου Κεφαλαίου κρίθηκε μη ικανοποιητική, καθώς σύμφωνα με τις θεωρητικές αρχές της ανάλυσης κόστους-οφέλους, οι αξίες των αγαθών στις εμπορικές συναλλαγές προκύπτουν από την υποκειμενική προθυμία των ατόμων να ανταλλάξουν αυτά τα αγαθά με χρήματα ή άλλα αγαθά. Για αυτό πλέον οι εκτιμήσεις της αξίας της στατιστικής ζωής βασίζονται στην προθυμία των πολιτών να πληρώσουν, ως άθροισμα της προθυμίας πληρωμής για μεγαλύτερη ασφάλεια (ΠΝΠ-Willingness to pay) ή της προθυμίας αποδοχής (Willingness to

accept) μίας αποζημίωσης για ένα αυξημένο επίπεδο επικινδυνότητας. Αυτή η μέθοδος είναι πλέον αποδεκτή από τους περισσότερους ειδικούς που ασχολούνται με το αντικείμενο.

Οι Mishan (1971) και Jones-Lee (1976) υποστήριξαν πως τα κόστη των τραυματισμών και των θανάτων θα έπρεπε να προσδιορίζονται εκτιμώντας την αξία της αποφυγής τους. Προϋπόθεση αυτού αποτελεί ο συνυπολογισμός των ατομικών προτιμήσεων σε ό,τι αφορά μία απόφαση δημοσίου συμφέροντος. Σύμφωνα με τον Jones-Lee (1989) το μέγιστο χρηματικό ποσό, που είναι διατεθειμένο το άτομο να πληρώσει με σκοπό την μείωση πιθανότητας ατυχήματος, θα πρέπει να αποτελεί την βάση στην οποία θα μελετώνται οι προσωπικές προτιμήσεις και η επίδρασή τους.

Η μέθοδος Π.Ν.Π έχει αποτελέσει το αντικείμενο μελέτης πληθώρας επιστημονικών δημοσιεύσεων, με τις εμπειρικές προσεγγίσεις της να προηγούνται από τους Acton (1973), Melinek (1974), Gosh, Lees και Seal (1975) και όπως έχει ήδη αναφερθεί Jones-Lee (1976). Ακολούθησαν οι θεωρητικές προσεγγίσεις των Smith (1978), Rosen (1988) και Jones-Lee (1989). Στα τέλη της δεκαετίας του 1980 συναντώνται τα πιο πρόσφατα παραδείγματα εμπειρικής προσέγγισης της μεθόδου.

Η προσπάθεια του Blomquist το 1979 να υπολογίσει το κόστος των οδικών ατυχημάτων με την μέθοδο Π.Ν.Π. θεωρείται ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα εφαρμογής της μεθόδου. Πυρήνας της έρευνας ήταν η πρόθεση των ατόμων να θυσιάσουν άνεση και χρόνο, προκειμένου να κερδίσουν ασφάλεια μέσω της αξιοποίησης της ζώνης ασφαλείας. Το κόστος μίας στατιστικής ζωής ή το κόστος αποφυγής ενός θανάτου σύμφωνα με τα αποτελέσματα που εξήχθησαν κυμαινόταν από 250.000\$ έως 800.000\$ (τιμές του 1978). Το συμπέρασμα της έρευνας συνοψίζεται στο ότι η ασφάλεια μπορεί να θεωρηθεί ένα βασικό αγαθό και όχι αγαθό πολυτελείας.

Μία ακόμη μεγάλη έρευνα που βασίστηκε στην μέθοδο Π.Ν.Π. διεξήγαγε ο Jones-Lee το 1982, με εντολή του Βρετανικού Υπουργείου Μεταφορών. Οι συγγραφείς της μελέτης δημιούργησαν ένα ερωτηματολόγιο που περιείχε ερωτήσεις αποτίμησης κόστους και συγκεκριμένα ζητούσε τα χρηματικά ποσά που ήταν πρόθυμοι να διαθέσουν οι ερωτηθέντες για δεδομένες μειώσεις κινδύνου ή για την προσθήκη επιπλέον εξαρτημάτων ασφαλείας στα οχήματα τους. Ορισμένες ερωτήσεις αφορούσαν τα προσωπικά στοιχεία των συμμετεχόντων (όπως ηλικία, εισόδημα κτλ), ενώ άλλες στόχευαν στην αξιολόγηση της αντίληψης των ερωτηθέντων για τα διάφορα επίπεδα κινδύνου. Τέλος, οι απαντήσεις των ερωτήσεων διάθεσης χρηματικού ποσού για μείωση του κινδύνου από καρκίνο ή καρδιακή προσβολή αξιοποιήθηκαν για την σύγκριση με τα αντίστοιχα ποσά για μείωση κινδύνου τροχαίου ατυχήματος. Πραγματοποιήθηκε κρατική έρευνα σε αντιπροσωπευτικό δείγμα σε συνεργασία με το National Opinion Polls Ltd. Τα συλλεχθέντα στοιχεία επεξεργάστηκαν με τη μέθοδο της Γραμμικής Παλινδρόμησης και προέκυψε πως η ηλικία και το εισόδημα αποτελούν καταλυτικούς παράγοντες στην πρόθεση των ανθρώπων να πληρώσουν. Συγκεκριμένα, η αύξηση της ηλικίας επιφέρει αύξηση

της Π.Ν.Π. Να σημειωθεί πως το κόστος αποφυγής θανάτου κυμαίνεται μεταξύ 680.000£ και 2.000.000£ (τιμές 1982).

Παρόμοια έρευνα για τον προσδιορισμό του κόστους των ατυχημάτων με την Π.Ν.Π διεξήχθη το 1989 από τον Οργανισμό Διοίκησης Οδών της Σουηδίας (NRA) και τον Persson. Τα ερωτηματολόγια, ωστόσο σχεδιάστηκαν με την μέθοδο της δεδομένης προτίμησης, η οποία συνέβαλε στην δημιουργία νέων στοιχείων για τη συσχέτιση του κόστους αποφυγής ενός θανάτου ή κόστος στατιστικής ζωής με διάφορους παράγοντες που δεν είχαν μελετηθεί έως τότε, όπως το μέγεθος μείωσης του κινδύνου ή το αρχικό του επίπεδο.

Με αξιοποίηση των στοιχείων του 1989, ο Persson και ο Οργανισμός Διοίκησης Οδών της Σουηδίας επανέλαβαν την έρευνα, με στόχο την τελειοποίηση της. Τα ερωτηματολόγια χωρίστηκαν σε δύο κατηγορίες και περιείχαν ερωτήσεις για την αξία μίας στατιστικής ζωής για μείωση κινδύνου σε θανατηφόρο οδικό ατύχημα και αντίστοιχα για εμπλοκή σε μη θανατηφόρο τροχαίο ατύχημα. Στα ερωτηματολόγια περιλαμβάνονταν και ερωτήσεις σχετικά με τα προσωπικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων. Στη συνέχεια, οι δύο κατηγορίες χωρίστηκαν εκ νέου σε υποκατηγορίες, η καθεμία εκ των οποίων εξέταζε την Π.Ν.Π των ερωτηθέντων για δεδομένο επίπεδο μείωσης κινδύνου (συγκεκριμένα για μείωση 10%, 30%, 50% ή 99%). Οι ερωτηθέντες, αφού ενημερώθηκαν για την πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα (5 στις 100.000 στη Σουηδία), κλήθηκαν να απαντήσουν ποια θεωρούν πως είναι η πιθανότητα εμπλοκής τους σε ατύχημα με βάση την οδηγική τους συμπεριφορά και εμπειρία. Η μελέτη πραγματοποιήθηκε με λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση και διπλή λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως το ποσό που είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν οι πολίτες παρουσιάζει θετική σχέση με το εισόδημα, την υποκειμενική πιθανότητα, τα χιλιόμετρα που έχουν διανυθεί και το επίπεδο μείωσης του κινδύνου. Αντίθετα, συσχετίζεται αρνητικά με την ηλικία και το τετράγωνο της διαφοράς μεταξύ μέσου όρου ηλικίας και ηλικίας. Το αντίστοιχο κόστος στατιστικής ζωής που υπολογίστηκε στην συγκεκριμένη έρευνα ανέρχεται στα 2.640.000 \$.

Στις αρχές του 1990, η επιτροπή της Ευρωπαϊκής Κοινότητας απαίτησε μία σύνοψη (COST 313, 1994) του κοινωνικοοικονομικού κόστους των οδικών ατυχημάτων από 14 χώρες. Από την μελέτη προέκυψαν διαφοροποιήσεις : α) στα επίπεδα κόστους ανάμεσα στις χώρες με εύρος από 0.1-2.2 εκατομμύρια, β) στο επίπεδο στοιχείων του κόστους που είχαν συμπεριληφθεί στο κόστος ανά θύμα και γ) στις μεθόδους που υιοθετήθηκαν για τον προσδιορισμό του κόστους. Τα κόστη δεν ήταν απόλυτα συγκρίσιμα γιατί ο ορισμός της σοβαρότητας των τροχαίων ατυχημάτων των μη θανατηφόρων ατυχημάτων διέφερε από χώρα σε χώρα. Επομένως, οι περισσότερες αναλύσεις επικεντρώθηκαν στον προσδιορισμό του κόστους θανατηφόρων ατυχημάτων. Η διαφοροποίηση του κόστους ανάμεσα στις χώρες οφείλεται στις επιδράσεις του επιπέδου διαβίωσης, των ρυθμών ανάπτυξης και των χαρακτηριστικών των πληθυσμών, όπως η ηλικιακή κατανομή. Επίσης, τα κόστη αυξάνουν σημαντικά όταν έχει συμπεριληφθεί και το Ανθρώπινο Κόστος. Τέλος, σε

όσες χώρες είχε χρησιμοποιηθεί η μέθοδος «Πρόθεση να πληρώσω», το κόστος των οδικών ατυχημάτων ήταν πολύ μεγαλύτερο από εκείνο που είχαν υπολογίσει οι υπόλοιπες με την μέθοδο του Ανθρώπινου Κεφαλαίου.

Όσον αφορά την Ελλάδα, μελέτη για τον προσδιορισμό του ανθρώπινου κόστους των οδικών ατυχημάτων αλλά και των παραγόντων που επιδρούν στην πρόθεση του ατόμου να πληρώσει προκειμένου να μειωθεί η πιθανότητα εμπλοκής σε θανατηφόρο ατύχημα, πραγματοποιήθηκε για πρώτη φορά το 2001. Για τις ανάγκες της έρευνας, συμπληρώθηκαν 260 ερωτηματολόγια και εφαρμόστηκε η μέθοδος «Πρόθεσης να Πληρώσω». Από τα αποτελέσματα συμπεραίνεται πως η ατομική πρόθεση πληρωμής σχετίζεται με το ποσοστό μείωσης πιθανότητας, την ηλικία, την οδική εμπειρία και το εισόδημα. Αργότερα, αξιοποιώντας αυτά τα δεδομένα, το κόστος θανατηφόρου ατυχήματος υπολογίστηκε στα 1,337 εκατομμύρια ευρώ, ενώ συγκεκριμένα το ανθρώπινο κόστος σε 866,6 χιλιάδες ευρώ τιμές 2001 (Γιαννής 2012).

Συνέχεια της ευρωπαϊκής προσπάθειας που ξεκίνησε το 1990 αποτελεί η έρευνα SafetyCube (Safety Causation, Benefits and Efficiency), διάρκειας τριών ετών, που ξεκίνησε το 2015 και χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Πρωταρχικός στόχος του προγράμματος είναι η **ανάπτυξη ενός καινοτόμου συστήματος λήψης αποφάσεων για την οδική ασφάλεια**, ώστε να διευκολύνει την δημιουργία και εφαρμογή κατάλληλων πολιτικών για την μείωση των οδικών ατυχημάτων και των συνεπειών τους. Στο πλαίσιο αυτό, υπολογίστηκε το κόστος θανατηφόρου ατυχήματος, ατυχήματος με σοβαρό και ελαφρύ τραυματισμό, καθώς και άλλα χρήσιμα στοιχεία. Συγκεκριμένα, δημιουργήθηκε ένα ερωτηματολόγιο αναφορικά με τα κόστη ατυχήματος και τον αριθμό θυμάτων και ατυχημάτων για επίπεδα σοβαρότητας, καθώς και με τις συνιστώσες του κόστους και τις μεθοδολογίες στις οποίες βασίστηκαν οι υπολογισμοί αυτοί. Το **ερωτηματολόγιο** είχε προσυμπληρωθεί από τους αρμόδιους ερευνητές της SafetyCube και στη συνέχεια διανεμήθηκε σε ειδικούς της κάθε χώρας για να διορθωθεί. Για τα θανατηφόρα ατυχήματα το κόστος κυμαίνεται από 0,7 εκατ. έως 3 εκατομμύρια ευρώ, με τις βορειοδυτικές χώρες να σημειώνουν το υψηλότερο κόστος. Το αντίστοιχο κόστος ατυχήματος με σοβαρό τραυματισμό υπολογίστηκε στο διάστημα 28.000-959.000 ευρώ, ενώ για ατυχήματα με ελαφρά τραυματισμένους 296- 71.742 ευρώ. Τέλος, διαπιστώθηκε πως τα συνολικά κόστη από οδικά ατυχήματα αντιστοιχούν στο 0,4%-4,1% του Ακαθάριστου Εθνικού Προϊόντος ενός κράτους. Οι **διαφορές ανάμεσα στα κόστη** των χωρών αποδίδονται στην μεθοδολογία που εφαρμόζει το κάθε κράτος, ειδικά όταν εφαρμόζεται η «Πρόθεση να Πληρώσω» για τον υπολογισμό του ανθρώπινου κόστους. Η χρήση της μεθόδου αυτής συνεπάγεται υψηλό μερίδιο του ανθρώπινου κόστους στο συνολικό (34%-91%), ενώ εναλλακτικές τεχνικές οδηγούν αυτό το ποσοστό κάτω από 10%.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται το **οικονομικό κόστος των θανατηφόρων ατυχημάτων, των σοβαρών και ελαφρών τραυματισμών σε οδικά**

ατυχήματα για τις χώρες μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, με εξαίρεση το Λουξεμβούργο και την Ρουμανία, όπου τα στοιχεία ήταν ελλιπή.

	Cost per Casualty (euro 2015)		
ΧΩΡΕΣ	Fatality	Serious Injury	Slight Injury
Αυστρία	3.014.655	381.285	26.880
Βέλγιο	2.021.091	307.364	19.766
Βουλγαρία	1.355.315	220.390	57.267
Γαλλία	2.944.662	368.029	14.070
Γερμανία	1.177.194	119.480	4.954
Δανία	2.011.006	344.536	51.898
Ελλάδα	2.171.344	252.277	41.971
Εσθονία	2.819.426	959.011	36.802
Ηνωμένο Βασίλειο	2.028.793	227.979	17.575
Ιρλανδία	1.965.163	225.511	20.860
Ισπανία	1.592.359	254.777	6.938
Ιταλία	1.615.566	211.860	18.245
Κροατία	2.230.967	290.042	22.259
Κύπρος	1.027.088	135.535	9.921
Λετονία	1.141.935	28.205	296
Λιθουανία	988.981	89.804	-
Λουξεμβούργο	-	-	-
Μάλτα	1.597.160	203.913	15.159
Ολλανδία	2.504.928	269.149	6.031
Ουγγαρία	2.147.976	501.194	553
Πολωνία	814.504	975.074	11.536
Πορτογαλία	838.109	136.365	35.391
Ρουμανία	-	-	-
Σλοβακία	625.238	141.504	20.797
Σλοβενία	2.118.429	247.550	24.412
Σουηδία	2.160.235	214.023	9.428
Τσεχία	1.210.198	295.199	24.922
Φινλανδία	2.340.452	671.383	29.111
Μέσος Όρος	1.726.126	307.616	19.477
Πηγή	SafetyCube	SafetyCube	SafetyCube

Πίνακας 2.4: Οικονομικό κόστος ατυχήματος με νεκρό, σοβαρό τραυματισμό και ελαφρύ τραυματισμό

Πηγή: SafetyCube, 2017

Παρά την πάροδο των χρόνων η μέθοδος Π.Ν.Π θεωρείται ακόμα αξιόπιστη και εφαρμόζεται παγκοσμίως σε μελέτες διερεύνησης των παραγόντων που επηρεάζουν την οδική ασφάλεια, αλλά και σύγκρισης με παλαιότερες έρευνες για την διαπίστωση της διαχρονικής αξίας της στατιστικής ζωής.

2.5 Μέθοδος Δεδηλωμένης Προτίμησης (Stated Preference)

Η μέθοδος της Δεδηλωμένης Προτίμησης χρησιμοποιείται για την συλλογή στοιχείων, τα οποία με την κατάλληλη στατιστική επεξεργασία θα οδηγήσουν στην ανάπτυξη ενός μαθηματικού προτύπου.

Αρχικά η μέθοδος αναπτύχθηκε από τους Green και Srinivasan ώστε να αξιοποιηθεί στον τομέα του marketing στις αρχές της δεκαετίας του 1970 στην Αγγλία. Σύμφωνα με τους εμπνευστές της ο όρος Δεδηλωμένη Προτίμηση προσδιορίζει μεθόδους που διαθέτουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά: «κάθε μέθοδος αποσύνθεσης που εκτιμά τη δομή της προτίμησης ενός καταναλωτή, δίνοντας τη συνολική αξιολόγηση του για μια σειρά εναλλακτικών επιλογών με διαφορετικά χαρακτηριστικά που έχουν προκαθοριστεί»

Αξίζει να τονισθεί το κύριο προτέρημα της μεθόδου, που εντοπίζεται στην εκμείωση των απαντήσεων σε υποθετικά σενάρια, καθώς με αυτόν τον τρόπο συλλέγονται πληροφορίες για την κοινή γνώμη όσον αφορά νέα προϊόντα, υπηρεσίες ή θεσμούς που ακόμα δεν έχουν δοκιμασθεί. Ο ερευνητής, έχοντας ερμηνεύσει τις διαθέσεις τις αγοράς απέναντι σε ένα καινούριο αγαθό, παρέχει συμβουλές στους αρμόδιους φορείς για την πορεία και την εξέλιξη του αγαθού, ώστε η τελική πρόταση να ανταποκρίνεται στις ανάγκες και τις προτιμήσεις των καταναλωτών.

Σύμφωνα με την δημοσίευση του J.Bates το 1998, η χρήση των κατάλληλα διαμορφωμένων ερωτηματολογίων είναι συνυφασμένη με την εφαρμογή της μεθόδου της Δεδηλωμένης Προτίμησης. Το χαμηλό κόστος και η ευκολία σχεδιασμού των ερωτηματολογίων σε συνδυασμό με τον μικρό απαιτούμενο χρόνο διανομής και συλλογής, τα καθιστά μία αποτελεσματική λύση συγκέντρωσης στοιχείων, που προτιμάται από πολλούς ερευνητές.

Στα πρώιμα στάδια της ανάπτυξης της μεθόδου, οι ερωτηθέντες καλούνταν να τοποθετήσουν με σειρά προτίμησης τις εναλλακτικές επιλογές. Με τον εκσυγχρονισμό της στατιστικής ανάλυσης, οι ερωτηθέντες μπορούν πλέον να δηλώνουν απευθείας την προτιμότερη εκ των εναλλακτικών επιλογών. Η διευκόλυνση αυτή συνέβαλε στην ανάδειξη της 'Δεδηλωμένης Προτίμησης' σε μία από τις πιο εύχρηστες μεθόδους συλλογής στοιχείων.

Ωστόσο, για την εξαγωγή έγκυρων συμπερασμάτων, πέρα από τον κατάλληλο σχεδιασμό των ερωτηματολογίων, είναι απαραίτητη η εξασφάλιση ενός αντιπροσωπευτικού δείγματος. Αυτό επιτυγχάνεται με την προσεκτική έρευνα πεδίου ή εάν είναι εφικτό με την διεξαγωγή προσωπικών συνεντεύξεων πριν την συμπλήρωση των ερωτηματολογίων, ώστε να καλυφθούν όλα τα κοινωνικοοικονομικά στρώματα του πληθυσμού.

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί πως η μέθοδος της Δεδηλωμένης Προτίμησης αξιοποιήθηκε από αρκετούς ερευνητές με στόχο τον υπολογισμό της 'Πρόθεσης να

Πληρώσω'. Ορισμένοι απ αυτούς ήταν οι Jones-Lee, Hamerton & Philips (1985) και Persson (1989).

2.6 Κριτική Αξιολόγηση

Ακολουθώντας τις αρχές της οικονομικής θεωρίας, η εγκυρότητα των αποτελεσμάτων της μεθόδου Δεδηλωμένης Προτίμησης πιστοποιείται με την πραγματοποίηση δύο ελέγχων αξιολόγησης, οι οποίοι ικανοποιήθηκαν στις παραπάνω έρευνες. Ο πρώτος έγκειται στην συσχέτιση των εισοδημάτων με τα ποσά που είναι πρόθυμοι να πληρώσουν οι πολίτες για μείωση κινδύνου ατυχήματος, και συγκεκριμένα τα υψηλότερα εισοδήματα θα έπρεπε να συνεπάγονται υψηλότερα διατιθέμενα χρηματικά ποσά. Ο δεύτερος έλεγχος αφορά στην Π.Ν.Π., η οποία θεωρητικά θα έπρεπε να έχει θετική σχέση με το μέγεθος του επιπέδου μείωσης κινδύνου, η αύξηση δηλαδή του μεγέθους να επιφέρει αύξηση της πρόθεσης πληρωμής.

Αρκετοί ερευνητές επεδίωξαν να εξηγήσουν την σχέση της Π.Ν.Π με την οδική ασφάλεια και τα επίπεδα μείωσης κινδύνου. Μία πιθανή τεκμηρίωση για την μη ευαισθησία της Π.Ν.Π στα επίπεδα μείωσης, είναι η αδυναμία κατανόησης των διαφορετικών επιπέδων μείωσης από την πλευρά των ερωτηθέντων. Επιπλέον, τα δεδομένα επίπεδα μείωσης και πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα ενδεχομένως να απέχουν αρκετά από την υποκειμενική αντιληπτή πιθανότητα ατυχήματος των ερωτηθέντων. Κατά συνέπεια, οι διάφοροι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι απαιτείται η βελτίωση των μεθόδων που περιλαμβάνουν επίπεδα κινδύνου και ο έλεγχος αξιολόγησης τους, προκειμένου να εξάγονται έγκυρα αποτελέσματα.

Οι μελέτες της εποχής εκείνης συνέβαλαν με τα συμπεράσματα τους στην βελτίωση των μεθόδων. Ένα σημαντικό παράδειγμα αποτελεί η ύπαρξη ενός οριακού επιπέδου μείωσης κινδύνου, καθώς για πολύ μικρές μειώσεις πιθανότητας οι πολίτες δεν προτίθενται να διαθέσουν αξιόλογα ποσά. Αντίθετα, οι ερωτηθέντες είναι πρόθυμοι να πληρώσουν υψηλά χρηματικά ποσά για να εξασφαλίσουν μεγάλη μείωση κινδύνου. Επιπλέον, με αντίστοιχο τρόπο ενισχύθηκε η θεωρία της μη ευαισθησίας της Π.Ν.Π στα διαφορετικά επίπεδα μείωσης κινδύνου, αφού οι ερωτηθέντες απαντούσαν με κύριο κριτήριο τις γενικότερες συνέπειες ενός ατυχήματος και όχι τα συγκεκριμένα επίπεδα μείωσης.

Ένα ακόμα συμπέρασμα από τις προγενέστερες έρευνες υποδεικνύει ότι ο σχεδιασμός του ερωτηματολογίου επηρεάζει την απάντηση του κοινού σε ό,τι αφορά τα χρηματικά ποσά που είναι πρόθυμοι να πληρώσουν. Πιο συγκεκριμένα, οι απαντήσεις, που έδωσαν οι ερωτηθέντες όταν τους ζητήθηκε η πρόθεση να πληρώσουν για διαφορετικά επίπεδα μείωσης κινδύνου, διαφέρουν από εκείνες που δόθηκαν όταν ζητήθηκε η πρόθεση πληρωμής για ένα μόνο συγκεκριμένο επίπεδο. Αυτό συνέβη επειδή στην πρώτη περίπτωση οι συμμετέχοντες στην έρευνα είχαν την δυνατότητα σύγκρισης και κατανομής των ποσών ανάλογα με το μέγεθος μείωσης του κινδύνου εμπλοκής σε ατύχημα.

Λαμβάνοντας υπόψη όλες τις παραπάνω παρατηρήσεις, κρίνεται αναγκαίος ο στοχευμένος σχεδιασμός της δομής και του περιεχομένου των ερωτηματολογίων. Στη συνέχεια, τα συλλεχθέντα στοιχεία πρέπει να επεξεργάζονται διεξοδικά με στατιστική ανάλυση και οι παράμετροι που επιλέγονται μέσω αυτής να διερευνώνται σε βάθος ώστε να συμπεραίνεται έγκυρα η επιρροή της καθεμίας στην Π.Ν.Π. Στο τελικό στάδιο της έρευνας, απαιτείται η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων και έλεγχος πως συνάδουν με τις αρχές της οικονομικής θεωρίας.

Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία ακολουθούνται τα βήματα που αναλύθηκαν και ελέγχεται εάν τα συμπεράσματα συμφωνούν με τα αντίστοιχα των προγενέστερων ερευνών και εάν όχι διερευνάται η διαφοροποίηση τους.

Κεφάλαιο 3

Θεωρητικό Υπόβαθρο

3.1 Βασικές έννοιες και κατανομές

3.2 Η μέθοδος “Πρόθεση να πληρώσω”

3.3 Εμπειρικές εκτιμήσεις της αξίας της οδικής ασφάλειας

3.4 Μέθοδος Δεδηλωμένης Προτίμησης

3.5 Σύγκριση Δεδηλωμένης Προτίμησης με Αποκαλυπτόμενης Προτίμησης

3.6 Θεωρία στοχαστικής χρησιμότητας – συνάρτηση χρησιμότητας

3.7 Μέθοδοι στατιστικής ανάλυσης

3.8 Λογιστική παλινδρόμηση (Logistic regression)

3.9 Κριτήρια αποδοχής λογιστικής παλινδρόμησης

3.1 Βασικές έννοιες και κατανομές

Πληθυσμός και δείγμα

Το σύνολο του οποίου τα στοιχεία μελετώνται ως προς ένα ή περισσότερα χαρακτηριστικά ονομάζεται **πληθυσμός** (population). Επειδή, όμως είναι αδύνατο να εξετασθεί το σύνολο του πληθυσμού επιλέγεται ένα μικρότερο μέρος αυτού, το οποίο ονομάζεται **δείγμα** (sample), και η διαδικασία ονομάζεται **δειγματοληψία** ή **δημοσκόπηση**. Εάν αυτό το δείγμα είναι αντιπροσωπευτικό, τότε τα συμπεράσματα που θα προκύψουν από την ανάλυση του θα ισχύουν με ικανοποιητική ακρίβεια και για τον πληθυσμό.

Μεταβλητές

Τα χαρακτηριστικά τα οποία εξετάζονται ονομάζονται **μεταβλητές** (variables) και διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: **ποιοτικές** ή **κατηγορικές** (qualitative variables) και **ποσοτικές** (quantitative variables). Οι ποιοτικές μεταβλητές λαμβάνουν τιμές που κατηγοριοποιούν τον πληθυσμό σε κατηγορίες που δεν είναι απαραίτητα μετρήσιμες, όπως για παράδειγμα το φύλο. Αντίθετα, οι ποσοτικές μεταβλητές λαμβάνουν αυστηρά αριθμητικές τιμές και χωρίζονται σε διακριτές, όπως ο αριθμός τέκνων σε μια οικογένεια, και συνεχείς, όπως ο μισθός.

Μέτρα αξιοπιστίας

Το **επίπεδο εμπιστοσύνης** υποδηλώνει το ποσοστό της πιθανότητας να είναι αληθής η εκτίμηση σε ένα καθορισμένο διάστημα εμπιστοσύνης. Για παράδειγμα, για επίπεδο εμπιστοσύνης 95 τις εκατό υπάρχουν 85 τις 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. Για παράδειγμα, επίπεδο σημαντικότητας 5 τις εκατό σημαίνει ότι μακροπρόθεσμα η εκτίμηση θα είναι λανθασμένη 5 τις εκατό των φορές.

Κανονική κατανομή

Η **κανονική κατανομή** ή κατανομή Gauss αποτελεί, ίσως την πιο σημαντική κατανομή της στατιστικής. Αναφέρεται σε συνεχείς μεταβλητές και η μαθηματική της έκφραση είναι:

$$f(x) = \frac{1}{s\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2s^2}}$$

όπου:

- s , η τυπική απόκλιση
- $\bar{x}$, η μέση τιμή
- x , μια τιμή της συνεχούς τυχαίας μεταβλητής

Η παραπάνω έκφραση ονομάζεται συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας και συμβολίζεται με $X \sim N(\bar{x}, s^2)$.

Κατανομή Poisson

Η **κατανομή Poisson** χρησιμοποιείται για την περιγραφή εντελώς τυχαίων διακριτών γεγονότων. Μία διακριτή τυχαία μεταβλητή X ακολουθεί κατανομή Poisson με παράμετρο $\lambda > 0$, αν, για $x=0,1,2,\dots$, η συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας του X δίνεται από:

$$\frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!}$$

και συμβολίζεται με $X \sim P(\lambda)$, όπου:

- λ , η μέση τιμή αριθμού εμφανίσεως ενός γεγονότος. Ισούται με τη διακύμανση.
- $x!$, παραγοντικό του x

Αρνητική Διωνυμική Κατανομή

Η **αρνητική διωνυμική κατανομή** χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις όπου η διακύμανση των στοιχείων του δείγματος είναι μεγαλύτερη από τη μέση τιμή. Μια τυχαία μεταβλητή X ακολουθεί την αρνητική διωνυμική κατανομή με παραμέτρους r, p όταν έχει συνάρτηση πιθανότητας:

$$f(x) = \binom{r+x-1}{r-1} p^r (1-p)^x$$

και συμβολίζεται με $X \sim NB(r, p)$, όπου:

- r , θετικός ακέραιος
- $p \in (0,1)$

Κατανομή Gumbel (Μεγίστων και Ελαχίστων)

Η κατανομή Gumbel χρησιμοποιείται για την περιγραφή της κατανομής των μεγίστων (ή ελαχίστων) ενός αριθμού στοιχείων από διάφορες κατανομές. Μαθηματικά εκφράζεται ως εξής:

$$P = \chi_0 - \frac{1}{\alpha} \ln [\ln T - \ln(T-1)]$$

Όπου :

- P, η πιθανότητα
- χ_0 , α , παράμετροι κατανομής με $\alpha = \frac{1}{0,78s}$ και $\chi_0 = \bar{\chi} - 0,45s$, s η τυπική απόκλιση και $\bar{\chi}$ η μέση τιμή.
- T, περίοδος επαναφοράς

3.2 Η μέθοδος “πρόθεση να πληρώσω”

Η οδική ασφάλεια αποτελεί ένα συστατικό ζωτικής σημασίας κάθε συγκοινωνιακού έργου. Γίνεται κατανοητό ότι αν οι πολύτιμοι πόροι του κράτους πρέπει να μοιραστούν αποδοτικά και αξιοκρατικά σε επενδύσεις στην κυκλοφορία πρέπει τα αποτελέσματα και τα κόστη της ασφάλειας να αξιολογηθούν και να συγκριθούν με άλλα κόστη ώστε να ληφθεί η κατάλληλη απόφαση. Η ασφάλεια είναι ένα αγαθό που αποκτάται θυσιάζοντας κάποιες άλλες υπηρεσίες όπως είναι ο χρόνος και η άνεση. Για παράδειγμα ένας πεζός, ο οποίος επιθυμεί να περάσει στην απέναντι πλευρά του δρόμου, επιλέγει να διασχίσει το δρόμο από το να περάσει από την ασφαλέστερη αλλά και πιο μακρινή διαδρομή της υπόγειας διάβασης. Επομένως, οι πολίτες καλούνται να απαντήσουν σε τέτοιου είδους ερωτήματα ώστε να αποκαλύψουν τις τάσεις τους για το πόσο προετοιμασμένοι είναι να διαθέσουν κάποια αγαθά και υπηρεσίες για την επίτευξη της μείωσης του κινδύνου θανάτου σε ένα οδικό ατύχημα.

Οι περισσότερες χώρες χρησιμοποιούν μια από τις δύο παρακάτω μεθόδους για την αποτίμηση της αξίας της ασφάλειας :

- 1) Ανθρώπινου Κεφαλαίου**
- 2) Πρόθεση Να Πληρώσω (Π.Ν.Π.)**

Η πρώτη μέθοδος επικεντρώνεται, κυρίως, στον υπολογισμό του οικονομικού κόστους ενός ατυχήματος. Δηλαδή, το κύριο συστατικό του υπολογισμένου κόστους με τη μέθοδο Ανθρώπινου Κεφαλαίου είναι η αξία του απολεσθέντος έργου ή των απολεσθέντων παραγωγικών ωρών. Η αξία αυτή μπορεί να ονομαστεί “Μεικτή Απώλεια Παραγωγικότητας” (Gross Lost Output), ενώ ονομάζεται “Καθαρή Απώλεια Παραγωγικότητας” (Net Lost Output) όταν έχει αφαιρεθεί από αυτή η κατανάλωση που θα πραγματοποιούσε το άτομο αν ζούσε. Βέβαια, στο συνολικό ποσό, το οποίο υπολογίζεται με τη μέθοδο αυτή, εμπεριέχεται κι ένα μικρό ποσοστό της τάξης του 20%-30% για τη συνιστώσα του ανθρώπινου κόστους, δηλαδή για τη θλίψη-πόννο-οδύνη εξαιτίας της απώλειας του θύματος. Τα στοιχεία για την τιμή της συνιστώσας

του ανθρώπινου κόστους προέρχονται από αποφάσεις δικαστηρίων για αποζημίωση απώλειας θύματος σε ατύχημα.

Η δεύτερη μέθοδος υπολογίζει εξολοκλήρου τη συνιστώσα του Ανθρώπινου Κόστους. Δηλαδή, μελετά τις προτιμήσεις των ανθρώπων ή της κοινωνίας και συγκεκριμένα εκτιμά τα ποσά που θα ήταν διατεθειμένοι να πληρώσουν προκειμένου να μειώσουν την πιθανότητα εμπλοκής τους σε ατύχημα. Αυτή η μέθοδος είναι χρήσιμη στην αποτίμηση αξιών που δεν έχουν αποτιμημένη αξία στην αγορά, όπως είναι το ανθρώπινο κόστος ενός ατυχήματος. Αυτό το κόστος δείχνει πως μοιράζονται οι πόροι της κοινωνίας για να στηρίξουν αυτούς τους ανθρώπους και περιλαμβάνει την απώλεια ανθρώπινης ζωής των νεκρών θυμάτων, τη φυσική και ψυχική οδύνη του θύματος (πόνος-θλίψη-οδύνη, μείωση ποιότητας ζωής, μόνιμη σωματική ή αισθητική βλάβη) και τη ψυχική οδύνη των συγγενών και φίλων του θύματος (πόνος-θλίψη-οδύνη, μείωση ποιότητας ζωής). Το συνολικό κόστος, με τη μέθοδο αυτή, προκύπτει προσθέτοντας στο ανθρώπινο κόστος που υπολογίστηκε το οικονομικό κόστος που είναι σταθερό, δηλαδή εκείνο που υπολογίστηκε με την προηγούμενη μέθοδο. Πολλές χώρες χρησιμοποίησαν την Π.Ν.Π. για να εκτιμήσουν ή να αναθεωρήσουν τις ήδη εκτιμηθείσες τιμές κόστους των ατυχημάτων (Μεγάλη Βρετανία, Σουηδία, Φιλανδία, Νέα Ζηλανδία, Νορβηγία, Ελβετία και Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής). Στις περισσότερες από αυτές τις χώρες οι τιμές του ανθρώπινου κόστους, με τη μέθοδο Π.Ν.Π., προέκυψαν πολύ μεγαλύτερες από εκείνες που είχαν εκτιμηθεί από τα δικαστήρια. Έτσι, ομοίως και το συνολικό κόστος (με την Π.Ν.Π.) στις περισσότερες χώρες προέκυψε διπλάσιο από εκείνο που υπολογίστηκε με τη μέθοδο Ανθρώπινου Κεφαλαίου. Η διαφοροποίηση αυτή αντανακλά και την επιθυμία του κοινού να διατεθούν από το κράτος περισσότερα κονδύλια στην οδική ασφάλεια.

Το μειονέκτημα του Ανθρώπινου Κεφαλαίου είναι ότι εκτιμά το κόστος ατυχήματος άρα και την αξία της ανθρώπινης ζωής από τη σκοπιά του προσφερόμενου οικονομικά έργου τους. Συνεπώς η απώλεια μιας ανθρώπινης ζωής αντιστοιχίζεται με το εισόδημα που χάνεται ή των απολεσθέντων παραγωγικών εργατοωρών. Όμως οι περισσότεροι αξιολογούν την ασφάλεια κυρίως βάση της αποστροφής τους στο θάνατο (τον δικό τους ή των συγγενών τους). Επομένως, η αξία της ασφάλειας πρέπει να προσδιοριστεί ώστε να αντανακλά τις καθαρές προτιμήσεις για ασφάλεια και όχι την αξία του απολεσθέντος εισοδήματος (Jones-Lee, *The Value of Transport Safety*, 1989). Η δύναμη της προτίμησης καθορίζεται ως το μέγιστο ποσό που θα ήταν κάποιος διατεθειμένος να πληρώσει, το οποίο αντανακλά όχι μόνο την αποτίμηση των ανθρώπων για το επιθυμητό αγαθό σε σχέση με άλλα πιθανά αγαθά, αλλά και την ικανότητα τους να πληρώσουν.

Αξίζει να σημειωθεί ότι αφού το ποσό της Π.Ν.Π. καθορίζεται από την ικανότητα του ατόμου να πληρώσει, πρέπει να ληφθεί υπόψη η υπάρχουσα κατανομή του πλούτου. Συνεπώς η Π.Ν.Π. καθορίζει τα ποσά, τα οποία τα άτομα είναι διατεθειμένα να πληρώσουν για μικρές βελτιώσεις στη δικιά τους ασφάλεια, αλλά και των άλλων. Τα χρηματικά ποσά αθροίζονται για να καθορίσουν το συνολικό ποσό της αξίας της ασφάλειας.

Για να αποτιμηθεί η αξία της ασφάλειας όπως προκύπτει από την Π.Ν.Π. και να καταστούν συγκρίσιμα τα μεγέθη της με τα αντίστοιχα των άλλων μεθόδων (Ανθρώπινου Κεφαλαίου) χρησιμοποιήθηκε ο ορισμός της αποφυγής ενός στατιστικού θανάτου. Συνεπώς η Αξία της Στατιστικής Ζωής “the Value Of a Statistical Life” (VOSL) στην οδική ασφάλεια είναι η αξία της διάσωσης μιας ζωής σε ένα πληθυσμό χρηστών της οδού. Η έννοια της “VOSL” έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως από τους ξένους ερευνητές (Blomquist 1979, Jones-Lee 1985, Maier 1989 και Persson 1989). Σε ένα άρθρο σχετικό με την προσέγγιση αυτή που δημοσιεύτηκε από τον Scelling (“Η ζωή που σώζεις μπορεί να σώσει τη δική σου”, 1968), η ανησυχία του συγγραφέα δεν ήταν να προσεγγίσει την Αξία της Ανθρώπινης Ζωής για τον καθένα αλλά την Αξία της Αποφυγής Ενός Θανάτου. Στην ίδια κατεύθυνση κινήθηκαν οι Mishan (1971) και Jones-Lee (1976) που επισήμαναν ότι τα κόστη του θανάτου και των τραυματισμών θα έπρεπε να εκτιμηθούν αποτιμώντας την αξία αποφυγής τους.

Για να εκτιμηθεί η έννοια της αξίας της στατιστικής ζωής γίνεται η υπόθεση ότι μια ομάδα 100.000 ανθρώπων απολαμβάνουν μία βελτίωση στην ασφάλεια που μειώνει την πιθανότητα θανάτου σε μια ορισμένη περίοδο κατά 1 στους 100.000 για κάθε έναν από την ομάδα. Ο αναμενόμενος αριθμός θανάτων, μέσα σ’ αυτή την ομάδα, θα μειωθεί ακριβώς κατά ένα. Επομένως η βελτίωση της ασφάλειας περιγράφεται σαν η Αποφυγή Ενός Στατιστικού Θανάτου. Αν υποθεθεί ότι τα άτομα μέσα στην ομάδα προτίθενται να πληρώσουν Χ ευρώ κατά μέσο όρο για μία μείωση κατά 1 στους 100.000 της πιθανότητας θανάτου αφού απολαμβάνουν τη βελτίωση στην ασφάλεια, τότε το συνολικό χρηματικό ποσό θα είναι $X \cdot 100.000$ ευρώ και αυτό είναι ισοδύναμο με τον Μέσο Όρο της Π.Ν.Π. ($X \text{ €}$) διαιρεμένο από την ατομική μείωση του κινδύνου κατά 1 στις 100.000. Η ατομική Π.Ν.Π. διαιρεμένη με τη μείωση του κινδύνου αποτελεί το οριακό ποσό της οικονομικής συνεισφοράς για τη μείωση του κινδύνου (marginal rate of substitution MRS), δίνεται δηλαδή από τη σχέση:

$$MRS = WTP / \Delta P$$

όπου WTP είναι η Π.Ν.Π. και η ΔP η μείωση της πιθανότητας εμπλοκής σε ατύχημα.

Επομένως η αποφυγή ενός στατιστικού θανάτου δίνεται από τον Μ.Ο. των ατομικών MRS ($VOSL = M.O.MRS$). Στην πραγματικότητα η αξία μιας στατιστικής ζωής δεν είναι αναγκαίο να προσδιορίζεται με αναφορά σε ένα συγκεκριμένο πληθυσμό ή ομάδα (π.χ. στους 100.000) μιας και ο κάθε ένας από αυτούς αντιμετωπίζει την ίδια πιθανότητα μείωσης κινδύνου (Persson-Cederrall, The Value of Risk Reduction, 1991 και Jones-Lee, The Value of Transport Safety, 1989) .

Προτού γίνει ανάλυση των μεθόδων που έχουν χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό της Π.Ν.Π. πρέπει να γίνει αναφορά στα πλαίσια εφαρμογής της μεθόδου και τα σημεία που πρέπει να ελέγχονται. Τα ποσά που είναι διατεθειμένοι οι πολίτες να πληρώσουν πρέπει να είναι απαλλαγμένα από το αίσθημα αλτρουισμού των πολιτών για τον συνάνθρωπο και πρέπει να αντανakλούν μόνο την αξία για αυτούς για ασφάλεια. Στην αντίθετη περίπτωση η αξία της στατιστικής

ζωής θα είναι υπερεκτιμημένη σύμφωνα και με τους Mishan (1971), Needleman (1976), Jones-Lee (1976) και Viscusi et al (1988).

Επιπρόσθετα, οι βελτιώσεις στην ασφάλεια έχουν άμεσες οικονομικές συνέπειες όπως την αποφυγή του χαμένου παραγωγικού έργου, την αποφυγή υλικών ζημιών, ιατρικά και αστυνομικά κόστη. Επομένως στον βαθμό που οι άνθρωποι δεν λαμβάνουν υπόψη τους τέτοιους παράγοντες στην πρόθεση τους να πληρώσουν θα έπρεπε να προστίθενται κάποιες επιπρόσθετες αξίες στην τελική συνολική αξία της στατιστικής ζωής λόγω αυτών των παραγόντων. Οι επιπρόσθετες αξίες αυτές, όμως, είναι πολύ μικρές συγκριτικά με το μέγεθος του συνολικού ποσού Π.Ν.Π..

3.3 Εμπειρικές εκτιμήσεις της αξίας της οδικής ασφάλειας

Η Π.Ν.Π. βασίζεται στην αρχή ότι παρόλο που οι άνθρωποι δεν ανταλλάσσουν τη ζωή τους με λεφτά ή άλλα αγαθά, ανταλλάσσουν μικρές αλλαγές στον κίνδυνο ατυχήματος με λεφτά ή άλλα αγαθά. Για παράδειγμα μπορούν να αποφασίσουν αν θέλουν να προσθέσουν κάποια εξαρτήματα στο αυτοκίνητό τους που προσφέρουν ασφάλεια. Επομένως στις ατομικές προτιμήσεις για αλλαγές στη μείωση κινδύνου εμπλοκής σε ατύχημα έχουν χρησιμοποιηθεί οι παρακάτω εμπειρικές εκτιμήσεις :

1) η μέθοδος της “Δεδηλωμένης Προτίμησης” (Stated Preference ή Questionnaire)

2) η μέθοδος της “Αποκαλυπτόμενης Προτίμησης” (Revealed Preference)

Η μέθοδος της Δεδηλωμένης Προτίμησης ή των ερωτηματολογίων μπορεί να μελετηθεί με τέσσερις προσεγγίσεις (σύμφωνα με τους O’Reilly και M.Hopkin, 1992):

3.3.1 Εξαρτώμενη Αξιολόγηση (Contingent Valuation)

Εκφράζει το πόσο είναι προετοιμασμένα τα άτομα να πληρώσουν για να μειώσουν τον κίνδυνο ενός τραυματισμού από ένα καθορισμένο επίπεδο σε ένα άλλο επίσης καθορισμένο.

3.3.2 Επιλογή Επιπέδου Διακινδύνευσης (Standard Gamble)

Τα άτομα καθορίζουν το επίπεδο ρίσκου στο οποίο θα επέλεγαν τη θεραπεία για ένα τραυματισμό ή αρρώστια που αν πετύχαινε θα κατέληγαν ξανά στην παλιά υγιά τους κατάσταση , ενώ αν αποτύχαινε θα είχε σοβαρές επιπλοκές στην υγεία ή και θάνατο.

3.3.3 Αλλαγές στον Κίνδυνο (Risk Change Ratio)

Τα άτομα διαπραγματεύονται αλλαγές στα μεγέθη κινδύνου διαφόρων ειδών τραυματισμού

3.3.4 Εξαρτώμενη Κατάταξη (Contingent Ranking)

Οι τιμές προκύπτουν από την κατάταξη που πραγματοποιούν τα άτομα στους διαφόρους τύπους τραυματισμών. Κατατάσσουν δηλαδή από το 0 έως το 100 τους λιγότερο έως τους περισσότερο επιθυμητούς τραυματισμούς.

Οι περισσότερες από τις παραπάνω μεθόδους χρησιμοποιούνται για την αποτίμηση του κόστους μη θανατηφόρων ατυχημάτων. Κυρίως η εξαρτώμενη αξιολόγηση (CV)

3.4 Μέθοδος της Δεδηλωμένης Προτίμησης

Η **Μέθοδος Δεδηλωμένης Προτίμησης** (stated preference) χρησιμοποιείται ευρέως σε συγκοινωνιακές εφαρμογές, και ειδικότερα στους τομείς αξιολόγησης προτιμήσεων, ανάλυσης ζήτησης, και μελλοντικής πρόβλεψης. Αναπτύχθηκε, αρχικά, στις αρχές της δεκαετίας του 1970 για έρευνα προώθησης προϊόντων, ενώ το ενδιαφέρον για την εφαρμογή της σε συγκοινωνιακές έρευνες δημιουργήθηκε το 1979 στο Ηνωμένο Βασίλειο (Kroes & Sheldon, 1988).

Σκοπός είναι η **καταγραφή των προτιμήσεων** μέρους του πληθυσμού σχετικά με κάποιο ζήτημα και η ανάπτυξη ενός μαθηματικού μοντέλου για την περιγραφή αυτών των προτιμήσεων. Η μέθοδος της δεδηλωμένης προτίμησης είναι ιδιαίτερα δημοφιλής εξαιτίας της ευκολίας που παρέχει στην υλοποίησή της και τη συλλογή των απαιτούμενων στοιχείων για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών της συμπεριφοράς των χρηστών του δικτύου ακόμα και σε υποθετικά μελλοντικά σενάρια.

Η πλέον ευκολότερη μέθοδος για τη συλλογή αυτών των στοιχείων είναι το **ερωτηματολόγιο** (Bates, 1988). Η μορφή, η έκταση, και η διατύπωση του ερωτηματολογίου επαφίεται στην ευχέρεια του ερευνητή αλλά πρέπει να συνάδει και με το αντικείμενο και τους στόχους της έρευνας.

Σύμφωνα με τους Kroes & Sheldon (1988), το πρώτο στάδιο στον σχεδιασμό μιας έρευνας με τη μέθοδο της δεδηλωμένης προτίμησης είναι ο καθορισμός των μεταβλητών και το επίπεδό τους που πρέπει να αξιολογηθεί από τους ερωτηθέντες. Οι μεταβλητές μπορούν να λάβουν είτε συνεχείς είτε διακριτές τιμές. Πρέπει να δοθεί προσοχή, ωστόσο, στη διατύπωση του γενικότερου πλαισίου της έρευνας αλλά και στην κλίμακα βαθμολόγησης των εξαρτημένων μεταβλητών. Για παράδειγμα, μπορεί να παρουσιάζεται ένα πλήθος εναλλακτικών επιλογών και να ζητείται η κατάταξή τους σε μια σειρά κλιμακούμενης προτίμησης ή η βαθμολόγησή τους. Μια άλλη μορφή αφορά την παρουσίαση ενός συνδυασμού εναλλακτικών επιλογών (συνήθως δύο με πέντε), από τον οποίο οι ερωτηθέντες πρέπει να επιλέξουν μία μεταβλητή. Η **επιλογή της μορφής του ερωτηματολογίου** είναι και το επόμενο βήμα στον **σχεδιασμό της έρευνας**.

Ο **τελικός σκοπός** θα πρέπει να είναι ο καθορισμός των συνδυασμών όλων των επιπέδων των μεταβλητών με τέτοιο τρόπο ώστε να μην παρουσιάζεται συσχετισμός μεταξύ των εναλλακτικών. Ο συνολικός αριθμός των εναλλακτικών μπορεί να εξαρτάται τόσο από τον αριθμό των μεταβλητών όσο και από τα

διαφορετικά τους επίπεδα. Στην πράξη, ωστόσο, οι ερωτηθέντες μπορούν να αξιολογήσουν έναν περιορισμένο αριθμό εναλλακτικών επιλογών τη φορά, συνήθως μεταξύ εννιά και δεκάξι. Ως εκ τούτου μια ανάλυση που εμπεριέχει όλους τους πιθανούς συνδυασμούς των επιπέδων κάθε μεταβλητής (full factorial design) μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο όταν υπάρχουν λίγες μεταβλητές και επίπεδα. Όταν αυτό είναι αδύνατο μπορεί να παρουσιαστεί ένα υποσύνολο των δυνατών συνδυασμών (fractional factorial design).

3.5 Σύγκρισης Δεδηλωμένης προτίμησης και Αποκαλυπτόμενης προτίμησης

Για την καταγραφή 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** λειτουργεί καλύτερα απέναντι σε κάποια μελλοντική υποθετική κατάσταση, η οποία δεν εφαρμόζεται σήμερα. Ως εκ τούτου αποτελεί τον ιδανικό τρόπο μελέτης της άποψης του κοινού για αυτή την κατάσταση.

Από την άλλη, η **μέθοδος 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. Παρουσιάζει, ωστόσο, μειονεκτήματα (Kroes & Sheldon, 1988):

- Δυσκολία στην εξέταση όλων των μεταβλητών που ενδιαφέρουν την έρευνα λόγω απουσίας επαρκούς ευελιξίας των δεδομένων
- Συχνή εμφάνιση συσχετισμών μεταξύ επεξηγηματικών μεταβλητών, όπως χρόνος ταξιδιού και κόστος, που καθιστά δύσκολο τον υπολογισμό των συντελεστών του μαθηματικού μοντέλου.
- Δεν μπορεί να εφαρμοστεί για την εκτίμηση της ζήτησης σε καταστάσεις που δεν υφίστανται.

Για τους παραπάνω λόγους η μέθοδος της δεδηλωμένης προτίμησης άρχισε να κερδίζει έδαφος στην συγκοινωνιακή έρευνα. Τα πλεονεκτήματά της αρκεί:

- Είναι περισσότερο εύκολο να ελεγχθεί, αφού ο ερευνητής είναι εκείνος που ορίζει τις συνθήκες που αξιολογούν οι ερωτηθέντες.
- Είναι περισσότερο ευέλικτη καθώς είναι εφικτή η αντιμετώπιση ενός μεγαλύτερου εύρους μεταβλητών.

- Εφαρμόζεται με μικρότερο κόστος, αφού κάθε άτομο προσφέρει πολλαπλές παρατηρήσεις για παραλλαγές στις επεξηγηματικές μεταβλητές που ενδιαφέρουν τον ερευνητή.

Από την άλλη πλευρά, **σημαντικό μειονέκτημα** της μεθόδου δεδηλωμένης προτίμησης αποτελεί το γεγονός ότι οι ερωτηθέντες πολύ απλά μπορεί να μην πράξουν αυτό το οποίο δήλωσαν. Για αυτό το λόγο, τα αποτελέσματα σε έρευνες που βασίζονται αποκλειστικά σε αυτή τη μέθοδο οφείλουν να αξιολογηθούν προσεκτικά.

Ωστόσο, οι περισσότερες εφαρμογές της μεθόδου της δεδηλωμένης προτίμησης στη συγκοινωνιακή έρευνα έχουν σκοπό την εκτίμηση της σχετικής χρησιμότητας αντί του υπολογισμού συγκεκριμένων τιμών (Roberts et al, 1986). Σε αυτό το πλαίσιο οι μέθοδοι δεδηλωμένης προτίμησης έχουν αποδειχτεί ιδιαίτερα χρήσιμες και υπό αυτές τις συνθήκες η όποια πιθανότητα για υπό ή υπέρ-εκτιμήσεις δεν είναι σχετική.

Εν τέλει, όταν απαιτείται η ακριβής εκτίμηση της ζήτησης η πιο ελκυστική επιλογή είναι ο **συνδυασμός μεθόδων** δεδηλωμένης προτίμησης και αποκαλυπτόμενης προτίμησης.

3.6 Θεωρία στοχαστικής χρησιμότητας – συνάρτηση χρησιμότητας

Στο πλαίσιο μιας έρευνας δεδηλωμένης 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), τα οποία περιέχουν μόνο τις εναλλακτικές που είναι διαθέσιμες στο 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 χρησιμότητας του ατόμου n ως εξής:

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

όπου:

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

- ε_{in} , το στοχαστικό μέρος της χρησιμότητας της εναλλακτικής.

Η πιθανότητα επιλογής της κάθε εναλλακτικής υπολογίζεται ως εξής:

$$P_n(i/C) = P(U_{in} > U_{ij}) \forall j \in C, i \neq j$$

Βασική προϋπόθεση της θεωρίας της στοχαστικής χρησιμότητας αφορά στο γεγονός ότι τα σφάλματα ε_{in} 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.

3.6.1 Πιθανοτικά πρότυπα διακριτών επιλογών (probit)

Τα **πιθανοτικά πρότυπα** (probit) προκύπτουν όταν τα τυχαία σφάλματα στην εξίσωση της χρησιμότητας ακολουθούν την κανονική κατανομή. Στην απλή περίπτωση που οι εναλλακτικές επιλογές είναι μόνο δύο η εξίσωση είναι ως εξής:

$$P_n = P(\beta_1 x_{1n} - \beta_2 x_{2n} > \varepsilon_{2n} - \varepsilon_{1n})$$

όπου:

- Τα σφάλματα ε_{1n} και ε_{2n} κατανέμονται κανονικά με μέση τιμή ίση με το μηδέν και τυπικές αποκλίσεις, s_1^2 και s_2^2 αντίστοιχα.

3.6.2 Λογιστικά πρότυπα διακριτών επιλογών (logit)

Τα **λογιστικά πρότυπα** (logit) βασίζονται στην υπόθεση ότι τα σφάλματα των συναρτήσεων χρησιμότητας είναι ανεξάρτητα και ακολουθούν την κατανομή Gumbel. Συγκεκριμένα, εάν τα σφάλματα κατανέμονται κατά Gumbel με παράμετρο θέσης $\omega=0$ και παράμετρο κλίμακας μ , τότε η πιθανότητα ένα άτομο να επιλέξει μια εναλλακτική ανάμεσα σε ένα σύνολο C εναλλακτικών γράφεται ως εξής:

$$P_n(1/C) = \frac{e^{\mu V_i}}{\sum_{j \in C} e^{\mu V_j}} \quad j \in C$$

Η έκφραση αυτή αποτελεί και την έκφραση του **πολυωνυμικού λογιστικού προτύπου** (multinomial logit model).

3.6.3 Γενικευμένα πρότυπα διακριτών επιλογών

Η βασική προϋπόθεση στα πρότυπα διακριτών επιλογών είναι η **ανεξαρτησία** μεταξύ των εναλλακτικών επιλογών. Ωστόσο, υπάρχουν περιπτώσεις, στις οποίες δεν ισχύει αυτή η συνθήκη και για αυτό το λόγο χρησιμοποιούνται κάποιες παραλλαγές των προτύπων διακριτών επιλογών.

Μία από αυτές αφορά το **ιεραρχικό λογιστικό πρότυπο** (hierarchical logistic model) (Manski & McFadden, 1981), το οποίο αποτελεί επέκταση του πολυωνυμικού λογιστικού προτύπου και αναπτύχθηκε με σκοπό τη διαχείριση περιπτώσεων, στις οποίες παρατηρείται συσχέτιση μεταξύ των εναλλακτικών επιλογών. Βασίζεται στο διαχωρισμό του καθολικού συνόλου επιλογών C σε διάφορα υποσύνολα C_m (κλάδοι), τέτοια ώστε:

$$C = \bigcup_{m=1}^M C_m \text{ και } C_i \cap C_l = \emptyset \forall m \neq l$$

Η παραπάνω εξίσωση υποδηλώνει ότι το σύνολο των εναλλακτικών επιλογών των κλάδων ισούται με τις εναλλακτικές του καθολικού συνόλου και i εναλλακτικές που εμφανίζονται σε ένα υποσύνολο δεν εμφανίζονται σε κάποιο άλλο.

Η συνάρτηση χρησιμότητας της κάθε εναλλακτικής επιλογής αποτελείται από έναν ειδικό όρο για την εναλλακτική και έναν όρο που εξαρτάται από τον κάθε κλάδο. Συνεπώς, αν $i \in C_m$, τότε:

$$U_i = V_i + \varepsilon_i + V_{C_m} + \varepsilon_{C_m}$$

Τα σφάλματα ε_i θεωρούνται ανεξάρτητα και ότι ακολουθούν την κατανομή Gumbel με παράμετρο κλίμακας μ . Η κατανομή είναι τέτοια ώστε η τυχαία μεταβλητή $\max_{j \in C_m} \varepsilon_j$ ακολουθεί την κατανομή Gumbel με παράμετρο κλίμακας μ_m . Κάθε κλάδος μέσα στο σύνολο των επιλογών περιγράφεται με μια ψευδο-χρησιμότητα (pseudo-utility), η οποία καλείται **σύνθετη χρησιμότητα** (compose utility) και ορίζεται ως εξής:

$$V'_{C_m} = V_{C_m} + \frac{1}{\mu_m} * \sum_{i \in C_m} e^{\mu_m V_i}$$

όπου V_{C_m} η συνιστώσα της συνάρτησης χρησιμότητας, η οποία είναι κοινή για όλες τις εναλλακτικές επιλογές του κλάδου C_m .

Τέλος, επισημαίνεται ότι στις περιπτώσεις που ο διαχωρισμός των κλάδων δεν είναι προφανής μπορεί να εξεταστεί το συνδυαστικό ιεραρχικό λογιστικό πρότυπο (cross-nested logit model), στο οποίο κάποιες εναλλακτικές ανήκουν σε περισσότερους του ενός κλάδους (Bierlaire, 2006).

3.6.4 Μικτά πρότυπα διακριτών επιλογών

Στην περίπτωση που τα σφάλματα στην εξίσωση χρησιμότητας δεν ακολουθούν κοινή κατανομή ακροτάτων τιμών μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια άλλη ομάδα μοντέλων που ονομάζονται **μικτά λογιστικά πρότυπα** (mixed logit models). Σε αυτά,

τα σφάλματα ακολουθούν τυπικά τη μικτή κανονική κατανομή και κατανομή ακροτάτων τιμών (McFadden & Train, 2000) ή μικτή λογαριθμική κανονική κατανομή ακροτάτων τιμών (Fosgerau & Bierlaire, 2007).

Σκοπός αυτών των μεθόδων αποτελεί η αξιοποίηση των πλεονεκτημάτων των πιθανοτικών και λογιστικών προτύπων. Συγκεκριμένα, η κανονική κατανομή προσφέρει ευελιξία στην περιγραφή αρκετών στοχαστικών παραμέτρων, ενώ η κατανομή Gumbel προσφέρει ευελιξία στην προσαρμογή του προτύπου (Gopinath et al, 2005).

3.7 Μέθοδοι στατιστικής ανάλυσης

Η **ανάλυση παλινδρόμησης** (regression analysis) αφορά μια διαδικασία για τον υπολογισμό των σχέσεων μεταξύ μεταβλητών, η οποία χρησιμοποιείται ευρέως όταν στόχος είναι ο συσχετισμός μιας εξαρτημένης μεταβλητής με μία ή περισσότερες ανεξάρτητες μεταβλητές. Ως εκ τούτου, δίνεται η δυνατότητα κατανόησης του τρόπου που μια τυπική τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής επηρεάζεται από την αλλαγή μιας ανεξάρτητης μεταβλητής όταν οι υπόλοιπες παραμένουν σταθερές. Διαφέρει από τα πρότυπα διακριτών επιλογών, τα οποία θεωρούν ότι τα σφάλματα ειη του συνόλου των εναλλακτικών επιλογών είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους και ακολουθούν κοινή κατανομή.

Εξαρτημένη μεταβλητή ορίζεται η μεταβλητή της οποίας η τιμή αναμένεται να προβλεφθεί από το μοντέλο, ενώ **ανεξάρτητη μεταβλητή** ορίζεται η μεταβλητή, η οποία επιδρά στην πρόβλεψη της εξαρτημένης λαμβάνοντας συγκεκριμένες τιμές. Για τον καθορισμό των ανεξάρτητων μεταβλητών που όντως έχουν επίδραση στην πρόβλεψη της τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής χρησιμοποιούνται μαθηματικά μοντέλα, τα οποία δείχνουν μαθηματικά την σχέση μεταξύ ανεξάρτητων μεταβλητών και της εξαρτημένης. Η επιλογή του μοντέλου εξαρτάται από το είδος της εξαρτημένης μεταβλητής (συνεχής ή διακριτή). Οι συνηθέστερες μέθοδοι σε έρευνες δεδηλωμένης προτίμησης είναι αυτές της **γραμμικής παλινδρόμησης** (linear regression), **πιθανοτικής ανάλυσης** (probit analysis), **ανάλυσης διακριτότητας** (discriminant analysis), και **λογιστικής παλινδρόμησης** (logistic regression) (Pindyck & Rubinfeld, 1991).

3.7.1 Γραμμική Παλινδρόμηση

Η **γραμμική παλινδρόμηση** (linear regression) υπολογίζει τη συνάρτηση χρησιμότητας κάποιου γεγονότος σε σχέση με παράγοντες που το επηρεάζουν καταλήγοντας σε ένα γραμμικό μαθηματικό πρότυπο. Με βάση αυτό το

μαθηματικό πρότυπο υπολογίζεται η πιθανότητα πραγματοποίησης του γεγονότος (πρότυπο πρόβλεψης πιθανότητας).

Η εκτίμηση των παραμέτρων στην γραμμική παλινδρόμηση πραγματοποιείται με τη **μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων**, έτσι ώστε το άθροισμα των τετραγώνων των διαφορών των τιμών που έχουν παρατηρηθεί από αυτές που έχουν υπολογιστεί να είναι το ελάχιστο.

Σε αυτό το μοντέλο προϋπόθεση αποτελεί η εξαρτημένη μεταβλητή να είναι **συνεχής** και να ακολουθεί την **κανονική κατανομή**. Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία η εξαρτημένη μεταβλητή (αγορά ή όχι αυτόνομου οχήματος) λαμβάνει διακριτές τιμές (ναι, όχι) και, ως εκ τούτου, δεν μπορεί να αναλυθεί με το μοντέλο της γραμμικής παλινδρόμησης.

3.7.2 Πιθανοτική Ανάλυση

Το μοντέλο της **πιθανοτικής ανάλυσης** (probit analysis) μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν η εξαρτημένη μεταβλητή λαμβάνει διακριτές ή συνεχείς τιμές. Ο υπολογισμός της συνάρτησης χρησιμότητας, η οποία διέπεται από μια γραμμική σχέση, αλλά και της πιθανότητας πραγματοποιείται με ανάλογο τρόπο όπως και στη γραμμική παλινδρόμηση.

Για την υλοποίηση της πιθανοτικής ανάλυσης απαιτείται ο **μετασχηματισμός των ανεξάρτητων μεταβλητών** σε πιθανότητες, με τιμές από 0 έως και 1. Πρέπει να δοθεί προσοχή, ωστόσο, στη διατήρηση της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών ως προς την εξαρτημένη ακόμα και μετά τον μετασχηματισμό.

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

3.7.3 Λογιστική Παλινδρόμηση

Η **λογιστική παλινδρόμηση** (logistic regression) είναι η πλέον κατάλληλη μέθοδος για την στατιστική επεξεργασία δεδομένων που έχουν συλλεχθεί με τη μέθοδο της δεδηλωμένης προτίμησης. Με τη λογιστική παλινδρόμηση αναπτύσσεται ένα μαθηματικό μοντέλο πρόβλεψης της πιθανότητας επιλογής ενός εναλλακτικού σεναρίου (Pindyck & Rubinfeld, 1991) και εκφράζεται ο τρόπος και το μέγεθος της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην επιλογή αυτή. Παρουσιάζει εφαρμογή και στην περίπτωση που η εξαρτημένη

μεταβλητή είναι διακριτή μεταβλητή, όπως και στην παρούσα Διπλωματική Εργασία.

Με τη λογιστική παλινδρόμηση καταλήγουμε αρχικά σε μια γραμμική συνάρτηση χρησιμότητας για το γεγονός που εξετάζεται. Με μετέπειτα μετασχηματισμό της συνάρτησης χρησιμότητας προκύπτει άμεσα η πιθανότητα πραγματοποίησης αυτού του γεγονότος.

3.7.4 Σύνοψη

Με βάση τα παραπάνω και λαμβάνοντας υπόψιν τις ανάγκες και τους στόχους της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας προκύπτουν τα εξής:

- Η **γραμμική παλινδρόμηση** δεν καλύπτει τις ανάγκες της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, αφού η εξαρτημένη μεταβλητή δεν είναι συνεχής.
- Η **πιθανοτική ανάλυση** καλύπτει τις προϋποθέσεις γενικά, αλλά απορρίπτεται εξαιτίας της πολυπλοκότητάς της και του χρόνου που θα απαιτούσε.
- Η **λογιστική παλινδρόμηση**, συνεπώς, επιλέχθηκε για την στατιστική ανάλυση των δεδομένων της παρούσας διπλωματικής εργασίας με σκοπό την ανάπτυξη ενός μαθηματικού μοντέλου πρόβλεψης της επιλογής του κοινού.

3.8 Λογιστική παλινδρόμηση (Logistic Regression)

Το μοντέλο της **λογιστικής παλινδρόμησης** (logistic regression) χρησιμοποιείται συχνά σε συγκοινωνιακές έρευνες, στις οποίες ζητείται η πρόβλεψη της επιρροής ορισμένων χαρακτηριστικών στην επιλογή κάποιου γεγονότος. Μέσω του μοντέλου αυτού 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 τη σχέση:

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

όπου:

- U_i , η συνάρτηση χρησιμότητας του γεγονότος i
- $x_1 \dots x_n$, οι μεταβλητές του προβλήματος
- α_0 , η σταθερά που αντιπροσωπεύει την επιρροή των παραγόντων που δεν έχουν συμπεριληφθεί ως μεταβλητές στο μαθηματικό μοντέλο
- $\alpha_1 \dots \alpha_n$, οι συντελεστές των μεταβλητών

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

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

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

Το μοντέλο της λογιστικής παλινδρόμησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο στην ανάπτυξη του **διωνυμικού προτύπου πρόβλεψης** (binary model), όσο και του **πολυωνυμικού προτύπου πρόβλεψης** (multinomial model). Όταν οι πιθανές επιλογές είναι δύο, τότε επιλέγεται το πρώτο μοντέλο, ενώ όταν οι επιλογές είναι περισσότερες επιλέγεται το δεύτερο. Η παρούσα Διπλωματική Εργασία δεν εξετάζει το διωνυμικό πρότυπο πρόβλεψης. Με το πολυωνυμικό πρότυπο αναλύονται τα σενάρια, όπου οι επιλογές είναι 'καμία μεταβολή', 'μείωση 20% της πιθανότητας εμπλοκής σε οδικό ατύχημα', και 'μείωση 50% της πιθανότητας εμπλοκής σε οδικό ατύχημα'.

Μια άλλη έννοια που αξίζει να αναλυθεί μιας και έχει χρησιμοποιηθεί σε αυτή τη Διπλωματική Εργασία είναι αυτή του **λόγου πιθανοτήτων** (odds ratio). 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 τη 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 στην 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 έχουμε 'κορώνα' στο ρίξιμο ενός νομίσματος είναι $0.5/0.5=1$, αφού η πιθανότητα να έρθει 'κορώνα' είναι 50 τις εκατό και η πιθανότητα να μην έρθει 'κορώνα' είναι 50 τις εκατό. Γενικά:

- όταν $odds > 1$ οι πιθανότητες αυξάνονται
- όταν $odds < 1$ οι πιθανότητες μειώνονται

3.9 Κριτήρια αποδοχής λογιστικής παλινδρόμησης

3.9.1 Συντελεστές εξίσωσης

Σχετικά με τους **συντελεστές της εξίσωσης** της λογιστικής παλινδρόμησης ως κριτήριο αποδοχής του μοντέλου πρέπει να προσφέρεται μια **λογική ερμηνεία** των προσήμων τους. Σε πρώτο στάδιο εξετάζεται το πρόσημο. Θετικό πρόσημο υποδηλώνει ότι αύξηση της ανεξάρτητης μεταβλητής οδηγεί σε αύξηση της εξαρτημένης. Αντίθετα, αρνητικό πρόσημο υποδηλώνει ότι αύξηση της ανεξάρτητης μεταβλητής οδηγεί σε μείωση της εξαρτημένης.

Σε δεύτερο στάδιο εξετάζεται η **τιμή του συντελεστή**. Θα πρέπει να δίνεται μια λογική εξήγηση για την τιμή αυτή, αφού αύξηση της ανεξάρτητης μεταβλητής χι κατά μία μονάδα οδηγεί σε αύξηση της εξαρτημένης μεταβλητής κατά β_i .

3.9.2 Στατιστική αξιολόγηση παραμέτρων

Η στατιστική αξιολόγηση των παραμέτρων της συνάρτησης πραγματοποιείται με χρήση του δείκτη **t-ratio** ή **Wald**. Ο δείκτης αυτός υποδηλώνει τη σημαντικότητα της ανεξάρτητης μεταβλητής. Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του t-ratio τόσο μεγαλύτερη είναι η επιρροή της συγκεκριμένης μεταβλητής στο τελικό μοντέλο.

Οι αποδεχτές τιμές του t-ratio για κάθε επίπεδο εμπιστοσύνης φαίνεται στον επόμενο πίνακα:

Επίπεδο εμπιστοσύνης	Τιμές t-ratio
90%	1.282
95%	1.645
97.5%	1.960

99%	2.326
99.5%	2.576

Πίνακας 3.1: Τιμές του *t*-ratio ανάλογα με το βαθμό εμπιστοσύνης

Όπως φαίνεται και στον πίνακα, για επίπεδο εμπιστοσύνης 95 τις εκατό οποιαδήποτε μεταβλητή έχει *t*-ratio πάνω από 1.645 μπορεί να θεωρηθεί ότι έχει σημαντική επιρροή στο μοντέλο. Να σημειωθεί ότι αποδεκτή γίνεται η απόλυτη τιμή του *t*-ratio, καθώς ο δείκτης μπορεί να λάβει και αρνητικές τιμές.

3.9.3 Συσχέτιση παραμέτρων

Στο μοντέλο της λογιστικής παλινδρόμησης οι ανεξάρτητες μεταβλητές οφείλουν να είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους, δηλαδή να μην υπάρχει μεταξύ τους **συσχέτιση** (correlation). Αν δύο μεταβλητές, για παράδειγμα, είναι μεταξύ τους συσχετισμένες δεν μπορεί να εξακριβωθεί με ακρίβεια η επιρροή τους στο μοντέλο.

3.9.4 ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΠΙΘΑΝΟΦΑΝΕΙΑΣ

Η **μέθοδος της μέγιστης πιθανοφάνειας** (Likelihood Ratio Test - 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.

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

$$LRT = -2 (L(b) - L(0)) > \chi^2_{b,0.05}$$

όπου:

- *L*(0), ο λογάριθμος πιθανοφάνειας του μοντέλου χωρίς τις μεταβλητές
- *L*(*b*), ο λογάριθμος πιθανοφάνειας του μοντέλου με τις μεταβλητές
- $\chi^2_{b,0.05}$, η τιμή του κριτηρίου χ^2 για *b* βαθμούς ελευθερίας σε

επίπεδο σημαντικότητας 5 τις εκατό.

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

3.9.5 Το κριτήριο χ^2

Η συνολική ποιότητα του μοντέλου ελέγχεται με τον συντελεστή προσαρμογής και ως κριτήριο καλής προσαρμογής χρησιμοποιείται ο **συντελεστής χ^2** . Ο συντελεστής αυτός εκφράζει το ποσοστό της μεταβλητότητας μιας μεταβλητής από μια άλλη μεταβλητή και λαμβάνει τιμές μεταξύ 0 και 1. Όσο πιο κοντά στο 1 βρίσκεται η τιμή του χ^2 , τόσο πιο ισχυρή είναι η σχέση μεταξύ των δύο μεταβλητών. Συνήθως, η τιμή του χ^2 δεν ξεπερνά το 0.45. Ως εκ τούτου, εάν η τιμή του χ^2 βρίσκεται πάνω από το 0.30 θεωρείται στις περισσότερες περιπτώσεις αποδεκτή.

Κεφάλαιο 4

Συλλογή και επεξεργασία στοιχείων

4.1 Εισαγωγή

4.2 Συλλογή στοιχείων

4.3 Επεξεργασία στοιχείων

4.4 Συγκεντρωτικά στοιχεία

4.1 Εισαγωγή

Προκειμένου να επιτευχθεί ο στόχος της παρούσας διπλωματικής όπως αυτός αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 1.2, δηλαδή ο προσδιορισμός του ανθρώπινου κόστους των οδικών ατυχημάτων και η μελέτη και η καταγραφή της ευαισθητοποίησης των οδηγών απέναντι στην πιθανότητα ατυχήματος, γρήγορα έγινε αντιληπτό ότι τα απαραίτητα στοιχεία έπρεπε να συλλεχθούν μέσω συμπλήρωσης ερωτηματολογίων. Εν προκειμένω, πέρα από την έρευνα πεδίου το ερωτηματολόγιο διαμοιράστηκε στοχευμένα και μέσω διαδικτύου ούτως ώστε να συμπληρωθεί ο απαραίτητος αριθμός συμμετεχόντων στην έρευνα. Τα δεδομένα που αντλήθηκαν από τις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου υποβλήθηκαν σε στατιστική ανάλυση, ώστε να εξεταστεί η σημαντικότητά τους.

4.2 Συλλογή στοιχείων

4.2.1 Διαμόρφωση ερωτηματολογίου

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω η συλλογή των απαιτούμενων στοιχείων για τη Διπλωματική Εργασία πραγματοποιήθηκε μέσω **ερωτηματολογίου**, το οποίο παρατίθεται στο σύνολό του στο τέλος του τεύχους στο **Παράρτημα Α**.

Το ερωτηματολόγιο χωρίζεται σε **τέσσερα μέρη**. Ο χρόνος συμπλήρωσής του κυμαίνεται μεταξύ 10 και 15 λεπτών, χρόνος που θεωρείται μεγάλος για έρευνες πεδίου αλλά εξαιτίας της φύσης του αντικειμένου και του έμφυτου ενδιαφέροντος που παρουσιάζει αποφασίστηκε να μην τροποποιηθούν περαιτέρω οι ερωτήσεις.

Στο **εξώφυλλο του ερωτηματολογίου** φαίνονται ξεκάθαρα ο τίτλος της έρευνας, το όνομα του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, και η Σχολή, καθώς και ένα σύντομο κείμενο, στο οποίο αναφέρεται ότι η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου είναι ανώνυμη.

Καθ'όλη την έκταση του ερωτηματολογίου έγινε προσπάθεια να διατηρηθεί υψηλό το επίπεδο ευκολίας και σαφήνειας στην κατανόηση και συμπλήρωση των ερωτήσεων. Η μορφή αυτή διατηρείται σε όλο το εύρος του ερωτηματολογίου χωρίς αλλαγές, ώστε να υπάρχει ομοιογένεια και να αποφευχθεί το ενδεχόμενο σύγχυσης στη συμπλήρωση των απαντήσεων.

4.2.2 Τα μέρη του ερωτηματολογίου

Στο **πρώτο μέρος** του ερωτηματολογίου συμπεριλήφθηκε ένας αριθμός ερωτήσεων με σκοπό τη συλλογή στοιχείων για την οδηγική συμπεριφορά και τις συνθήκες των

ερωτηθέντων (οδηγική εμπειρία, ώρες και χιλιόμετρα που οδηγούν σε εβδομαδιαία βάση κλπ). Με αυτόν τον τρόπο οι ερωτηθέντες εισάγονται σταδιακά στο κλίμα και στη φιλοσοφία της έρευνας απαντώντας σε ερωτήσεις, οι οποίες αργότερα θα φανούν ιδιαίτερα χρήσιμες στην εξαγωγή συμπερασμάτων.

Στο **δεύτερο μέρος** καλείται ο οδηγός να απαντήσει σε ερωτήσεις που αφορούν την εκτιμώμενη πιθανότητα εμπλοκής τους σε ατυχήματα διαφορετικού επιπέδου σοβαρότητας καθώς επίσης και να εκτιμήσει τον ετήσιο αριθμό θυμάτων και παθόντων. Το είδος των ερωτήσεων αυτών σε συνδυασμό με το αμέσως επόμενο μέρος του ερωτηματολογίου έχουν σκοπό να αναδείξουν το μέγεθος της άγνοιας των Ελλήνων οδηγών καθώς επίσης να αποσπάσουν πληροφορίες σχετικά με την συνείδηση και την αντίληψη τους για την πραγματική διάσταση του προβλήματος

Στο **τρίτο μέρος** περιλαμβάνονται τα σημαντικότερα στοιχεία για τις αναλύσεις στο πλαίσιο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας. Αρχικώς, ερωτάται ο χρήστης τι ποσό είναι διατεθειμένος να θυσιάσει, από τα ετήσια έσοδα του, προκειμένου να μειώσει την πιθανότητα εμπλοκής του ή κάποιου στενού συγγενή του σε ατύχημα με νεκρούς, βαριά ή ελαφρά τραυματίες κατά 20% ή 50%. Οι ερωτήσεις αυτές γίνονται προκειμένου να εκτιμηθεί το ανθρώπινο κόστος των ατυχημάτων δηλαδή ο ένας εκ των δύο βασικών στόχων της παρούσας διπλωματικής. Στη συνέχεια γνωστοποιείται στον οδηγό η πραγματική πιθανότητα εμπλοκής του σε ατύχημα κατά τη διάρκεια της ζωής του ούτως ώστε να απαντήσει ορθότερα στα σενάρια που ακολουθούν. Ακολούθως, εισάγεται μία υπόθεση διαδρομής διάρκειας 180 λεπτών και γενικευμένου κόστους 60€ . Ο ερωτώμενος καλείται να απαντήσει σε δέκα διαφορετικούς συνδυασμούς αύξησης του κόστους ή του χρόνου της διαδρομής ή και των δύο, προκειμένου να μειωθεί η πιθανότητα εμπλοκής του σε ατύχημα κατά 20 ή 50 τις εκατό κατά τη διάρκεια του εν λόγω ταξιδιού. Είναι σαφές, ότι ο χρήστης είχε παράλληλα την επιλογή να διαλέξει καμία μεταβολή της πιθανότητας εάν θεωρούσε πως οι αυξήσεις σε χρόνο και κόστος ήταν υπερβολικά υψηλές και κατά συνέπεια ασύμφορες. Αξίζει να σημειωθεί πως η επιλογή των σεναρίων έγινε με σκοπό την εξέταση όσο το δυνατόν περισσότερων και διαφορετικών επιλογών αυξήσεων κόστους και χρόνου καθώς επίσης με ρεαλιστικές παραμέτρους. Κατόπιν στατιστικής ανάλυσης, η δεύτερη ενότητα του τρίτου μέρους του ερωτηματολογίου αποτέλεσε τη βάση για την εκτίμηση της ευαισθητοποίησης των οδηγών απέναντι στην πιθανότητα ατυχήματος η οποία αποτελεί τον δεύτερο βασικό στόχο της παρούσας έρευνας.

Στο **τέταρτο** και τελευταίο μέρος της έρευνας περιλαμβάνονται ερωτήσεις σχετικά με τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των ερωτηθέντων. Συγκεκριμένα, ζητούνται το φύλο, η ηλικία, το μορφωτικό επίπεδο, το επάγγελμα, η οικογενειακή κατάσταση, ο αριθμός τέκνων και το οικογενειακό εισόδημα.

4.2.3 Τα σενάρια

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως στο τρίτο μέρος του ερωτηματολογίου περιλαμβάνονται τα **σενάρια**. Ζητείται από τους ερωτηθέντες η επιλογή μεταξύ **τριών εναλλακτικών προτάσεων** (καμία μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής τους

σε ατύχημα, μείωση 20%, μείωση 50%) με βάση **δύο παραμέτρους** (κόστος και χρόνος). Συνολικά, παρουσιάζονται **δέκα διαφορετικά σενάρια** που αφορούν μια υποθετική διαδρομή διάρκειας 180 λεπτών και κόστους 60 ευρώ.

Η διαμόρφωση των σεναρίων έγινε με τέτοιο τρόπο ούτως ώστε να κληθεί ο χρήστης να απαντήσει σε όσο το δυνατόν περισσότερες ποσοστιαίες μεταβολές χρόνου, κόστους ή και των δύο ταυτοχρόνως. Επιπρόσθετα, χρησιμοποιήθηκαν μικρές και μεγάλες μεταβολές αύξησης προκειμένου να σκιαγραφηθεί πληρέστερα το προφίλ του κάθε οδηγού και να φανερωθούν τα όρια του σε ό,τι αφορά την πρόθεση του να πληρώσει ή να θυσιάσει χρόνο με σκοπό τη μείωση της πιθανότητας εμπλοκής του σε ατύχημα κατά τη διάρκεια του ταξιδιού.

Τέλος, οι εν λόγω αυξήσεις ακολούθησαν ρεαλιστικές τιμές συμπεριλαμβάνοντας τα χαρακτηριστικά του ταξιδιού καθώς επίσης την ποσοστιαία μείωση της πιθανότητας. Εν προκειμένω, για να μειωθεί κατά 20% η πιθανότητα ατυχήματος απαιτούνταν μικρότερες αυξήσεις σε χρόνο και χρήμα συγκριτικά με τη μείωση κατά 50%. Αντίστοιχα, οι αυξήσεις έλαβαν υπόψιν και τα αρχικά χαρακτηριστικά του ταξιδιού προκειμένου να μην κριθούν παράλογες από τον ερωτώμενο (π.χ αύξηση κατά 120 ευρώ σε ταξίδι αρχικού εκτιμώμενου γενικευμένου κόστους 60 ευρώ – τριπλασιασμός του κόστους).

Για την οπτική παρουσίαση των σεναρίων χρησιμοποιήθηκαν **πίνακες**, όπως αυτός που φαίνεται στην εικόνα 4.1, και δεν παρουσιάστηκαν προβλήματα στην ανάγνωση ή την κατανόησή τους. Το σύνολο των σεναρίων παρατίθεται στο Παράρτημα Α στο τέλος αυτού του τεύχους.

Γ16.3) Η πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παθόντες κατά τη διάρκεια της ζωής σας είναι 87%. Ταξίδι διάρκειας 180 λεπτών και γενικευμένου κόστους 60€)

16.3

Σενάριο 3	-20%	-50%	Καμία
Επιπλέον Διάρκεια (λεπτά)	10	30	-
Επιπλέον Κόστος (Ευρώ)	20	45	-
Η επιλογή σας	1	2	0

- ☐ Επιλογή 1 (-20% στην πιθανότητα ατυχήματος)
- ☐ Επιλογή 2 (-50% στην πιθανότητα ατυχήματος)
- ☐ Επιλογή 0 (καμία μείωση στην πιθανότητα ατυχήματος)

Εικόνα 4.1: Το Σενάριο 3 που χρησιμοποιήθηκε στην τρίτη ενότητα

4.2.4 Συλλογή ερωτηματολογίων

Για τη συλλογή των ερωτηματολογίων αποφασίστηκε η πραγματοποίηση **έρευνας πεδίου**, η οποία ολοκληρώθηκε σε διάστημα περίπου ενός μηνός από

τις αρχές του Φεβρουαρίου έως τις αρχές του Μαρτίου 2018. Παράλληλα, το ερωτηματολόγιο εστάλη μέσω mail αξιοποιώντας την υπηρεσία Google forms (www.google.com/forms). Το ερωτηματολόγιο μοιράστηκε σε αντιπροσωπευτικό δείγμα οδηγών, όσον αφορά στα δημογραφικά χαρακτηριστικά τους (φύλο, ηλικία, εισόδημα, κλπ.) και στα χαρακτηριστικά μετακίνησής τους.

Σκοπός του διαμοιρασμού του ερωτηματολογίου μέσω διαδικτύου ήταν να καλυφθεί ταχύτερα ο αριθμός των απαιτούμενων απαντήσεων. Είναι σαφές ότι το ερωτηματολόγιο διαμορφώθηκε έτσι ώστε να διευκολύνεται **η συμπλήρωσή του** ανώνυμα από γνωστούς και άτομα στο κοντινό τους περιβάλλον μέσω φορητής ηλεκτρονικής συσκευής (tablet).

Ο λόγος που επιλέχθηκε να μην πραγματοποιηθεί αποκλειστικά διαδικτυακή έρευνα ήταν **να μην υπάρξει αλλοίωση του δείγματος**. Ως γνωστόν οι Διαδικτυακές έρευνες δεν ικανοποιούν σε σημαντικό βαθμό την αντιπροσωπευτικότητα του δείγματος, καθώς δεν διαθέτουν όλες οι ηλικίες και τα κοινωνικά στρώματα πρόσβαση στο Διαδίκτυο.

Απόσπασμα της μορφής του ερωτηματολογίου που δημιουργήθηκε με το Google forms δίνεται παρακάτω στην Εικόνα 4.2.

Γ13.3) Ποιό είναι το μέγιστο ποσό (€/έτος) του οικογενειακού εισοδήματος σας που θα δίνετε κάθε χρόνο για να μειωθεί η πιθανότητα εμπλοκής ΚΑΠΟΙΟΥ ΣΤΕΝΟΥ ΣΥΓΓΕΝΗ ΣΑΣ κατά 20% σε οδικό ατύχημα με: *

	<200€	200-500€	500-1000€	>1000€
ΕΛΑΦΡΑ τραυματίες	☐	☐	☐	☐
ΒΑΡΙΑ τραυματίες	☐	☐	☐	☐
ΝΕΚΡΟΥΣ	☐	☐	☐	☐

Γ13.4) Ποιό είναι το μέγιστο ποσό (€/έτος) του οικογενειακού εισοδήματος σας που θα δίνετε κάθε χρόνο για να μειωθεί η πιθανότητα εμπλοκής ΚΑΠΟΙΟΥ ΣΤΕΝΟΥ ΣΥΓΓΕΝΗ ΣΑΣ κατά 50% σε οδικό ατύχημα με: *

	<200€	200-500€	500-1000€	>1000€
ΕΛΑΦΡΑ τραυματίες	☐	☐	☐	☐
ΒΑΡΙΑ τραυματίες	☐	☐	☐	☐
ΝΕΚΡΟΥΣ	☐	☐	☐	☐

Εικόνα 4.2 : Μέρος του ερωτηματολογίου

Μετά την απόρριψη ορισμένων ερωτηματολογίων για διάφορους λόγους, όπως για παράδειγμα συγκεκριμένη απάντηση σε κάθε ερώτηση, συγκεντρώθηκαν συνολικά **238 ερωτηματολόγια**, τα οποία και υποβλήθηκαν σε στατιστική επεξεργασία.

4.3 Επεξεργασία στοιχείων

4.3.1 Κωδικοποίηση δεδομένων

Αμέσως μετά την ολοκλήρωση της συλλογής των ερωτηματολογίων ξεκίνησε η προετοιμασία για την στατιστική τους επεξεργασία. Σε πρώτο στάδιο όλες οι απαντήσεις κωδικοποιήθηκαν και συγκεντρώθηκαν χρησιμοποιώντας το λογισμικό **Microsoft Excel**. Γνωρίζοντας εκ των προτέρων ότι θα γίνει χρήση του προγράμματος **SPSS** για την στατιστική ανάλυση με διατεταγμένη και πολυωνυμική λογιστική παλινδρόμηση αντίστοιχα δημιουργήθηκαν δύο αρχεία Excel.

Το **πρώτο αρχείο Excel** που χρησιμοποιήθηκε για την **διατεταγμένη λογιστική παλινδρόμηση** περιελάμβανε όλες τις απαντήσεις των ερωτηθέντων σε κάθε ερώτηση του ερωτηματολογίου. Αυτό σημαίνει ότι το αρχείο αποτελείται από 238 σειρές συν μία στην κορυφή με την αρίθμηση των ερωτήσεων και των σεναρίων,

όπως φαίνεται και στην Εικόνα 4.3. Αντιστοίχως, οι στήλες αποτελούνται από τον Αύξοντα Αριθμό (A/A), τις ερωτήσεις καθώς επίσης τα σενάρια στα οποία κλήθηκαν να απαντήσουν οι ερωτηθέντες.

J	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	A/A	Driver_exp_cat	Vehicle_type	hours_driven	Kilometers_driven	AccidentsAsDriver	AccidentsAsNon-Driver	RelativesANDFriendsAccidents	EverFeltCloseToAnAccident	InTownTransportationCauses	OutsideTownTransportationCauses	BelievedInjured	BelievedAnnualVictims	WorriedForAccidents
2	1	4	1	3	3	0	0	4	0	1	1	3	2	
3	2	1	1	1	1	1	1	1	0	2	5	4	3	
4	3	1	1	3	3	0	0	4	0	3	2	1	2	
5	4	1	1	1	1	0	0	1	0	2	5	4	3	
6	5	3	1	3	3	0	0	1	0	3	2	4	3	
7	6	2	1	2	2	0	0	2	0	1	4	3	1	
8	7	2	4	2	3	0	0	2	0	1	2	3	1	
9	8	4	1	3	4	0	2	4	0	4	1	3	2	
10	9	2	1	2	2	0	0	2	0	3	2	2	2	
11	10	1	1	1	1	0	2	4	0	3	2	5	3	
12	11	1	1	2	2	0	0	1	0	3	2	2	2	
13	12	1	1	4	3	1	0	0	0	3	2	3	3	
14	13	1	1	1	1	0	2	4	0	2	3	4	3	
15	14	1	1	1	1	0	1	3	0	2	5	3	3	
16	15	2	1	1	1	2	0	4	0	1	2	1	2	
17	16	4	1	3	2	0	0	0	0	2	4	1	2	
18	17	1	1	2	2	0	0	1	0	3	2	4	1	
19	18	4	1	2	4	1	0	4	0	1	2	3	3	
20	19	3	1	2	2	0	0	4	0	4	2	2	2	
21	20	4	1	4	4	1	0	1	0	1	2	4	2	
22	21	4	1	4	4	1	0	3	0	1	2	3	2	
23	22	4	1	3	4	0	0	2	1	1	2	1	3	
24	23	3	1	3	4	0	0	2	0	1	5	3	2	
25	24	3	1	2	2	0	0	2	0	2	2	1	2	
26	25	4	1	1	1	0	1	1	1	1	2	1	2	
27	26	3	1	3	3	0	0	2	0	1	2	4	3	
28	27	4	4	3	3	1	0	2	0	1	2	2	3	
29	28	3	1	3	4	0	1	2	0	1	2	3	2	
30	29	4	1	2	3	0	2	1	0	1	2	2	1	
31	30	4	1	3	3	0	0	0	0	1	2	2	5	
32	31	1	1	1	1	0	1	1	1	3	2	1	2	
33	32	2	1	3	4	0	0	0	0	1	2	2	1	
34	33	1	1	1	1	0	0	0	0	3	2	5	3	
35	34	1	1	2	2	0	1	4	0	2	2	4	3	
36	35	1	1	2	3	0	0	0	0	2	2	3	3	
37	36	4	1	3	4	0	0	2	0	4	1	3	2	
38	37	1	1	1	1	0	0	1	0	1	2	2	2	

2

Εικόνα 4.3: Μέρος του αρχείου Excel που χρησιμοποιήθηκε στο πρόγραμμα SPSS για την διατεταγμένη λογιστική παλινδρόμηση.

Το δεύτερο αρχείο Excel που χρησιμοποιήθηκε για την πολυωνυμική λογιστική παλινδρόμηση παρουσιάζει μεγαλύτερο ενδιαφέρον λόγω της ιδιομορφίας του. Το εν λόγω αρχείο περιλαμβάνει 7140 σειρές συν μια στην κορυφή με την ερωτήσεις του ερωτηματολογίου. Σε κάθε ερωτώμενο αντιστοιχούν 30 σειρές οι οποίες προκύπτουν ως εξής: Σε κάθε σενάριο ο εκάστοτε οδηγός έχει 3 επιλογές και στο σύνολο τους υπάρχουν 10 σενάρια. Συνεπώς, κάθε γραμμή αντιστοιχεί σε “σενاريو-επιλογές”. Σε κάθε τριάδα σειρών υπάρχει μια φορά η ένδειξη TRUE και αντίστοιχα στις υπόλοιπες δυο αναγράφεται η ένδειξη FALSE. Σε περίπτωση που ο οδηγός επέλεξε την επιλογή ‘Καμία Μεταβολή’ (0% μεταβολή της πιθανότητας) η ένδειξη TRUE καταγράφεται 1^η και στη συνέχεια δυο φορές η ένδειξη FALSE. Αντίστοιχα, εάν επέλεξε 20% μεταβολή πιθανότητας τότε η ένδειξη TRUE καταγράφεται 2^η (1^η και 3^η FALSE) ενώ εάν επέλεγε 50% μείωση της πιθανότητας ατυχήματος τότε η ένδειξη TRUE καταγράφεται 3^η (1^η και 2^η ένδειξη FALSE).

Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι σε κάποιες μεταβλητές κρίθηκε αναγκαίο να συμπτυχθούν μερικές τιμές λόγω της χαμηλής συχνότητας τους. Για παράδειγμα, στην ερώτηση «Τι όχημα οδηγείτε συνήθως ; (Μπορείτε να επιλέξετε περισσότερες απο μία επιλογές)» η απάντηση «Φορτηγό-Λεωφορείο» εμφανίστηκε μονάχα μία φορά στο δείγμα και κατά συνέπεια συμπτύχθηκε με άλλες επιλογές. Ως εκ τούτου, η κωδικοποίηση στις αναλύσεις της διατεταγμένης λογιστικής παλινδρόμησης και

της πολυωνυμικής παλινδρόμησης διαφέρει σε μερικές μεταβλητές (π.χ στην μεταβλητή VehicleType).

	id	choice	Driver_ex	VehicleTy	HoursDriv	Kilometer	Accidents	Accidents	Relatives	EverFeltC	InTownTr	OutsideTc	BelievedI	BelievedA	WorriedFi	PistevmeI	PistevmeI	PistevmeI	Euros20T	Euros
1.0	1	FALSE	4	2	3	3	0	0	4	0	1	1	3	2	2	5	1	1	3	
1.1	1	FALSE	4	2	3	3	0	0	4	0	1	1	3	2	2	5	1	1	3	
1.2	1	TRUE	4	2	3	3	0	0	4	0	1	1	3	2	2	5	1	1	3	
2.0	1	FALSE	4	2	3	3	0	0	4	0	1	1	3	2	2	5	1	1	3	
2.1	1	TRUE	4	2	3	3	0	0	4	0	1	1	3	2	2	5	1	1	3	
2.2	1	FALSE	4	2	3	3	0	0	4	0	1	1	3	2	2	5	1	1	3	
3.0	1	FALSE	4	2	3	3	0	0	4	0	1	1	3	2	2	5	1	1	3	
3.1	1	FALSE	4	2	3	3	0	0	4	0	1	1	3	2	2	5	1	1	3	
3.2	1	TRUE	4	2	3	3	0	0	4	0	1	1	3	2	2	5	1	1	3	
4.0	1	FALSE	4	2	3	3	0	0	4	0	1	1	3	2	2	5	1	1	3	
4.1	1	FALSE	4	2	3	3	0	0	4	0	1	1	3	2	2	5	1	1	3	
4.2	1	TRUE	4	2	3	3	0	0	4	0	1	1	3	2	2	5	1	1	3	
5.0	1	FALSE	4	2	3	3	0	0	4	0	1	1	3	2	2	5	1	1	3	
5.1	1	TRUE	4	2	3	3	0	0	4	0	1	1	3	2	2	5	1	1	3	
5.2	1	FALSE	4	2	3	3	0	0	4	0	1	1	3	2	2	5	1	1	3	
6.0	1	FALSE	4	2	3	3	0	0	4	0	1	1	3	2	2	5	1	1	3	
6.1	1	TRUE	4	2	3	3	0	0	4	0	1	1	3	2	2	5	1	1	3	
6.2	1	FALSE	4	2	3	3	0	0	4	0	1	1	3	2	2	5	1	1	3	
7.0	1	FALSE	4	2	3	3	0	0	4	0	1	1	3	2	2	5	1	1	3	
7.1	1	FALSE	4	2	3	3	0	0	4	0	1	1	3	2	2	5	1	1	3	
7.2	1	TRUE	4	2	3	3	0	0	4	0	1	1	3	2	2	5	1	1	3	
8.0	1	FALSE	4	2	3	3	0	0	4	0	1	1	3	2	2	5	1	1	3	
8.1	1	TRUE	4	2	3	3	0	0	4	0	1	1	3	2	2	5	1	1	3	
8.2	1	FALSE	4	2	3	3	0	0	4	0	1	1	3	2	2	5	1	1	3	
9.0	1	FALSE	4	2	3	3	0	0	4	0	1	1	3	2	2	5	1	1	3	

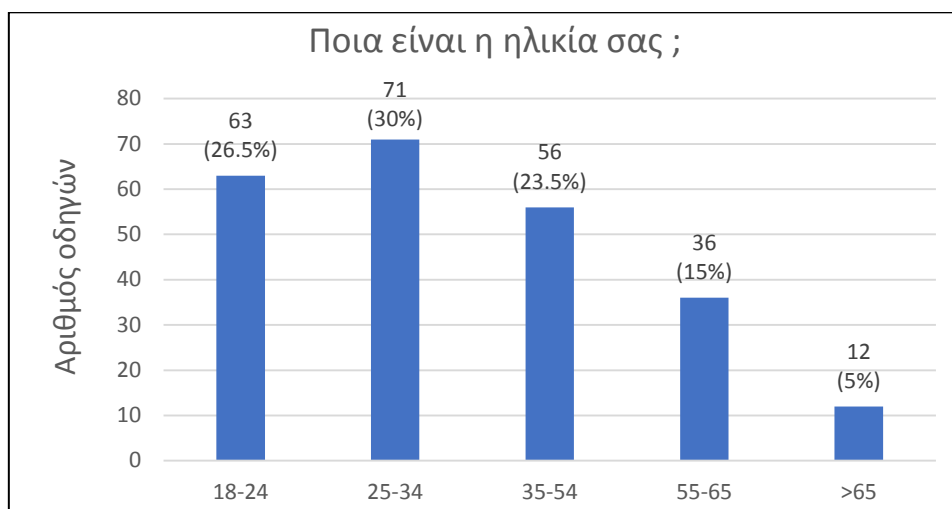
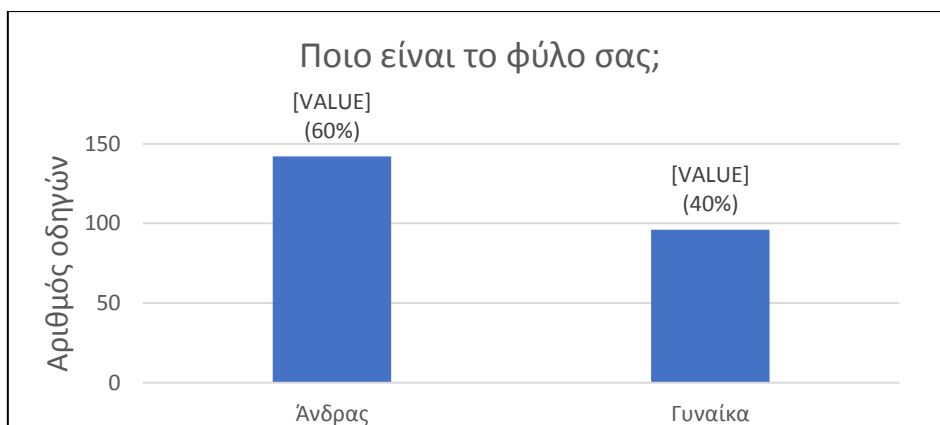
Εικόνα 4.4: Μέρος του αρχείου Excel που χρησιμοποιήθηκε στη ανάπτυξη του κώδικα σε γλώσσα R για την πολυωνυμική λογιστική παλινδρόμηση.

Μερικές αρχές που εφαρμόστηκαν συνολικά στην κωδικοποίηση των στοιχείων της παρούσας έρευνας είναι οι εξής:

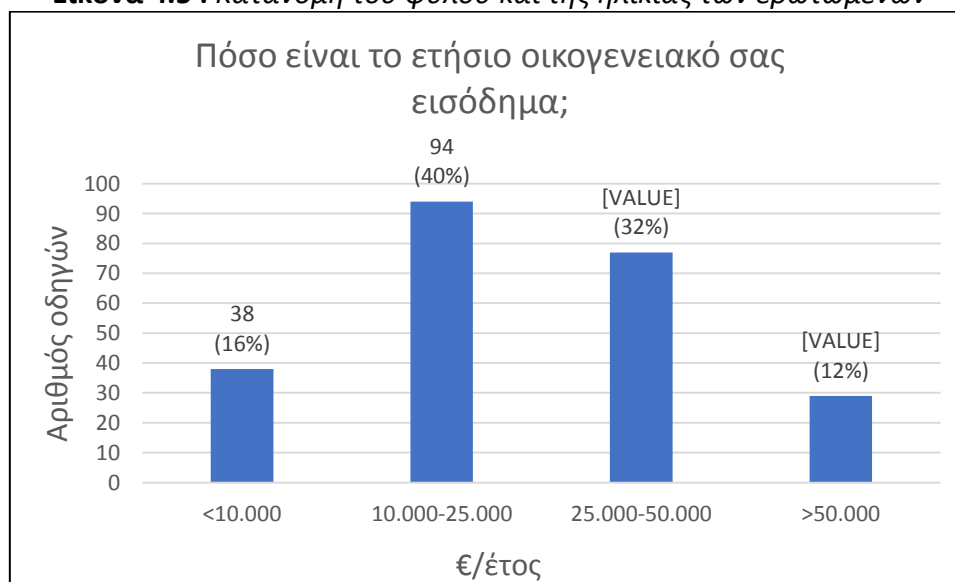
- Στις ερωτήσεις των οποίων οι απαντήσεις ήταν δύο, για παράδειγμα μεταξύ *Ναι* ή *Όχι*, κατά την κωδικοποίηση στο Excel η απάντηση με την μεγαλύτερη συχνότητα έπαιρνε την τιμή 0 και η εναλλακτική την τιμή 1.
- Για να διαβαστεί το παραπάνω αρχείο στο SPSS ήταν απαραίτητη η μετατροπή του μέσα από το Microsoft Excel σε αρχείο τύπου .csv.
- Με το πρόγραμμα SPSS πραγματοποιήθηκε έλεγχος συσχέτισης (correlation) των μεταβλητών μέσω της εντολής *Analyze -> Correlate -> Bivariate*, με κριτήριο η συσχέτιση να είναι μικρότερη του 0.4.

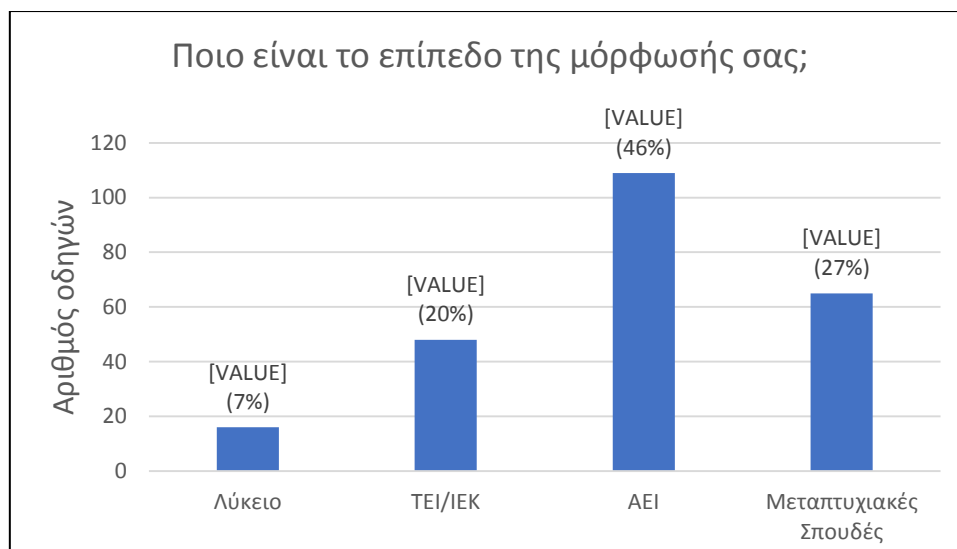
4.4 Συγκεντρωτικά στοιχεία

Σε αυτό το κεφάλαιο παρατίθενται συγκεντρωτικά τα **σημαντικότερα στατιστικά στοιχεία** με τη μορφή διαγραμμάτων σχετικά με την **ποσοστιαία κατανομή του δείγματος** της έρευνας.



Εικόνα 4.5 : Κατανομή του φύλου και της ηλικίας των ερωτώμενων





Εικόνα 4.6 : Κατανομή του ετήσιου οικογενειακού εισοδήματος και του επιπέδου μόρφωσης των ερωτώμενων

Από τα παραπάνω στοιχεία προκύπτει ότι το δείγμα ήταν στην πλειοψηφία του νέοι άνθρωποι έως 34 ετών με υψηλό μορφωτικό επίπεδο. Τέλος, σε ότι αφορά τη κατανομή των δύο φύλων, είναι σχεδόν ισόποση, και σχετικά με τα εισοδήματα των ερωτηθέντων αυτά κρίνονται αντιπροσωπευτικά του συνόλου του πληθυσμού της χώρας.

Περισσότερα στατιστικά στοιχεία των απαντήσεων της έρευνας παρατίθενται στο παράρτημα Β στο τέλος της παρούσας διπλωματικής.

Κεφάλαιο 5

Εφαρμογή μεθοδολογιών και αποτελέσματα

5.1 Εισαγωγή

5.2 Στατιστικό πρότυπο διατεταγμένης λογιστικής παλινδρόμησης

5.3 Στατιστικό πρότυπο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης

5.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται αναλυτικά οι **μεθοδολογίες** που χρησιμοποιήθηκαν στη Διπλωματική Εργασία, καθώς και τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την εφαρμογή τους.

Μετά την κωδικοποίηση των δεδομένων που αντλήθηκαν από τα ερωτηματολόγια και παρουσιάστηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο ακολουθεί η **στατιστική τους επεξεργασία** με την εφαρμογή των στατιστικών προτύπων πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης για το μέρος των σεναρίων και με τη μέθοδο της διατεταγμένης λογιστικής παλινδρόμησης για την ερώτηση που εκτιμά το κόστος της στατιστικής ζωής. Ταυτόχρονα, παρουσιάζονται και οι **στατιστικοί έλεγχοι** για την καλή προσαρμογή των στατιστικών προτύπων.

Τέλος, παρατίθενται τα **αποτελέσματα** που προκύπτουν από την εφαρμογή των μεθοδολογιών, η περιγραφή τους, και η ερμηνεία τους με βάση το γενικότερο πλαίσιο της έρευνας.

5.2 Στατιστικό πρότυπο διατεταγμένης λογιστικής παλινδρόμησης

5.2.1 Εισαγωγή Δεδομένων στο SPSS

Για την εισαγωγή δεδομένων στο SPSS χρησιμοποιήθηκε το **πρώτο αρχείο Excel**, στο οποίο έγινε αναφορά στο Κεφάλαιο 4.3.1, και η εντολή *File -> Open -> Data*. Στο παράθυρο που εμφανίζεται πρέπει να επιλεγθεί το *'Read variable names from the first row of data'*, ώστε η πρώτη σειρά του αρχείου να αντιπροσωπεύει τα ονόματα των μεταβλητών. Η τελική μορφή του αρχείου μετά την εισαγωγή του στο SPSS έχει τη μορφή της Εικόνας 5.1

	AA	@1Driver_exp_cat	@2Vehicle_type	@3Hours_driven	@4Kilometers_driven	@5AccidentsAsDriver	@6AccidentsAsNonDriver	@7RelativesANDFriendsAccidents	@8EverFeltCloseToAccident
1	1,00	4,00	2,00	3,00	3,00	,00	,00	4,00	,0
2	2,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	,0
3	3,00	1,00	2,00	3,00	3,00	,00	,00	4,00	,0
4	4,00	1,00	2,00	1,00	1,00	,00	,00	1,00	,0
5	5,00	3,00	2,00	3,00	3,00	,00	,00	1,00	,0
6	6,00	2,00	2,00	2,00	2,00	,00	,00	2,00	,0
7	7,00	2,00	3,00	2,00	3,00	,00	,00	2,00	,0
8	8,00	4,00	2,00	3,00	3,00	,00	2,00	4,00	,0
9	9,00	2,00	2,00	2,00	2,00	,00	,00	2,00	,0
10	10,00	1,00	2,00	1,00	1,00	,00	2,00	4,00	,0
11	11,00	1,00	2,00	2,00	2,00	,00	,00	1,00	,0
12	12,00	1,00	2,00	4,00	3,00	1,00	,00	,00	,0
13	13,00	1,00	2,00	1,00	1,00	,00	2,00	4,00	,0
14	14,00	1,00	2,00	1,00	1,00	,00	,00	3,00	,0
15	15,00	2,00	2,00	1,00	1,00	2,00	,00	4,00	,0
16	16,00	4,00	2,00	3,00	2,00	,00	,00	,00	,0
17	17,00	1,00	2,00	2,00	2,00	,00	,00	1,00	,0
18	18,00	4,00	2,00	2,00	4,00	1,00	,00	4,00	,0
19	19,00	3,00	2,00	2,00	2,00	,00	,00	4,00	,0
20	20,00	4,00	2,00	4,00	4,00	1,00	,00	1,00	,0
21	21,00	4,00	2,00	4,00	4,00	1,00	,00	3,00	,0

Εικόνα 5.1: Η τελική μορφή του αρχείου *Ordinal.Final.Dataset.sav*. στο SPSS.

Στη δεύτερη καρτέλα *Variable View*, η οποία φαίνεται στην Εικόνα 5.2, εμφανίζονται χρήσιμες πληροφορίες για όλες τις μεταβλητές του μοντέλου. Συγκεκριμένα, μεταξύ άλλων αναφέρεται το **είδος της μεταβλητής**, το εύρος των τιμών που αυτή λαμβάνει, και τυχόν τιμές που μπορεί να λείπουν.

1	AA	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Ordinal	Input
2	@1Driver_exp_cat	Numeric	8	2		{1,00, 0-4}...	None	12	Right	Ordinal	Input
3	@2Vehicle_type	Numeric	8	2		{1,00, Δίτρο...	None	11	Right	Nominal	Input
4	@3Hours_driven	Numeric	8	2		{1,00, <1}...	None	11	Right	Ordinal	Input
5	@4Kilometers_driven	Numeric	8	2		{1,00, <10}...	None	15	Right	Ordinal	Input
6	@5AccidentsAsDriver	Numeric	8	2		{0,00, 0}...	None	16	Right	Ordinal	Input
7	@6AccidentsAsNonDriver	Numeric	8	2		{0,00, 0}...	None	18	Right	Ordinal	Input
8	@7RelativesANDFriendsAccidents	Numeric	8	2		{0,00, 0}...	None	23	Right	Ordinal	Input
9	@8EverFeltCloseToAccident	Numeric	8	2		{0,00, NAI}...	None	17	Right	Nominal	Input
10	@9InTownTransportationCauses	Numeric	8	2		{1,00, Εργα...	None	8	Right	Nominal	Input
11	@10OutsideTownTransportationCauses	Numeric	8	2		{1,00, Εργα...	None	8	Right	Nominal	Input
12	@11BelievedInjured	Numeric	8	2		{1,00, 3000-...	None	8	Right	Ordinal	Input
13	@12BelievedAnnualVictims	Numeric	8	2		{1,00, 100-5-...	None	8	Right	Ordinal	Input
14	@13WorriedForAccident	Numeric	8	2		{1,00, NAI}...	None	8	Right	Ordinal	Input
15	@14PistevmeniPithanoAtixMeElafirTravm	Numeric	8	2		{1,00, 1-10 t...	None	8	Right	Ordinal	Input
16	@15PistevmeniPithanoAtixMeVariaTravm	Numeric	8	2		{1,00, 1-10 t...	None	16	Right	Ordinal	Input
17	@16PistevmeniPithanoAtixMeNEKROUS	Numeric	8	2		{1,00, 1-10 t...	None	8	Right	Ordinal	Input
18	@17Euros20TisEkatoforYouElafiraTRavm	Numeric	8	2		{1,00, <200...	None	8	Right	Ordinal	Input
19	@18Euros20TisEkatoforYouVARIATRavm	Numeric	8	2		{1,00, <200...	None	8	Right	Ordinal	Input
20	@19Euros20TisEkatoforYouNEKROUS	Numeric	8	2		{1,00, <200...	None	8	Right	Ordinal	Input
21	@20Euros50TisEkatoforYouElafiraTRavm	Numeric	8	2		{1,00, <200...	None	8	Right	Ordinal	Input
22	@21Euros50TisEkatoforYouVARIATRavm	Numeric	8	2		{1,00, <200...	None	8	Right	Ordinal	Input
23	@22Euros50TisEkatoforYouNEKROUS	Numeric	8	2		{1,00, <200...	None	23	Right	Ordinal	Input
24	@23Euros20TisEkatogiaSigeneisElafiraTRavm	Numeric	8	2		{1,00, <200...	None	8	Right	Ordinal	Input

Εικόνα 5.2: Η καρτέλα *Variable View* του SPSS.

Σημειώνεται πως έγινε μετατροπή και σύμπτυξη (σορτάρισμα) των απαντήσεων οι οποίες είχαν μικρή συχνότητα εμφανίσεως στο δείγμα, π.χ. τα είδη οχημάτων χωρίστηκαν σε ΙΧ, ΔΙΤΡΟΧΟ, ΑΛΛΟΣ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ. Αυτό κρίθηκε αναγκαίο για λόγους στατιστικής ανάλυσης και εγκυρότητας των αποτελεσμάτων.

Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας αλλαγής των μεταβλητών μπορεί να ξεκινήσει η ανάλυση με το στατιστικό πρότυπο της διατεταγμένης λογιστικής παλινδρόμησης.

5.2.2 Επεξεργασία Δεδομένων

Για τη διαδικασία της επεξεργασίας των δεδομένων χρησιμοποιείται η εντολή *Analyze ->Regression ->Ordinal*. Ως **εξαρτημένη μεταβλητή** έχει οριστεί η μεταβλητή 22, η οποία αντιπροσωπεύει την ερώτηση: «Ποιό είναι το μέγιστο ποσό (€/έτος) του οικογενειακού εισοδήματος σας που θα δίνατε κάθε χρόνο για να μειωθεί η πιθανότητα εμπλοκής ΣΑΣ κατά 50% σε οδικό ατύχημα με Νεκρούς;» Στο πεδίο Factor(s) εισάγονται οι **ανεξάρτητες μεταβλητές** του μοντέλου, οι οποίες τελικά επιλέγονται με βάση τη στατιστική τους σημαντικότητα.

	AA	@1Driver_exp_cat	@2Vehicle_type	@3Hours_driven	@4Kilometers_driven	@5AccidentsAsDriver	@6AccidentsAsNonDriver	@7RelativesANDFriendsAccidents	@8EverFeltCloseToAccident	
1	1,00	4,00	2,00	3,00	3,00	,00	,00		4,00	,0
2	2,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	,0
3	3,00	1,00	2,00					,00		4,00
4	4,00	1,00	2,00					,00	1,00	,0
5	5,00	3,00	2,00					,00	1,00	,0
6	6,00	2,00	2,00					,00	2,00	,0
7	7,00	2,00	3,00					,00	2,00	,0
8	8,00	4,00	2,00					2,00	4,00	,0
9	9,00	2,00	2,00					,00	2,00	,0
10	10,00	1,00	2,00					2,00	4,00	,0
11	11,00	1,00	2,00					,00	1,00	,0
12	12,00	1,00	2,00					,00	,00	,0
13	13,00	1,00	2,00					2,00	4,00	,0
14	14,00	1,00	2,00					,00	3,00	,0
15	15,00	2,00	2,00					,00	4,00	,0
16	16,00	4,00	2,00	3,00	2,00	,00	,00	,00	,00	,0
17	17,00	1,00	2,00	2,00	2,00	,00	,00	,00	1,00	,0
18	18,00	4,00	2,00	2,00	4,00	1,00	,00	,00	4,00	,0
19	19,00	3,00	2,00	2,00	2,00	,00	,00	,00	4,00	,0
20	20,00	4,00	2,00	4,00	4,00	1,00	,00	,00	1,00	,0
21	21,00	4,00	2,00	4,00	4,00	1,00	,00	,00	3,00	,0

Εικόνα 5.3: Το παράθυρο για το μοντέλο διατεταγμένης λογιστικής παλινδρόμησης στο SPSS.

Στο υπομενού *Options* επιλέγονται τα *Goodness of fit statistics*, *summary statistics* και τα υπόλοιπα μένουν ως έχουν. Η διαδικασία της ανάλυσης ξεκινά με το **OK**, τα αποτελέσματα της οποίας εμφανίζονται σε ένα νέο παράθυρο της μορφής της Εικόνας 5.4.

Στο πρώτο στάδιο εξετάζεται το μοντέλο χωρίς τις ανεξάρτητες μεταβλητές και στη συνέχεια εισέρχονται μία-μία με τη μέθοδο *Enter*. Στο SPSS περιλαμβάνονται όλες οι σχετικές πληροφορίες για τον στατιστικό έλεγχο του μοντέλου και των μεταβλητών με τη μορφή πινάκων.

	N	Marginal Percentage
@22Euros50TisEkatofor YouNEKROUS		
<200€	13	5,5%
200€-500€	31	13,0%
500€-1000€	60	25,2%
>1000€	134	56,3%
@46Oikogeneiakoeisodima		
<10000€	38	16,0%
10000€-25000€	94	39,5%
25000€-50000€	77	32,4%
>50000€	29	12,2%
@4Kilometers_driven		
<10	33	13,9%
10-40	56	23,5%
40-100	94	39,5%
>100	55	23,1%
@5AccidentsAsDriver		
0	166	69,7%
1	50	21,0%
Apo2KaiPanw	22	9,2%
Valid	238	100,0%
Missing	0	
Total	238	

Model	-2 Log Likelihood	Chi-Square	df	Sig.
Intercept Only	275,990			
Final	200,928	75,062	8	,000

Link function: Logit.

Εικόνα 5.4: Μορφή μέρους των αποτελεσμάτων της διατεταγμένης λογιστικής παλινδρόμησης στο SPSS.

Μετά από **πληθώρα δοκιμών με διάφορους συνδυασμούς μεταβλητών**, βρέθηκε το τελικό μοντέλο και η συνάρτηση χρησιμότητας για την πρόθεση των οδηγών να πληρώσουν προκειμένου να μειωθεί η πιθανότητα εμπλοκής τους σε θανατηφόρο ατύχημα, το οποίο παρουσιάζεται στην επόμενη ενότητα.

5.2.3 Συνάρτηση Χρησιμότητας

Για λόγους συντομίας και παρουσίασης των αποτελεσμάτων της συνάρτησης χρησιμότητας, οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν στην διατεταγμένη λογιστική παλινδρόμηση κωδικοποιήθηκαν ως εξής :

Euros50TisEkatoforYouNEKROUS1=E1
 Euros50TisEkatoforYouNEKROUS2=E2
 Euros50TisEkatoforYouNEKROUS3=E3
 AccidentsAsDriver0=AAD0
 AccidentsAsDriver1=AAD1
 OikogeneiakoEisodima1=OE1
 OikogeneiakoEisodima3=OE3
 Kilometers_driven1=KD1
 Kilometers_driven2=KD2
 Kilometers_driven3=KD3

Η διατεταγμένη λογιστική παλινδρόμηση που πραγματοποιήθηκε με το SPSS παρήγαγε τις παρακάτω **συναρτήσεις χρησιμότητας**:

$$U_{1-2} = -5,308 - 2,499 * AAD0 - 2,086 * AAD1 - 1,566 * OE1 - 1,433 * OE3 + 0,988 * KD1 + 0,901 * KD2 + 1,185 * KD3$$

$$U_{2-3} = -3,776 - 2,499 * AAD0 - 2,086 * AAD1 - 1,566 * OE1 - 1,433 * OE3 + 0,988 * KD1 + 0,901 * KD2 + 1,185 * KD3$$

$$U_{3-4} = -2,180 - 2,499 * AAD0 - 2,086 * AAD1 - 1,566 * OE1 - 1,433 * OE3 + 0,988 * KD1 + 0,901 * KD2 + 1,185 * KD3$$

Πρόκειται ουσιαστικά για 3 διαφορετικές συναρτήσεις χρησιμότητας με μοναδική διαφορά μεταξύ τους τον σταθερό όρο, που βρίσκεται στην αρχή του δεύτερου σκέλους τις εξίσωσης.

Οι μεταβλητές που περιέχονται στην παραπάνω σχέση είναι:

- Ο σταθερός όρος της συνάρτησης που παίρνει τις τιμές -5,308, -3,776, -2,180 αντίστοιχα.
- AAD0, AAD1 οι απαντήσεις **0** και **1** στην ερώτηση «Σε πόσα ατυχήματα με παθόντες έχετε εμπλακεί ως οδηγός;»
- OE1, OE3 οι απαντήσεις Έως **10.000€** και **25.000-50.000€** στην ερώτηση «Πόσο είναι το ετήσιο οικογενειακό σας εισόδημα;»
- KM1, KM2, KM3 οι απαντήσεις **<10**, **10-40** και **40-100** στην ερώτηση «Πόσα χιλιόμετρα κατά μέσο όρο κάνετε εβδομαδιαίως με το όχημα σας;»

5.2.4 Στατιστικός Έλεγχος Μοντέλου

Ο στατιστικός έλεγχος των μεταβλητών πραγματοποιείται εύκολα μέσω του SPSS σε πίνακες. Τα δεδομένα αυτά έχουν συγκεντρωθεί στην Εικόνα 5.5 συγκεντρωτικά για τη συνάρτηση που αναπτύχθηκε παραπάνω.

Parameter Estimates								
		Estimate	Std. Error	Wald	df	Sig.	95% Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
Threshold	[@22Euros50TisEkatofor YouNEKROUS = 1,00]	-5,308	,838	40,152	1	,000	-6,950	-3,666
	[@22Euros50TisEkatofor YouNEKROUS = 2,00]	-3,776	,794	22,599	1	,000	-5,333	-2,219
	[@22Euros50TisEkatofor YouNEKROUS = 3,00]	-2,180	,766	8,094	1	,004	-3,682	-,678
Location	[@46OikogeneiakoEisodi ma=1,00]	-1,566	,522	9,013	1	,003	-2,588	-,544
	[@46OikogeneiakoEisodi ma=2,00]	,772	,487	2,509	1	,113	-,183	1,728
	[@46OikogeneiakoEisodi ma=3,00]	-1,433	,466	9,434	1	,002	-2,347	-,518
	[@46OikogeneiakoEisodi ma=4,00]	0 ^a	.	.	0	.	.	.
	[@4Kilometers_driven=1, 00]	,988	,457	4,669	1	,031	,092	1,884
	[@4Kilometers_driven=2, 00]	,901	,400	5,067	1	,024	,116	1,685
	[@4Kilometers_driven=3, 00]	1,185	,367	10,424	1	,001	,466	1,904
	[@4Kilometers_driven=4, 00]	0 ^a	.	.	0	.	.	.
	[@5AccidentsAsDriver=, 00]	-2,499	,696	12,902	1	,000	-3,863	-1,136
	[@5AccidentsAsDriver=1, 00]	-2,086	,733	8,103	1	,004	-3,523	-,650
	[@5AccidentsAsDriver=2, 00]	0 ^a	.	.	0	.	.	.

Link function: Logit.

a. This parameter is set to zero because it is redundant.

Εικόνα 5.5: Στατιστικός έλεγχος μεταβλητών με το SPSS.

Αναλυτικότερα:

- *Estimate*, η αριθμητική τιμή των συντελεστών των μεταβλητών.
- *Sig* (Significance), η σημαντικότητα της κάθε μεταβλητής στο μοντέλο. Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία υιοθετήθηκε επίπεδο σημαντικότητας 95 τις εκατό. Ως εκ τούτου, οποιαδήποτε τιμή του *Sig* μικρότερη του 0.05 γίνεται αποδεκτή για το μοντέλο.

Όσον αφορά στον **έλεγχο συσχέτισης των μεταβλητών**, όπως αναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο 4.3.1, ο έλεγχος πραγματοποιήθηκε στο πρόγραμμα SPSS προκειμένου να αποφευχθούν φαινόμενα συγγραμμικότητας των ανεξάρτητων μεταβλητών.

Το μοντέλο που αναπτύχθηκε στο SPSS διαθέτει **συντελεστή PseudoR-Square=0.305**(διορθωμένος κατά Nagelkerke), ο οποίος είναι κατά πολύ μεγαλύτερος από το 0.2 και, συνεπώς, γίνεται αποδεκτός.

Pseudo R-Square	
Cox and Snell	,270
Nagelkerke	,305
McFadden	,144

Link function: Logit.

Εικόνα 5.6: Τιμές συντελεστή *Pseudo R-Square*

Τέλος στην επιλογή του μοντέλου λήφθηκε υπόψη το κριτήριο της μεγίστης πιθανοφάνειας. Στην προκειμένη περίπτωση το εν λόγω κριτήριο ικανοποιείται διότι το επιλεγθέν μοντέλο έχει μικρότερο -2 LogLikelihood από το μηδενικό μοντέλο. Τα παραπάνω παρουσιάζονται στον κάτωθι πίνακα.

Model Fitting Information				
Model	-2 Log Likelihood	Chi-Square	df	Sig.
Intercept Only	275,990			
Final	200,928	75,062	8	,000

Link function: Logit.

Εικόνα 5.7: Τιμές για το κριτήριο της μεγίστης πιθανοφάνειας

5.2.5 Αποτελέσματα

Σε αυτό το υποκεφάλαιο παρατίθεται η ερμηνεία των συναρτήσεων χρησιμότητας που παρουσιάστηκαν παραπάνω. Αρχικά, παρατίθεται ένας πίνακας με τον λόγο Odds Ratio για όλες τις ανεξάρτητες μεταβλητές. Ο λόγος αυτός των πιθανοτήτων κρίνεται απαραίτητος για την επεξήγηση της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη του μοντέλου.

	Estimate	Sig.	Odds Ratio
Threshold [Euros50TisEkatoforYouNEKROUS = 1,00]	-5,308	,000	
[Euros50TisEkatoforYouNEKROUS = 2,00]	-3,776	,000	
[Euros50TisEkatoforYouNEKROUS = 3,00]	-2,180	,004	
Location [AccidentsAsDriver=,00]	-2,499	,000	0,08
[AccidentsAsDriver=1,00]	-2,086	,004	0.12
[AccidentsAsDriver=2,00]	0 ^a	.	
[OikogeneiakoEisodima=1,00]	-1,566	,003	0.21
[OikogeneiakoEisodima=2,00]	,772	,113	
[OikogeneiakoEisodima=3,00]	-1,433	,002	0.24
[OikogeneiakoEisodima=4,00]	0 ^a	.	
[Kilometers_driven=1,00]	,988	,031	2.69
[Kilometers_driven=2,00]	,901	,024	2.46
[Kilometers_driven=3,00]	1,185	,001	3.27
[Kilometers_driven=4,00]	0 ^a	.	

Πίνακας 5.8: Τιμές λόγου Odds Ratio για τις ανεξάρτητες μεταβλητές

$$U_{1-2} = -5,308 - 2,499 * AAD0 - 2,086 * AAD1 - 1,566 * OE1 - 1,433 * OE3 + 0,988 * KD1 + 0,901 * KD2 + 1,185 * KD3$$

Από την συνάρτηση **U1-2 συμπεραίνει** κανείς με τη βοήθεια και των Odds Ratio του Πίνακα 5.8 τα εξής:

- Εκείνοι που δεν έχουν εμπλακεί ως οδηγοί σε ατύχημα με παθόντες, έχουν 0.08 φορές την πιθανότητα (ή ισοδύναμα 92% μειωμένη πιθανότητα) να πληρώσουν **200-500€** αντί **<200€** στην ερώτηση “Ποιό είναι το μέγιστο ποσό (€/έτος) του οικογενειακού εισοδήματός σας που θα δίνετε κάθε χρόνο για να μειωθεί η πιθανότητα εμπλοκής ΣΑΣ κατά 50% σε οδικό ατύχημα με Νεκρούς;” σε σχέση με εκείνους οι οποίοι έχουν εμπλακεί ως οδηγοί σε >1 ατυχήματα με παθόντες.
- Εκείνοι που έχουν εμπλακεί ως οδηγοί σε ένα ατύχημα με παθόντες, έχουν 0.12 φορές την πιθανότητα (ή ισοδύναμα 88% μειωμένη πιθανότητα) να πληρώσουν **200-500€** αντί **<200€** στην ερώτηση “Ποιό είναι το μέγιστο ποσό (€/έτος) του οικογενειακού εισοδήματός σας που θα δίνετε κάθε χρόνο για να μειωθεί η πιθανότητα εμπλοκής ΣΑΣ κατά 50% σε οδικό ατύχημα με Νεκρούς;” σε σχέση με εκείνους οι οποίοι έχουν εμπλακεί ως οδηγοί σε >1 ατυχήματα με παθόντες.

- Εκείνοι που έχουν εισόδημα <10000€, έχουν 0.21 φορές την πιθανότητα (ή ισοδύναμα 79% μειωμένη πιθανότητα) να πληρώσουν **200-500€** αντί **<200€** στην ερώτηση “Ποιό είναι το μέγιστο ποσό (€/έτος) του οικογενειακού εισοδήματος σας που θα δίνετε κάθε χρόνο για να μειωθεί η πιθανότητα εμπλοκής ΣΑΣ κατά 50% σε οδικό ατύχημα με Νεκρούς;” σε σχέση με εκείνους οι οποίοι έχουν εισόδημα >50000€.
- Εκείνοι που έχουν εισόδημα 25000-50000€, έχουν 0.24 φορές την πιθανότητα (ή ισοδύναμα 76% μειωμένη πιθανότητα) να πληρώσουν **200-500€** αντί **<200€** στην ερώτηση “Ποιό είναι το μέγιστο ποσό (€/έτος) του οικογενειακού εισοδήματος σας που θα δίνετε κάθε χρόνο για να μειωθεί η πιθανότητα εμπλοκής ΣΑΣ κατά 50% σε οδικό ατύχημα με Νεκρούς;” σε σχέση με εκείνους οι οποίοι έχουν εισόδημα >50000€.
- Εκείνοι που οδηγούν εβδομαδιαίως <10 χιλιόμετρα, έχουν 2.7 φορές μεγαλύτερη πιθανότητα να πληρώσουν **200-500€** αντί **<200€** στην ερώτηση “Ποιό είναι το μέγιστο ποσό (€/έτος) του οικογενειακού εισοδήματος σας που θα δίνετε κάθε χρόνο για να μειωθεί η πιθανότητα εμπλοκής ΣΑΣ κατά 50% σε οδικό ατύχημα με Νεκρούς;” σε σχέση με εκείνους οι οποίοι οδηγούν περισσότερα από 100 χιλιόμετρα εβδομαδιαίως.
- Εκείνοι που οδηγούν εβδομαδιαίως 10-40 χιλιόμετρα, έχουν 2.5 φορές μεγαλύτερη πιθανότητα να πληρώσουν **200-500€** αντί **<200€** στην ερώτηση “Ποιό είναι το μέγιστο ποσό (€/έτος) του οικογενειακού εισοδήματος σας που θα δίνετε κάθε χρόνο για να μειωθεί η πιθανότητα εμπλοκής ΣΑΣ κατά 50% σε οδικό ατύχημα με Νεκρούς;” σε σχέση με εκείνους οι οποίοι οδηγούν περισσότερα από 100 χιλιόμετρα εβδομαδιαίως.
- Εκείνοι που οδηγούν εβδομαδιαίως 40-100 χιλιόμετρα, έχουν 3.3 φορές μεγαλύτερη πιθανότητα να πληρώσουν **200-500€** αντί **<200€** στην ερώτηση “Ποιό είναι το μέγιστο ποσό (€/έτος) του οικογενειακού εισοδήματος σας που θα δίνετε κάθε χρόνο για να μειωθεί η πιθανότητα εμπλοκής ΣΑΣ κατά 50% σε οδικό ατύχημα με Νεκρούς;” σε σχέση με εκείνους οι οποίοι οδηγούν περισσότερα από 100 χιλιόμετρα εβδομαδιαίως.

Τα παραπάνω συμπεράσματα ισχύουν και για τις συναρτήσεις χρησιμότητας U₂₋₃, U₃₋₄ με μοναδική διαφορά ότι πρόκειται για τη σύγκριση μεταξύ των επιλογών-διαστημάτων 200-500€ και 500-1000€ (για την συνάρτηση U₂₋₃) και 500-1000€ και >1000€ (για την συνάρτηση U₂₋₃). Οι διαφορές μεταξύ των κατηγοριών των μεταβλητών ερμηνεύονται με τον ίδιο ακριβώς τρόπο, διότι οι συντελεστές της διατεταγμένης λογιστικής παλινδρόμησης είναι κοινοί μεταξύ των κατηγοριών της εξαρτημένης μεταβλητής.

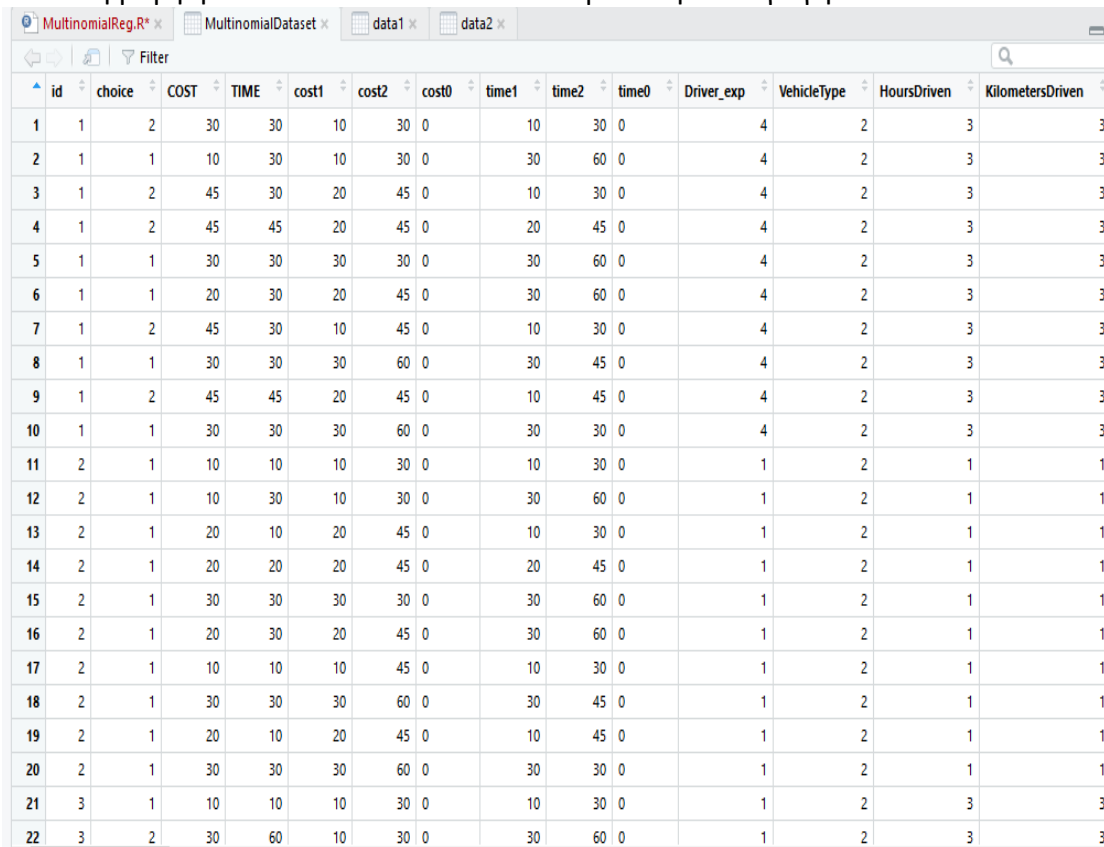
5.3 Στατιστικό πρότυπο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης

Με το πρότυπο αυτό, όπως έχει αναφερθεί και προηγουμένως, πραγματοποιείται η στατιστική ανάλυση των **σεναρίων** του ερωτηματολογίου. Για την ανάλυση αυτή χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα R-Studio (3.3.2) σε λειτουργικό περιβάλλον Microsoft Windows 10.

5.3.1 Εισαγωγή Δεδομένων Στο R-Studio

Σε πρώτο στάδιο εισάγουμε μέσω της εντολής *Tools -> Import Dataset -> From Local File...* το αρχείο .csv που περιέχει κωδικοποιημένα τα στοιχεία του ερωτηματολογίου. Στο παράθυρο που εμφανίζεται πρέπει να επιλεχθεί η επιλογή *Yes* στο *Heading*, ώστε η πρώτη σειρά του αρχείου να ερμηνευτεί ως η ονομασία των μεταβλητών. Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία το αρχείο .csv είχε το όνομα *MultinomialDataset.csv*.

Η τελική μορφή του *MultinomialDataset.csv* μετά την εισαγωγή του στο R-Studio:



id	choice	COST	TIME	cost1	cost2	cost0	time1	time2	time0	Driver_exp	VehicleType	HoursDriven	KilometersDriven
1	1	2	30	30	10	30	0	10	30	0	4	2	3
2	1	1	10	30	10	30	0	30	60	0	4	2	3
3	1	2	45	30	20	45	0	10	30	0	4	2	3
4	1	2	45	45	20	45	0	20	45	0	4	2	3
5	1	1	30	30	30	30	0	30	60	0	4	2	3
6	1	1	20	30	20	45	0	30	60	0	4	2	3
7	1	2	45	30	10	45	0	10	30	0	4	2	3
8	1	1	30	30	30	60	0	30	45	0	4	2	3
9	1	2	45	45	20	45	0	10	45	0	4	2	3
10	1	1	30	30	30	60	0	30	30	0	4	2	3
11	2	1	10	10	10	30	0	10	30	0	1	2	1
12	2	1	10	30	10	30	0	30	60	0	1	2	1
13	2	1	20	10	20	45	0	10	30	0	1	2	1
14	2	1	20	20	20	45	0	20	45	0	1	2	1
15	2	1	30	30	30	30	0	30	60	0	1	2	1
16	2	1	20	30	20	45	0	30	60	0	1	2	1
17	2	1	10	10	10	45	0	10	30	0	1	2	1
18	2	1	30	30	30	60	0	30	45	0	1	2	1
19	2	1	20	10	20	45	0	10	45	0	1	2	1
20	2	1	30	30	30	60	0	30	30	0	1	2	1
21	3	1	10	10	10	30	0	10	30	0	1	2	3
22	3	2	30	60	10	30	0	30	60	0	1	2	3

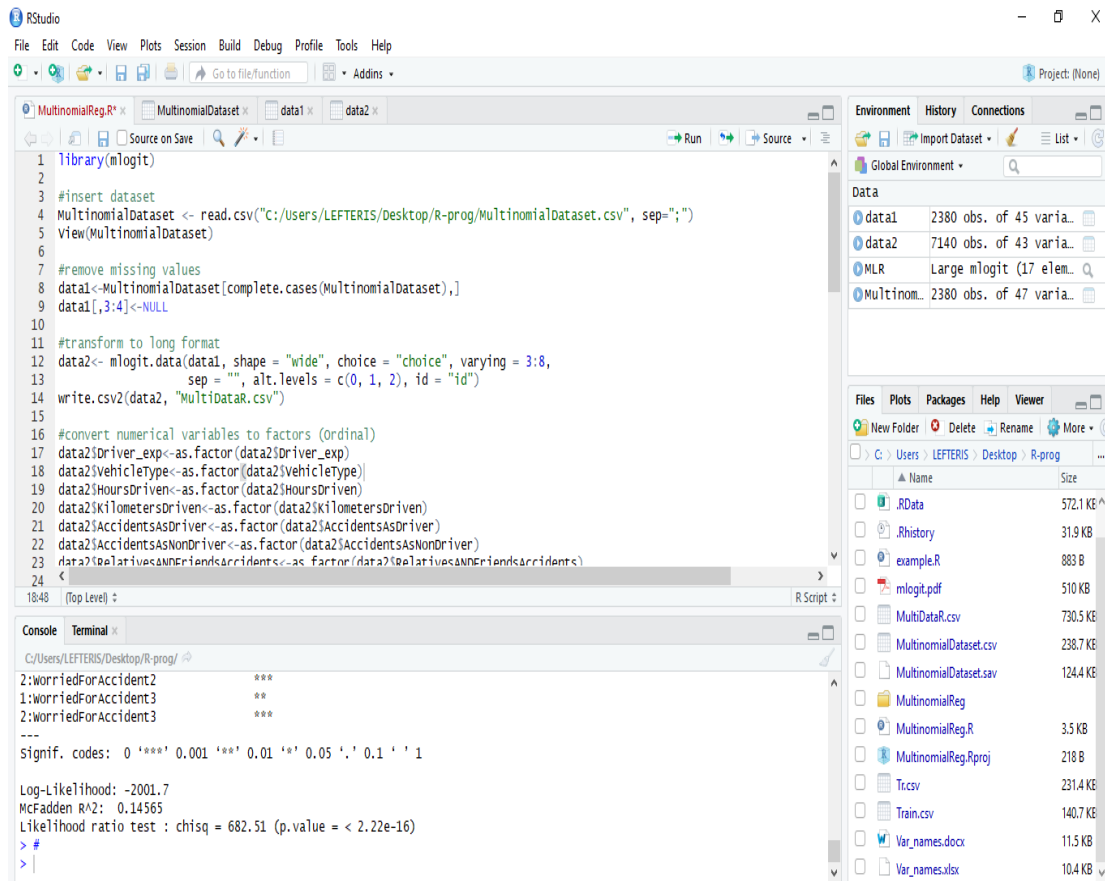
Εικόνα 5.9: Η τελική μορφή του *MultinomialDataset.csv* στο R-Studio.

Αναλυτικότερα, στο αρχείο *data* περιλαμβάνονται οι παρακάτω μεταβλητές και αντίστοιχες τιμές:

- **id**, ο αύξων αριθμός των σεναρίων ανά ερωτηθέντα ανά δεκάδες, αφού δέκα ήταν τα σενάρια στα οποία κλήθηκαν να επιλέξουν μία εκ των τριών εναλλακτικών
- **choice**, η επιλογή μίας εκ των τριών εναλλακτικών στα σενάρια, με 0=καμία μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα, 1=μείωση 20% στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα, και 2=μείωση 50% στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα
- **COST**, η επιλεχθείσα μεταβολή του κόστους
- **TIME**, η επιλεχθείσα μεταβολή του χρόνου
- **cost0, cost1, cost2**, η τιμή της μεταβολής του κόστους για 1) καμία μεταβολή στη πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα, 2) για μείωση 20% στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα, 3) για μείωση 50% στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα
- **time0, time1, time2**, η τιμή της μεταβολής του χρόνου για 1) καμία μεταβολή στη πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα, 2) για μείωση 20% στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα, 3) για μείωση 50% στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα.
- **Driver_exp, VehicleType...**, οι απαντήσεις των ερωτήσεων σύμφωνα με το ερωτηματολόγιο του Παραρτήματος Α

Στη συνέχεια δημιουργείται το script μέσω της εντολής *File -> New File -> R Script*, στο οποίο και θα δοθούν οι **εντολές** για την επεξεργασία των στοιχείων και την ανάπτυξη του στατιστικού μοντέλου.

Η τελική μορφή του μοντέλου στο R-Studio έχει την μορφή της Εικόνας 5.10 που φαίνεται στην επόμενη σελίδα.



Εικόνα 5.10: Η τελική μορφή του μοντέλου στο R-Studio.

5.3.2 Ο Κώδικας

Στο πάνω αριστερά μέρος της Εικόνας 5.10 απεικονίζεται ο **κώδικας** που χρησιμοποιήθηκε για την εφαρμογή της πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης, ενώ ακριβώς από κάτω στο παράθυρο *Console* απεικονίζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης. Ολόκληρος ο κώδικας που χρησιμοποιήθηκε παρατίθεται στο **Παράρτημα Γ**. Παρακάτω, περιγράφονται τα βήματα που οδήγησαν στο τελικό μοντέλο.

Αρχικά, η πρώτη γραμμή περιλαμβάνει την εντολή *library(mlogit)*, με την οποία γίνεται **επίκληση του πακέτου mlogit**, το οποίο και επιτρέπει την εκτίμηση των πολυωνυμικών λογιστικών μοντέλων με individual specific ή/και alternative specific μεταβλητές.

Ακολούθως, πραγματοποιείται **μετασχηματισμός των δεδομένων** με την εντολή *data1<-MultinomialDataset[complete.cases(data),]*, σύμφωνα με την οποία δημιουργείται ένα νέο σετ δεδομένων data1, από το οποίο έχουν αφαιρεθεί οι τιμές των παρατηρήσεων που ήταν κενές στο αρχικό αρχείο *MultinomialDataset.csv*.

Η **σημαντικότερη εντολή** για την εφαρμογή της πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης είναι η *data2<- mlogit.data(data1, shape = "wide", choice = "choice", varying = 3:8, sep = "", alt.levels = c(0, 1, 2), id = "id")*, με την οποία το σετ δεδομένων data1 μετατρέπεται σε κατάλληλη μορφή σε ένα άλλο σετ data2, ώστε

να είναι αναγνωρίσιμο από το στατιστικό πρόγραμμα και έτσι, να συνεχιστεί η επεξεργασία του. Συγκεκριμένα:

- Με το *shape="wide"* μετατρέπεται το αρχικό σενάριο από μία σειρά για κάθε σενάριο (1 row per choice situation) σε μια σειρά ανά εναλλακτική επιλογή (1 row per alternative) που λαμβάνουν τον χαρακτηρισμό TRUE ή FALSE. Δηλαδή, από δέκα σειρές για κάθε ερωτηθέντα το *data2* περιλαμβάνει 30 σειρές (τρεις επιλογές επί δέκα σενάρια) για τον καθένα. Παράδειγμα αυτού φαίνεται στην Εικόνα 5.11.2.
- Με το *choice="choice"* ορίζεται η μεταβλητή (η *choice*) που αντιπροσωπεύει την επιλογή των ερωτηθέντων.
- Με το *varying= 3:8* ορίζεται ότι οι μεταβλητές από την τρίτη ως την όγδοη στήλη αντιπροσωπεύουν τις alternative specific μεταβλητές, δηλαδή το κόστος, και τον χρόνο για κάθε εναλλακτική επιλογή.
- Με το *alt.levels=c(0,1,2)* ορίζεται ο αριθμός των διαφορετικών κατηγοριών της εξαρτημένης μεταβλητής. Δηλαδή, οι τρεις εναλλακτικές επιλογές των σεναρίων: 0=καμία μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα, 1=μείωση 20% στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα, και 2=μείωση 50% στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα.
- Με το *id="id"* αναφέρεται η μεταβλητή που αντιπροσωπεύει τον κάθε ερωτηθέντα.

RStudio

File Edit Code View Plots Session Build Debug Profile Tools Help

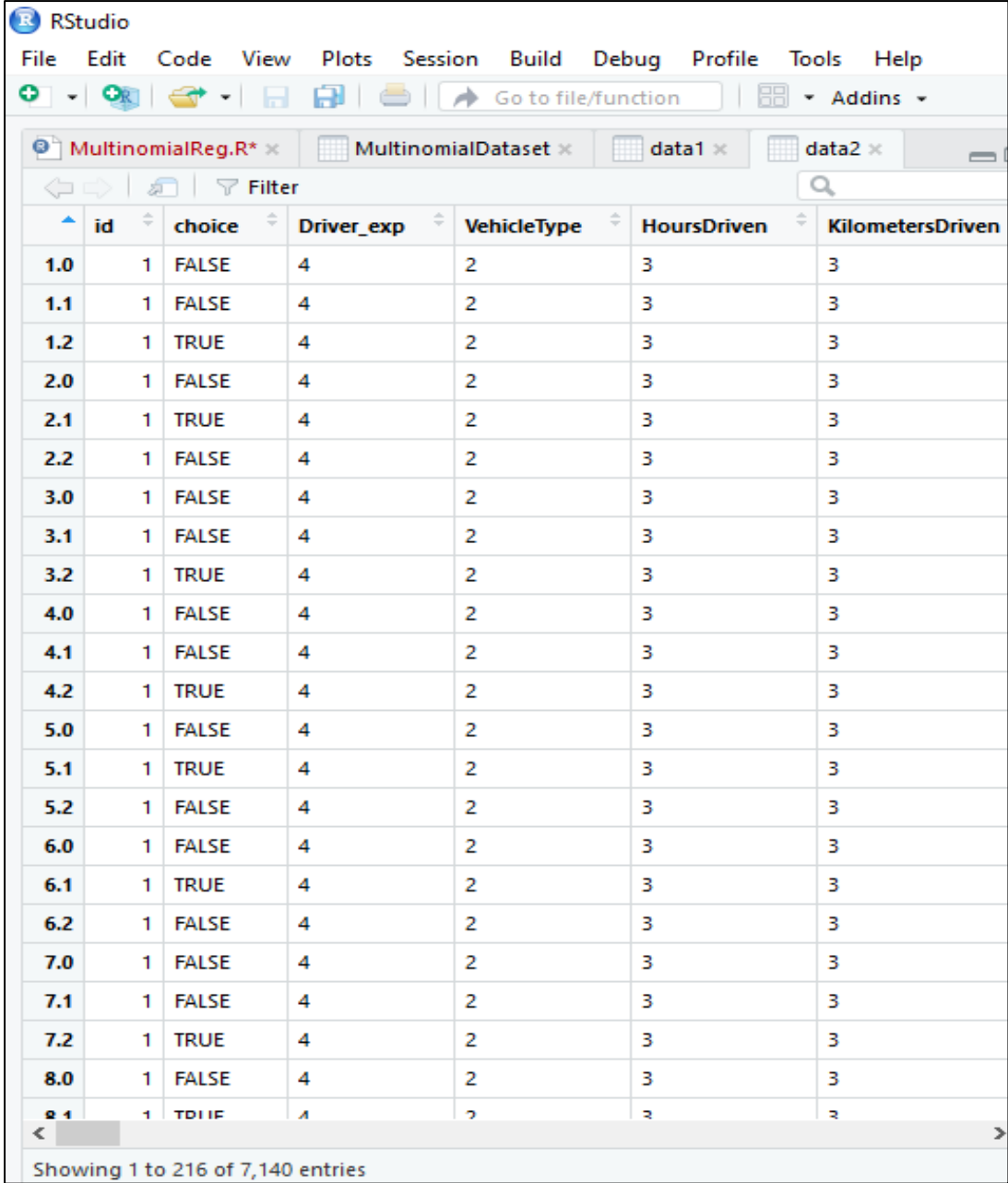
Go to file/function

MultinomialReg.R* x MultinomialDataset x data1 x data2 x >>

Filter

	id	choice	cost1	cost2	cost0	time1	time2	time0
1	1	2	10	30	0	10	30	0
2	1	1	10	30	0	30	60	0
3	1	2	20	45	0	10	30	0
4	1	2	20	45	0	20	45	0
5	1	1	30	30	0	30	60	0
6	1	1	20	45	0	30	60	0
7	1	2	10	45	0	10	30	0
8	1	1	30	60	0	30	45	0
9	1	2	20	45	0	10	45	0
10	1	1	30	60	0	30	30	0
11	2	1	10	30	0	10	30	0
12	2	1	10	30	0	30	60	0
13	2	1	20	45	0	10	30	0
14	2	1	20	45	0	20	45	0
15	2	1	30	30	0	30	60	0
16	2	1	20	45	0	30	60	0
17	2	1	10	45	0	10	30	0
18	2	1	30	60	0	30	45	0
19	2	1	20	45	0	10	45	0
20	2	1	30	60	0	30	30	0
21	3	1	10	30	0	10	30	0
22	3	2	10	30	0	30	60	0

Εικόνα 5.11.1: Σειρά δεδομένων data1



	id	choice	Driver_exp	VehicleType	HoursDriven	KilometersDriven
1.0	1	FALSE	4	2	3	3
1.1	1	FALSE	4	2	3	3
1.2	1	TRUE	4	2	3	3
2.0	1	FALSE	4	2	3	3
2.1	1	TRUE	4	2	3	3
2.2	1	FALSE	4	2	3	3
3.0	1	FALSE	4	2	3	3
3.1	1	FALSE	4	2	3	3
3.2	1	TRUE	4	2	3	3
4.0	1	FALSE	4	2	3	3
4.1	1	FALSE	4	2	3	3
4.2	1	TRUE	4	2	3	3
5.0	1	FALSE	4	2	3	3
5.1	1	TRUE	4	2	3	3
5.2	1	FALSE	4	2	3	3
6.0	1	FALSE	4	2	3	3
6.1	1	TRUE	4	2	3	3
6.2	1	FALSE	4	2	3	3
7.0	1	FALSE	4	2	3	3
7.1	1	FALSE	4	2	3	3
7.2	1	TRUE	4	2	3	3
8.0	1	FALSE	4	2	3	3
8.1	1	TRUE	4	2	3	3

Showing 1 to 216 of 7,140 entries

Εικόνα 5.11.2: Σετ δεδομένων data2

Στη συνέχεια ακολουθεί η γραμμή κώδικα **#convert numerical variables to factors (Ordinal)**, η οποία δεν αποτελεί εντολή εκτέλεσης. Οτιδήποτε ακολουθεί το σύμβολο # στην ίδια γραμμή αποτελεί **κομμάτι σχολιασμού** και δεν μεταφράζεται από το πρόγραμμα. Χρησιμεύει μονάχα στην παροχή πληροφοριών για τον χρήστη.

Στο επόμενο βήμα, **ανατίθεται για κάθε μεταβλητή το είδος της**. Δηλαδή, αν λαμβάνει διακριτή (as.factor) ή συνεχή (as.numeric) τιμή. Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία όλες οι μεταβλητές λαμβάνουν διακριτές τιμές, εκτός του χρόνου και του κόστους.

Τέλος, συντάσσεται με το πακέτο mlogit το **MLR (multinomial logistic regression)** με τον κώδικα ως εξής:

```
MLR<-mlogit(choice~1|time+cost+Driver_exp+Fulo+OikogeneiakoEisodima+
Euros20TisEkatoForYouElafraTRavm++WorriedForAccident,data2)
```

Συγκεκριμένα:

- Η εξαρτημένη μεταβλητή *choice* υπολογίζεται συναρτήσει των μεταβλητών του χρόνου και του κόστους, οι οποίες λαμβάνουν διάφορες τιμές ανάλογα την εναλλακτική επιλογή, και των ανεξάρτητων μεταβλητών *Driver_exp*, *Fulo*, *OikogeneiakoEisodima*, *Euros20TisEkatoForYouElafraTRavm*, *WorriedForAccident*, των οποίων οι τιμές παραμένουν σταθερές ανεξάρτητα της εναλλακτικής επιλογής. Ο συνδυασμός των παραμέτρων αυτών οριστικοποιήθηκε μετά από πολλές δοκιμές και κατέληξε να είναι ο εξής :

time, cost, ilikia, Fulo, PistevmeniPithanoAtixMeElafTravm, VehicleType, InTownTransportationCauses, AccidentsAsDriver, WorriedForAccident, HoursDriven, Euros50TisEkatoqiaSigeneisVariaTRavm.

5.3.3 Συναρτήσεις Χρησιμότητας

Για λόγους συντομίας και παρουσίασης των αποτελεσμάτων των συναρτήσεων χρησιμότητας, οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν στην πολυωνυμική παλινδρόμηση κωδικοποιήθηκαν ως εξής :

Ilikia2 = I2
Ilikia3 = I3
Ilikia4 = I4
Ilikia5 = I5
Fulo1 = F1
PistevmeniPithanoAtixMeElafTravm2 = P2
PistevmeniPithanoAtixMeElafTravm3 = P3
PistevmeniPithanoAtixMeElafTravm4 = P4
PistevmeniPithanoAtixMeElafTravm5 = P5
VehicleType2 = V2
VehicleType3 = V3
InTownTransportationCauses2 = ITTC2
InTownTransportationCauses3 = ITTC3
InTownTransportationCauses4 = ITTC4
InTownTransportationCauses5 = ITTC5
AccidentsAsDriver1 = AAD1
AccidentsAsDriver2 = AAD2
WorriedForAccident2 = WFA2
WorriedForAccident3 = WFA3
HoursDriven2 = HD2
HoursDriven3 = HD3
HoursDriven4 = HD4

Euros50TisEkatogiaSigeneisVariaTRavm2 = E2

Euros50TisEkatogiaSigeneisVariaTRavm3 = E3

Euros50TisEkatogiaSigeneisVariaTRavm4 = E4

Euros50TisEkatogiaSigeneisVariaTRavm5 = E5

Από το **MLR** που εξετάστηκε παραπάνω προκύπτουν οι **δύο συναρτήσεις χρησιμότητας** για τα ενδεχόμενα μείωσης 20% και 50% αντίστοιχα (της πιθανότητας εμπλοκής σε οδικό ατύχημα). Οι συντελεστές αυτών των συναρτήσεων εμφανίζονται στο R-Studio με την εντολή *summary(MLR)*, της οποίας το αποτέλεσμα απεικονίζεται στην Εικόνα 5.12.

Συγκεκριμένα, απεικονίζονται οι **σταθερές τιμές** των δύο συναρτήσεων, καθώς και οι **συντελεστές των μεταβλητών** για κάθε συνάρτηση που επιλέχθηκαν για το μοντέλο.

Όπως γίνεται εύκολα κατανοητό η διαδικασία επιλογής των μεταβλητών περιλάμβανε **διεξοδικές δοκιμές** με ένα μεγάλο εύρος μεταβλητών, των οποίων η σημαντικότητα κρινόταν με βάση την τιμή *z-value*. Εάν η τιμή ήταν σε απόλυτη τιμή μικρότερη του 1.645, η μεταβλητή δεν θεωρούνταν σημαντική για το μοντέλο.

Ως εκ τούτου, οι τελικές συναρτήσεις και οι μεταβλητές που συμπεριληφθήκαν στο μοντέλο προέκυψαν μετά από πολλές δοκιμές, ώστε να βρεθεί ένας ικανοποιητικός συνδυασμός μεταβλητών που να υλοποιεί τον στόχο της Διπλωματικής Εργασίας.


```

Coefficients :
              Estimate Std. Error z-value Pr(>|z|)
1:(intercept)  4.9706038  0.5547188   8.9606 < 2.2e-16 ***
2:(intercept)  4.9186200  0.7055518   6.9713 3.140e-12 ***
1:time        -0.0376312  0.0069356  -5.4258 5.769e-08 ***
2:time        -0.0342721  0.0053937  -6.3541 2.096e-10 ***
1:cost        -0.0879527  0.0082495 -10.6615 < 2.2e-16 ***
2:cost        -0.0613736  0.0061307 -10.0109 < 2.2e-16 ***
1:ilikia2     -1.0100883  0.2634120  -3.8346 0.0001258 ***
2:ilikia2     -0.8616383  0.2680871  -3.2140 0.0013089 **
1:ilikia3     -0.8595088  0.2900194  -2.9636 0.0030404 **
2:ilikia3     -0.4796586  0.2946674  -1.6278 0.1035680
1:ilikia4      0.0373688  0.3362893   0.1111 0.9115205
2:ilikia4      0.1277217  0.3432343   0.3721 0.7098093
1:ilikia5      1.9275296  1.0613208   1.8162 0.0693457 .
2:ilikia5      2.1855797  1.0610703   2.0598 0.0394188 *
1:Ful01        0.3589365  0.1640288   2.1883 0.0286512 *
2:Ful01        0.3377538  0.1696539   1.9908 0.0464985 *
1:PistevmeniPithanoAtixMeElafTravm2 -0.8373299  0.2522635  -3.3193 0.0009025 ***
2:PistevmeniPithanoAtixMeElafTravm2 -1.3228434  0.2625857  -5.0378 4.710e-07 ***
1:PistevmeniPithanoAtixMeElafTravm3 -1.0113119  0.2535597  -3.9885 6.650e-05 ***
2:PistevmeniPithanoAtixMeElafTravm3 -1.1784442  0.2640755  -4.4625 8.100e-06 ***
1:PistevmeniPithanoAtixMeElafTravm4 -0.6805096  0.3007321  -2.2628 0.0236454 *
2:PistevmeniPithanoAtixMeElafTravm4 -0.7814951  0.3041414  -2.5695 0.0101842 *
1:PistevmeniPithanoAtixMeElafTravm5 -1.4582631  0.2978569  -4.8959 9.788e-07 ***
2:PistevmeniPithanoAtixMeElafTravm5 -2.0548486  0.3086086  -6.6584 2.768e-11 ***
1:vehicleType2  0.1885919  0.2461399   0.7662 0.4435586
2:vehicleType2  0.5011991  0.2795449   1.7929 0.0729871 .
1:vehicleType3  0.9646373  0.3393691   2.8424 0.0044769 **
2:vehicleType3  1.7528933  0.3720391   4.7116 2.458e-06 ***
1:InTownTransportationCauses2  0.3127384  0.3133979   0.9979 0.3183299
2:InTownTransportationCauses2  0.7723946  0.3165643   2.4399 0.0146901 *
1:InTownTransportationCauses3  0.3055774  0.3067963   0.9960 0.3192370
2:InTownTransportationCauses3  0.5664683  0.3147315   1.7998 0.0718849 .
1:InTownTransportationCauses4 -0.1082400  0.3717599  -0.2912 0.7709324
2:InTownTransportationCauses4  1.3018621  0.3571967   3.6447 0.0002677 ***
1:InTownTransportationCauses5 -1.4684863  0.2844366  -5.1628 2.433e-07 ***
2:InTownTransportationCauses5 -2.1627756  0.3360167  -6.4365 1.222e-10 ***
1:AccidentsAsDriver1 -0.1159947  0.1926890  -0.6020 0.5471883
2:AccidentsAsDriver1 -0.7071352  0.2029517  -3.4843 0.0004935 ***
1:AccidentsAsDriver2  0.6728543  0.3522722   1.9100 0.0561280 .
2:AccidentsAsDriver2  1.0496577  0.3529065   2.9743 0.0029364 ***
1:WorriedForAccident2  0.3440713  0.1828213   1.8820 0.0598349 .
2:WorriedForAccident2  0.8943727  0.1901113   4.7045 2.545e-06 ***
1:WorriedForAccident3  1.0373354  0.2472038   4.1963 2.713e-05 ***
2:WorriedForAccident3  2.2283186  0.2489452   8.9510 < 2.2e-16 ***
1:HoursDriven2 -0.4672933  0.3764778  -1.2412 0.2145230
2:HoursDriven2 -0.7656530  0.3775476  -2.0280 0.0425639 *
1:HoursDriven3 -0.8560112  0.3686665  -2.3219 0.0202377 *
2:HoursDriven3 -0.8682222  0.3727425  -2.3293 0.0198442 *
1:HoursDriven4 -1.1322240  0.3942333  -2.8720 0.0040793 ***
2:HoursDriven4 -1.4292499  0.3997498  -3.5754 0.0003497 ***
1:Euros50TisEkatogiaSigeneisVariaTRavm2  0.3250705  0.1962748   1.6562 0.0976811 .
2:Euros50TisEkatogiaSigeneisVariaTRavm2  0.8752636  0.2292608   3.8178 0.0001347 ***
1:Euros50TisEkatogiaSigeneisVariaTRavm3  0.3979449  0.2216257   1.7956 0.0725626 .
2:Euros50TisEkatogiaSigeneisVariaTRavm3  2.0112104  0.2434070   8.2627 2.220e-16 ***
1:Euros50TisEkatogiaSigeneisVariaTRavm4  0.9522709  0.2799521   3.4016 0.0006700 ***
2:Euros50TisEkatogiaSigeneisVariaTRavm4  2.7826010  0.2944899   9.4489 < 2.2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Log-Likelihood: -1815.6
McFadden R^2:  0.22507
Likelihood ratio test : chisq = 1054.6 (p.value = < 2.22e-16)

```

Εικόνα 5.12 : Αποτέλεσμα τελικού μοντέλου στο R-Studio

Με βάση τα παραπάνω οι **τελικές συναρτήσεις χρησιμότητας U1 και U2** για τα ενδεχόμενα μείωσης 20% και 50% αντίστοιχα (της πιθανότητας εμπλοκής σε οδικό ατύχημα) με επίπεδο αναφοράς την επιλογή “καμία μεταβολή” είναι οι εξής:

Συνάρτηση επιλογής: **μείωση 20% της πιθανότητας εμπλοκής σε οδικό ατύχημα:**

$$U1 = +4,971 - 0,038 * \text{time} - 0,088 * \text{cost} - 1,010 * I2 - 0,086 * I3 + 1,928 * I5 + 0,359 * F1 - 0,837 * P2 - 1,011 * P3 - 0,681 * P4 - 1,458 * P5 + 0,965 * V3 - 1,469 * ITTC5 + 0,673 * AAD2 + 0,344 * WFA2 + 1,037 * WFA3 - 0,856 * HD3 - 1,132 * HD4 + 0,325 * E2 + 0,328 * E3 + 0,952 * E4$$

και η **πιθανότητα επιλογής** μείωσης 20% ορίζεται:

$$P_1 = \frac{e^{U1}}{1 + e^{U1} + e^{U2}}$$

Συνάρτηση επιλογής: **μείωση 50% της πιθανότητας εμπλοκής σε οδικό ατύχημα:**

$$U2 = +4,919 - 0,034 * \text{time} - 0,061 * \text{cost} - 0,862 * I2 + 2,186 * I5 + 0,338 * F1 - 1,323 * P2 - 1,179 * P3 - 0,782 * P4 - 2,055 * P5 + 0,502 * V2 + 1,753 * V3 + 0,772 * ITTC2 + 0,566 * ITTC3 + 1,302 * ITTC4 - 2,163 * ITTC5 - 0,707 * AAD1 + 1,050 * AAD2 + 0,894 * WF2 + 2,228 * WFA3 - 0,766 * HD2 - 0,868 * HD3 - 1,429 * HD4 + 0,875 * E2 + 2,011 * E3 + 2,783 * E4$$

και η **πιθανότητα επιλογής** μείωσης 50% ορίζεται:

$$P_2 = \frac{e^{U2}}{1 + e^{U1} + e^{U2}}$$

Συγκεκριμένα:

- Οι όροι +4,971, +4,919 αποτελούν τον σταθερό όρο των συναρτήσεων
- *time*, η μεταβλητή του χρόνου
- *cost*, η μεταβλητή του κόστους
- *I2, I3, I5* τα διαστήματα ηλικιών **25-34, 35-54, >65** αντίστοιχα
- *F1*, η επιλογή **γυναίκα** στην ερώτηση « Ποιό είναι το φύλο σας; »

- *P2, P3, P4, P5* Οι επιλογές **11-20 %**, **21-30 %**, **31-40 %**, **>40%** στην ερώτηση « Ποια πιστεύετε ότι είναι η πιθανότητα να εμπλακείτε σε τροχαίο ατύχημα με ελαφρά τραυματίες κατά τη διάρκεια της ζωής σας; »
- *V2, V3* οι επιλογές **IX** και **άλλοι συνδυασμοί οχημάτων** αντίστοιχα, στην ερώτηση « Τι όχημα οδηγείτε συνήθως; (Μπορείτε να επιλέξετε περισσότερες απο μία επιλογές) ».
- *ITTC2, ITTC3, ITTC4, ITTC5* οι απαντήσεις **Ψώνια-Αναψυχή, Εκπαίδευση, Κοινωνικές υποχρεώσεις** και **Άλλοι λόγοι** αντιστοίχως, στην ερώτηση « Ποιός είναι ως επί το πλείστον ο σκοπός των μετακινήσεων σας ΕΝΤΟΣ πόλης; ».
- *AAD1, AAD2*, οι απαντήσεις **1**, **>1** στην ερώτηση « Σε πόσα ατυχήματα με παθόντες έχετε εμπλακεί ως οδηγός; ».
- *WFA2, WFA3*, Οι επιλογές **Αρκετά και Πολύ** αντίστοιχα, στην ερώτηση «Πόσο ανήσυχoi είστε για το ενδεχόμενο να εμπλακείτε σε οδικό ατύχημα με παθόντες; »
- *HD2, HD3, HD4* Οι επιλογές **1-4**, **4-10** και **>10** αντίστοιχα, στην ερώτηση « Πόσες ώρες περίπου οδηγείτε την εβδομάδα; »
- *E2, E3, E4* Οι επιλογές **200€-500€, 500-1000€** και **>1000€** αντίστοιχα, στην ερώτηση «Ποιό είναι το μέγιστο ποσό (€/έτος) του οικογενειακού εισοδήματος σας που θα δίνετε κάθε χρόνο για να μειωθεί η πιθανότητα εμπλοκής ΚΑΠΟΙΟΥ ΣΤΕΝΟΥ ΣΥΓΓΕΝΗ ΣΑΣ κατά 50% σε οδικό ατύχημα με βαριά τραυματίες; »

5.3.4 Στατιστικός Έλεγχος Μοντέλου

Απολύτως απαραίτητος για την αποδοχή του μοντέλου και των συναρτήσεων χρησιμότητας θεωρείται ο **στατιστικός έλεγχος** του μοντέλου, ο οποίος πραγματοποιείται αυτόματα στο R-Studio κατά την εξαγωγή των μαθηματικών μοντέλων.

Βασική παράμετρος που πρέπει να ικανοποιείται για την επιλογή ή μη του μοντέλου, είναι η τιμή $McFaddenR^2$. Ο δείκτης αυτός λαμβάνει τιμές από 0.2 έως 0.4 (λόγω του γεγονότος ότι δεν πρόκειται για γραμμική παλινδρόμηση). Υψηλές τιμές του δείκτη $McFaddenR^2$ δηλώνουν ένδειξη καλής προσαρμογής του μοντέλου. Το εν λόγω κριτήριο ικανοποιείται διότι το μοντέλο που αναπτύχθηκε διαθέτει **συντελεστή $McFaddenR^2$: 0.225**.

Τα δεδομένα που αφορούν στις μεταβλητές των συναρτήσεων που αναπτύχθηκαν παραπάνω έχουν συγκεντρωθεί στον πίνακα 5.

R	Variables	Coefficients	z-value	Pr(> z)	Odds Ratio
1:	(intercept)	4.971	8.9606	< 2.2e-16 ***	
2:	(intercept)	4.917	6.9713	3.140e-12 ***	
1:	time	-0.038	-5.4258	5.769e-08 ***	0.963
2:	time	-0.034	-6.3541	2.096e-10 ***	0.966
1:	cost	-0.088	-10.6615	<2.2e-16 ***	0.916
2:	cost	-0.061	-10.0109	<2.2e-16 ***	0.940
1:	I2	-1.010	-3.8346	0.0001258 ***	0.364
2:	I2	-0.862	-3.2140	0.0013089 **	0.422
1:	I3	-0.860	-2.9636	0.0030404 **	0.423
2:	I3	-0.480	-1.6278	0.1035680	0.619
1:	I4	0.037	0.1111	0.9115205	1.038
2:	I4	0.128	0.3721	0.7098093	1.136
1:	I5	1.928	1.8162	0.0693457 .	6.872
2:	I5	2.186	2.0598	0.0394188 *	8.896
1:	F1	0.359	2.1883	0.0286512 *	1.431
2:	F1	0.338	1.9908	0.0464985 *	1.401
1:	P2	-0.837	-3.3193	0.0009025 ***	0.433
2:	P2	-1.323	-5.0378	4.710e-07 ***	0.266
1:	P3	-1.011	-3.9885	6.650e-05 ***	0.364
2:	P3	-1.179	-4.4625	8.100e-06 ***	0.308
1:	P4	-0.680	-2.2628	0.0236454 *	0.507
2:	P4	-0.781	-2.5695	0.0101842 *	0.458
1:	P5	-0.298	-4.8959	9.788e-07 ***	0.742
2:	P5	-2.055	-6.6584	2.768e-11 ***	0.128
1:	V2	0.189	0.7662	0.4435586	1.201
2:	V2	0.501	1.7929	0.0729871 .	1.650
1:	V3	0.965	2.8424	0.0044769 **	2.624
2:	V3	1.753	4.7116	2.458e-06 ***	5.771
1:	ITTC2	0.313	0.9979	0.3183299	1.367
2:	ITTC2	0.772	2.4399	0.0146901 *	2.165
1:	ITTC3	0.306	0.9960	0.3192370	1.426
2:	ITTC3	0.566	1.7998	0.0718849 .	1.762
1:	ITTC4	-0.108	-0.2912	0.7709324	0.897
2:	ITTC4	1.302	3.6447	0.0002677 ***	3.676
1:	ITTC5	-1.468	-5.1628	2.433e-07 ***	0.230
2:	ITTC5	-2.163	-6.4365	1.222e-10 ***	0.115
1:	AAD1	-0.116	-0.6020	0.5471883	0.890
2:	AAD1	-0.707	-3.4843	0.0004935 ***	0.493
1:	AAD2	0.673	1.9100	0.0561280 .	1,960
2:	AAD2	1.050	2.9743	0.0029364 **	2.857
1:	WFA2	0.344	1.8820	0.0598349 .	1.411
2:	WFA2	0.894	4.7045	2.545e-06 ***	2.456
1:	WFA3	1.037	4.1963	2.713e-05 ***	2.822
2:	WFA3	2.228	8.9510	< 2.2e-16 ***	9.284
1:	HD2	-0.467	-1.2412	0.2145230	0.627
2:	HD2	-0.766	-2.0280	0.0425639 *	0.465
1:	HD3	-0.856	-2.3219	0.0202377 *	0.425
2:	HD3	-0.868	-2.3293	0.0198442 *	0.420
1:	HD4	-1.132	-2.8720	0.0040793 **	0.322
2:	HD4	-1.429	-3.5754	0.0003497 ***	0.239
1:	E2	0.325	1.6562	0.0976811 .	1.384
2:	E2	0.875	3.8178	0.0001347 ***	2.400
1:	E3	0.398	1.7956	0.0725626 .	1.489
2:	E3	2.011	8.2627	2.220e-16 ***	7.472
1:	E4	0.952	3.4016	0.0006700 ***	2.592
2:	E4	2.783	9.4489	< 2.2e-16 ***	16.161

Πίνακας 5.13: Στατιστικός έλεγχος των μεταβλητών του μοντέλου.

- Variables, το όνομα των μεταβλητών που έχουν συμπεριληφθεί στο μοντέλο. Οι αριθμοί 1 και 2 στην αρχή του ονόματος αντιπροσωπεύουν τις συναρτήσεις χρησιμότητας 1 και 2 αντίστοιχα, στις οποίες αναφέρονται οι μεταβλητές. Αξίζει να σημειωθεί ότι πέραν των μεταβλητών στην στήλη των *Variables* στις 2 πρώτες σειρές καταγράφονται οι σταθεροί όροι των 2 συναρτήσεων χρησιμότητας.
- *Coefficients*, η αριθμητική τιμή των συντελεστών των μεταβλητών
- *Estimate Std.Error*, το τυπικό σφάλμα
- *z-value*, Ο δείκτης αυτός υποδηλώνει τη σημαντικότητα της ανεξάρτητης μεταβλητής. Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του *z-value* τόσο μεγαλύτερη είναι η επιρροή της συγκεκριμένης μεταβλητής στο τελικό μοντέλο. **Για επίπεδο εμπιστοσύνης 95 τις εκατό (όπως στην παρούσα διπλωματική) οποιαδήποτε μεταβλητή έχει z-value πάνω από 1.645 μπορεί να θεωρηθεί ότι έχει σημαντική επιρροή στο μοντέλο. Να σημειωθεί ότι αποδεκτή γίνεται η απόλυτη τιμή του z-value, καθώς ο δείκτης μπορεί να λάβει και αρνητικές τιμές.**

5.3.5 Αποτελέσματα

Σε αυτό το υποκεφάλαιο παρατίθεται η ερμηνεία των συναρτήσεων χρησιμότητας που παρουσιάστηκαν παραπάνω. Αρχικά, η **συνάρτηση χρησιμότητας U1**, η οποία εκφράζει τη συνάρτηση για την επιλογή **μείωσης 20% της πιθανότητας εμπλοκής σε οδικό ατύχημα**: ορίζεται ως εξής:

$$U1 = +4,971 - 0,038 * \text{time} - 0,088 * \text{cost} - 1,010 * I2 - 0,086 * I3 + 1,928 * I5 + 0,359 * F1 - 0,837 * P2 - 1,011 * P3 - 0,681 * P4 - 1,458 * P5 + 0,965 * V3 - 1,469 * ITTC5 + 0,673 * AAD2 + 0,344 * WFA2 + 1,037 * WFA3 - 0,856 * HD3 - 1,132 * HD4 + 0,325 * E2 + 0,328 * E3 + 0,952 * E4$$

Από την συνάρτηση U1 **συμπεραίνει** κανείς με τη βοήθεια και των Odds Ratio του Πίνακα 5.1 τα εξής:

- Αύξηση του χρόνου κατά μία μονάδα οδηγεί σε μείωση 4% ή ισοδύναμα 0.96 φορές την πιθανότητα να προτιμήσει ο χρήστης την επιλογή **“20% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παράλληλη αύξηση του χρόνου και του κόστους ταξιδιού”** έναντι της επιλογής **“Καμία μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής με αμετάβλητο χρόνο και κόστος ταξιδιού”**.

- Αύξηση του κόστους κατά μία μονάδα οδηγεί σε μείωση 8% ή ισοδύναμα 0.92 φορές την πιθανότητα να προτιμήσει ο χρήστης την επιλογή **“20% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παράλληλη αύξηση του χρόνου και του κόστους ταξιδιού”** έναντι της επιλογής **“Καμία μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με αμετάβλητο χρόνο και κόστος ταξιδιού”**.
- Οι οδηγοί ηλικίας 25-34 ετών έχουν 0.36 φορές την πιθανότητα ή ισοδύναμα 64% μειωμένη πιθανότητα να επιλέξουν **“20% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παράλληλη αύξηση του χρόνου και του κόστους ταξιδιού”** έναντι της επιλογής **“Καμία μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με αμετάβλητο χρόνο και κόστος ταξιδιού”** σε σχέση με τους οδηγούς ηλικίας 18-24 ετών.
- Οι οδηγοί ηλικίας 35-54 ετών έχουν 0.42 φορές την πιθανότητα ή ισοδύναμα 58% μειωμένη πιθανότητα να επιλέξουν **“20% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παράλληλη αύξηση του χρόνου και του κόστους ταξιδιού”** έναντι της επιλογής **“Καμία μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με αμετάβλητο χρόνο και κόστος ταξιδιού”** σε σχέση με τους οδηγούς ηλικίας 18-24 ετών.
- Οι οδηγοί ηλικίας >65 ετών ήταν περίπου 6.9 φορές πιο πιθανό να επιλέξουν **“20% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παράλληλη αύξηση του χρόνου και του κόστους ταξιδιού”** έναντι της επιλογής **“Καμία μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με αμετάβλητο χρόνο και κόστος ταξιδιού”** σε σχέση με τους οδηγούς ηλικίας 18-24 ετών.
- Οι γυναίκες οδηγοί ήταν περίπου 1.4 φορές πιο πιθανό ή ισοδύναμα 40% αυξημένη πιθανότητα να επιλέξουν **“20% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παράλληλη αύξηση του χρόνου και του κόστους ταξιδιού”** έναντι της επιλογής **“Καμία μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με αμετάβλητο χρόνο και κόστος ταξιδιού”** σε σχέση με τους άντρες οδηγούς.
- Όσοι δήλωσαν ότι πιστεύουν πως κατά τη διάρκεια της ζωής τους η πιθανότητα εμπλοκής τους σε τροχαίο ατύχημα με ελαφρά τραυματίες είναι 11-20%, έχουν 0.43 φορές την πιθανότητα ή ισοδύναμα 57% μειωμένη πιθανότητα να επιλέξουν **“20% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παράλληλη αύξηση του χρόνου και του κόστους ταξιδιού”** έναντι της επιλογής **“Καμία μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με αμετάβλητο χρόνο και κόστος ταξιδιού”** σε σχέση με εκείνους που απάντησαν 0-10%.

- Όσοι δήλωσαν ότι πιστεύουν πως κατά τη διάρκεια της ζωής τους η πιθανότητα εμπλοκής τους σε τροχαίο ατύχημα με ελαφρά τραυματίες είναι 21-30%, έχουν 0.36 φορές την πιθανότητα ή ισοδύναμα 64% μειωμένη πιθανότητα να επιλέξουν **“20% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παράλληλη αύξηση του χρόνου και του κόστους ταξιδιού”** έναντι της επιλογής **“Καμία μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με αμετάβλητο χρόνο και κόστος ταξιδιού”** σε σχέση με εκείνους που απάντησαν 0-10%.
- Όσοι δήλωσαν ότι πιστεύουν πως κατά τη διάρκεια της ζωής τους η πιθανότητα εμπλοκής τους σε τροχαίο ατύχημα με ελαφρά τραυματίες είναι 31-40%, έχουν 0.51 φορές την πιθανότητα ή ισοδύναμα 49% μειωμένη πιθανότητα να επιλέξουν **“20% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παράλληλη αύξηση του χρόνου και του κόστους ταξιδιού”** έναντι της επιλογής **“Καμία μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με αμετάβλητο χρόνο και κόστος ταξιδιού”** σε σχέση με εκείνους που απάντησαν 0-10%.
- Όσοι δήλωσαν ότι πιστεύουν πως κατά τη διάρκεια της ζωής τους η πιθανότητα εμπλοκής τους σε τροχαίο ατύχημα με ελαφρά τραυματίες είναι >40%, έχουν 0.72 φορές την πιθανότητα ή ισοδύναμα 28% μειωμένη πιθανότητα να επιλέξουν **“20% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παράλληλη αύξηση του χρόνου και του κόστους ταξιδιού”** έναντι της επιλογής **“Καμία μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με αμετάβλητο χρόνο και κόστος ταξιδιού”** σε σχέση με εκείνους που απάντησαν 0-10%.
- Όσοι επέλεξαν **“Άλλοι συνδυασμοί”** στην ερώτηση **“Τι όχημα οδηγείτε συνήθως”**, είναι 2.6 φορές περισσότερο πιθανό να επιλέξουν **“20% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παράλληλη αύξηση του χρόνου και του κόστους ταξιδιού”** έναντι της επιλογής **“Καμία μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με αμετάβλητο χρόνο και κόστος ταξιδιού”** σε σχέση με εκείνους που οδηγούν δίτροχο.
- Όσοι απάντησαν **“Άλλοι Λόγοι”** στην ερώτηση **“Ποιός είναι ο κύριος σκοπός των μετακινήσεών σας εντός πόλης”**, έχουν 0.23 φορές την πιθανότητα ή ισοδύναμα 77% μειωμένη πιθανότητα να επιλέξουν **“20% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παράλληλη αύξηση του χρόνου και του κόστους ταξιδιού”** έναντι της επιλογής **“Καμία μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με αμετάβλητο χρόνο και κόστος ταξιδιού”** σε σχέση με εκείνους που επέλεξαν **“Εργασία”**.

- Όσοι έχουν εμπλακεί ως οδηγοί σε περισσότερα από ένα ατυχήματα με παθόντες, είναι 2 φορές πιο πιθανό να επιλέξουν **“20% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παράλληλη αύξηση του χρόνου και του κόστους ταξιδιού”** έναντι της επιλογής **“Καμία μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με αμετάβλητο χρόνο και κόστος ταξιδιού”** σε σχέση με εκείνους που δεν έχουν εμπλακεί ως οδηγοί σε ατύχημα με παθόντες.
- Όσοι απάντησαν “Αρκετά” στην ερώτηση “Πόσο ανήσυχοι είστε για το ενδεχόμενο να εμπλακείτε σε οδικό ατύχημα με παθόντες ;”, είναι περίπου 1.4 φορές περισσότερο πιθανό να επιλέξουν **“20% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παράλληλη αύξηση του χρόνου και του κόστους ταξιδιού”** έναντι της επιλογής **“Καμία μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με αμετάβλητο χρόνο και κόστος ταξιδιού”** σε σχέση με εκείνους που ανησυχούν λίγο για το ενδεχόμενο εμπλοκής σε ατύχημα με παθόντες.
- Όσοι απάντησαν “Πολύ” στην ερώτηση “Πόσο ανήσυχοι είστε για το ενδεχόμενο να εμπλακείτε σε οδικό ατύχημα με παθόντες ;”, είναι περίπου 2.8 φορές περισσότερο πιθανό να επιλέξουν **“20% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παράλληλη αύξηση του χρόνου και του κόστους ταξιδιού”** έναντι της επιλογής **“Καμία μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με αμετάβλητο χρόνο και κόστος ταξιδιού”** σε σχέση με εκείνους που ανησυχούν λίγο για το ενδεχόμενο εμπλοκής σε ατύχημα με παθόντες.
- Όσοι απάντησαν “4-10” στην ερώτηση “Πόσες ώρες περίπου οδηγείτε την εβδομάδα ;”, έχουν 0.43 φορές την πιθανότητα ή ισοδύναμα 57% μειωμένη πιθανότητα να επιλέξουν **“20% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παράλληλη αύξηση του χρόνου και του κόστους ταξιδιού”** έναντι της επιλογής **“Καμία μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με αμετάβλητο χρόνο και κόστος ταξιδιού”** σε σχέση με εκείνους που οδηγούν λιγότερο από μία ώρα την εβδομάδα.
- Όσοι απάντησαν “>10” στην ερώτηση “Πόσες ώρες περίπου οδηγείτε την εβδομάδα ;”, έχουν 0.32 φορές την πιθανότητα ή ισοδύναμα 68% μειωμένη πιθανότητα να επιλέξουν **“20% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παράλληλη αύξηση του χρόνου και του κόστους ταξιδιού”** έναντι της επιλογής **“Καμία μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με αμετάβλητο χρόνο και κόστος ταξιδιού”** σε σχέση με εκείνους που οδηγούν λιγότερο από μία ώρα την εβδομάδα.

- Όσοι απάντησαν “200-500€” στην ερώτηση “Ποιό είναι το μέγιστο ποσό (€/έτος) του οικογενειακού εισοδήματος σας που θα δίνετε κάθε χρόνο για να μειωθεί η πιθανότητα εμπλοκής κάποιου στενού συγγενή σας κατά 50% σε οδικό ατύχημα με βαριά τραυματίες ;”, είναι περίπου 1.4 φορές περισσότερο πιθανό να επιλέξουν **“20% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παράλληλη αύξηση του χρόνου και του κόστους ταξιδιού”** έναντι της επιλογής **“Καμία μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με αμετάβλητο χρόνο και κόστος ταξιδιού”** σε σχέση με εκείνους που απάντησαν <200€ στην αντίστοιχη ερώτηση.
- Όσοι απάντησαν “500-1000€” στην ερώτηση “Ποιό είναι το μέγιστο ποσό (€/έτος) του οικογενειακού εισοδήματος σας που θα δίνετε κάθε χρόνο για να μειωθεί η πιθανότητα εμπλοκής κάποιου στενού συγγενή σας κατά 50% σε οδικό ατύχημα με βαριά τραυματίες ;”, είναι περίπου 1.5 φορές περισσότερο πιθανό να επιλέξουν **“20% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παράλληλη αύξηση του χρόνου και του κόστους ταξιδιού”** έναντι της επιλογής **“Καμία μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με αμετάβλητο χρόνο και κόστος ταξιδιού”** σε σχέση με εκείνους που απάντησαν <200€ στην αντίστοιχη ερώτηση.
- Όσοι απάντησαν “>1000€” στην ερώτηση “Ποιό είναι το μέγιστο ποσό (€/έτος) του οικογενειακού εισοδήματος σας που θα δίνετε κάθε χρόνο για να μειωθεί η πιθανότητα εμπλοκής κάποιου στενού συγγενή σας κατά 50% σε οδικό ατύχημα με βαριά τραυματίες ;”, είναι περίπου 2.6 φορές περισσότερο πιθανό να επιλέξουν **“20% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παράλληλη αύξηση του χρόνου και του κόστους ταξιδιού”** έναντι της επιλογής **“Καμία μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με αμετάβλητο χρόνο και κόστος ταξιδιού”** σε σχέση με εκείνους που απάντησαν <200€ στην αντίστοιχη ερώτηση.

Η συνάρτηση χρησιμότητας **U2**, εκφράζει τη συνάρτηση για την επιλογή **μείωσης 50% της πιθανότητας εμπλοκής σε οδικό ατύχημα**

$$\begin{aligned}
 U2 = & +4,919 - 0,034 * \text{time} - 0,061 * \text{cost} - 0,862 * I2 + 2,186 * I5 + 0,338 * F1 - 1,323 \\
 & * P2 - 1,179 * P3 - 0,782 * P4 - 2,055 * P5 + 0,502 * V2 + 1,753 * V3 + 0,772 * ITTC2 + \\
 & 0,566 * ITTC3 + 1,302 * ITTC4 - 2,163 * ITTC5 - 0,707 * AAD1 + 1,050 * AAD2 + 0,894 \\
 & * WF2 + 2,228 * WFA3 - 0,766 * HD2 - 0,868 * HD3 - 1,429 * HD4 + 0,875 * E2 + \\
 & 2,011 * E3 + 2,783 * E4
 \end{aligned}$$

Από την συνάρτηση U2 και με τη βοήθεια του Πίνακα 5.1 **συμπεραίνει** κανείς τα εξής:

- Αύξηση του χρόνου κατά μία μονάδα οδηγεί σε μείωση 3% ή ισοδύναμα 0.97 φορές την πιθανότητα να προτιμήσει ο χρήστης την επιλογή **“50% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παράλληλη αύξηση του χρόνου και του κόστους ταξιδιού”** έναντι της επιλογής **“Καμία μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής με αμετάβλητο χρόνο και κόστος ταξιδιού”**.
- Αύξηση του κόστους κατά μία μονάδα οδηγεί σε μείωση 6% ή ισοδύναμα 0.94 φορές την πιθανότητα να προτιμήσει ο χρήστης την επιλογή **“50% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παράλληλη αύξηση του χρόνου και του κόστους ταξιδιού”** έναντι της επιλογής **“Καμία μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με αμετάβλητο χρόνο και κόστος ταξιδιού”**.
- Οι οδηγοί ηλικίας 25-34 έχουν 0.42 φορές την πιθανότητα ή ισοδύναμα 58% μειωμένη πιθανότητα να επιλέξουν **“50% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παράλληλη αύξηση του χρόνου και του κόστους ταξιδιού”** έναντι της επιλογής **“Καμία μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με αμετάβλητο χρόνο και κόστος ταξιδιού”** σε σχέση με τους οδηγούς 18-24 ετών.
- Οι οδηγοί ηλικίας >65 ετών ήταν περίπου 9 φορές πιο πιθανό να επιλέξουν **“50% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παράλληλη αύξηση του χρόνου και του κόστους ταξιδιού”** έναντι της επιλογής **“Καμία μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με αμετάβλητο χρόνο και κόστος ταξιδιού”** σε σχέση με τους οδηγούς 18-24 ετών.
- Οι γυναίκες οδηγοί ήταν περίπου 1.4 φορές πιο πιθανό να επιλέξουν **“50% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παράλληλη αύξηση του χρόνου και του κόστους ταξιδιού”** έναντι της επιλογής **“Καμία μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με αμετάβλητο χρόνο και κόστος ταξιδιού”** σε σχέση με τους άντρες οδηγούς.
- Όσοι δήλωσαν ότι πιστεύουν πως κατά τη διάρκεια της ζωής τους η πιθανότητα εμπλοκής τους σε ατύχημα είναι 11-20%, έχουν 0.27 φορές την πιθανότητα ή ισοδύναμα 73% μειωμένη πιθανότητα να επιλέξουν **“50% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παράλληλη αύξηση του χρόνου και του κόστους ταξιδιού”** έναντι της επιλογής **“Καμία μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με αμετάβλητο χρόνο και κόστος ταξιδιού”** σε σχέση με εκείνους που δήλωσαν 0-10%.
- Όσοι δήλωσαν ότι πιστεύουν πως κατά τη διάρκεια της ζωής τους η πιθανότητα εμπλοκής τους σε ατύχημα είναι 20-30%, έχουν 0.30 φορές την πιθανότητα ή ισοδύναμα 70% μειωμένη πιθανότητα να επιλέξουν **“50%**

μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παράλληλη αύξηση του χρόνου και του κόστους ταξιδιού έναντι της επιλογής **“Καμία μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με αμετάβλητο χρόνο και κόστος ταξιδιού”** σε σχέση με εκείνους που δήλωσαν 0-10%.

- Όσοι δήλωσαν ότι πιστεύουν πως κατά τη διάρκεια της ζωής τους η πιθανότητα εμπλοκής τους σε ατύχημα είναι 31-40%, έχουν 0.46 φορές την πιθανότητα ή ισοδύναμα 54% μειωμένη πιθανότητα να επιλέξουν **“50% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παράλληλη αύξηση του χρόνου και του κόστους ταξιδιού”** έναντι της επιλογής **“Καμία μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με αμετάβλητο χρόνο και κόστος ταξιδιού”** σε σχέση με εκείνους που δήλωσαν 0-10%.
- Όσοι δήλωσαν ότι πιστεύουν πως κατά τη διάρκεια της ζωής τους η πιθανότητα εμπλοκής τους σε ατύχημα είναι >40%, έχουν 0.13 φορές την πιθανότητα ή ισοδύναμα 87% μειωμένη πιθανότητα να επιλέξουν **“50% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παράλληλη αύξηση του χρόνου και του κόστους ταξιδιού”** έναντι της επιλογής **“Καμία μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με αμετάβλητο χρόνο και κόστος ταξιδιού”** σε σχέση με εκείνους που δήλωσαν 0-10%.
- Όσοι επέλεξαν “ΙΧ” στην ερώτηση “Τι όχημα οδηγείτε συνήθως ;” είναι περίπου 1.7 φορές περισσότερο πιθανό να επιλέξουν **“50% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παράλληλη αύξηση του χρόνου και του κόστους ταξιδιού”** έναντι της επιλογής **“Καμία μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με αμετάβλητο χρόνο και κόστος ταξιδιού”** σε σχέση με εκείνους που οδηγούν δίτροχο.
- Όσοι επέλεξαν “Άλλοι συνδυασμοί” στην ερώτηση “Τι όχημα οδηγείτε συνήθως”, είναι περίπου 5.8 φορές περισσότερο πιθανό να επιλέξουν **“50% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παράλληλη αύξηση του χρόνου και του κόστους ταξιδιού”** έναντι της επιλογής **“Καμία μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με αμετάβλητο χρόνο και κόστος ταξιδιού”** σε σχέση με εκείνους που οδηγούν δίτροχο.
- Όσοι απάντησαν “Ψώνια-Αναψυχή” στην ερώτηση “Ποιός είναι ο κύριος σκοπός των μετακινήσεών σας εντός πόλης ;” είναι περίπου 2.2 φορές περισσότερο πιθανό να επιλέξουν **“50% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παράλληλη αύξηση του χρόνου και του κόστους ταξιδιού”** έναντι της επιλογής **“Καμία μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με αμετάβλητο χρόνο και κόστος ταξιδιού”** σε σχέση με εκείνους που απάντησαν “Εργασία”.

- Όσοι απάντησαν “Εκπαίδευση” στην ερώτηση “Ποιός είναι ο κύριος σκοπός των μετακινήσεων σας εντός πόλης ;” είναι 1.8 φορές περισσότερο πιθανό να επιλέξουν **“50% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παράλληλη αύξηση του χρόνου και του κόστους ταξιδιού”** έναντι της επιλογής **“Καμία μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με αμετάβλητο χρόνο και κόστος ταξιδιού”** σε σχέση με εκείνους που απάντησαν “Εργασία”.
- Όσοι απάντησαν “Κοινωνικές Υποχρεώσεις” στην ερώτηση “Ποιός είναι ο κύριος σκοπός των μετακινήσεων σας εντός πόλης ;” είναι περίπου 3.7 φορές περισσότερο πιθανό να επιλέξουν **“50% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παράλληλη αύξηση του χρόνου και του κόστους ταξιδιού”** έναντι της επιλογής **“Καμία μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με αμετάβλητο χρόνο και κόστος ταξιδιού”** σε σχέση με εκείνους που απάντησαν “Εργασία”.
- Όσοι απάντησαν “Άλλοι Λόγοι” στην ερώτηση “Ποιός είναι ο κύριος σκοπός των μετακινήσεων σας εντός πόλης ;” έχουν 0.12 φορές την πιθανότητα ή ισοδύναμα 88% μειωμένη πιθανότητα να επιλέξουν **“50% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παράλληλη αύξηση του χρόνου και του κόστους ταξιδιού”** έναντι της επιλογής **“Καμία μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με αμετάβλητο χρόνο και κόστος ταξιδιού”** σε σχέση με εκείνους που απάντησαν “Εργασία”.
- Όσοι έχουν εμπλακεί ως οδηγοί σε ένα ατύχημα με παθόντες, έχουν 49% την πιθανότητα ή ισοδύναμα 51% μειωμένη πιθανότητα να επιλέξουν **“50% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παράλληλη αύξηση του χρόνου και του κόστους ταξιδιού”** έναντι της επιλογής **“Καμία μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με αμετάβλητο χρόνο και κόστος ταξιδιού”** σε σχέση με εκείνους που δεν έχουν εμπλακεί ως οδηγοί σε ατύχημα με παθόντες.
- Όσοι έχουν εμπλακεί ως οδηγοί σε περισσότερα από ένα ατυχήματα με παθόντες, είναι 2.9 φορές πιο πιθανό να επιλέξουν **“50% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παράλληλη αύξηση του χρόνου και του κόστους ταξιδιού”** έναντι της επιλογής **“Καμία μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με αμετάβλητο χρόνο και κόστος ταξιδιού”** σε σχέση με εκείνους που δεν έχουν εμπλακεί ως οδηγοί σε ατύχημα με παθόντες.
- Όσοι απάντησαν “Αρκετά” στην ερώτηση “Πόσο ανήσυχοι είστε για το ενδεχόμενο να εμπλακείτε σε οδικό ατύχημα με παθόντες ;” είναι περίπου 2.5 φορές περισσότερο πιθανό να επιλέξουν **“50% μείωση στην πιθανότητα**

εμπλοκής σε ατύχημα με παράλληλη αύξηση του χρόνου και του κόστους ταξιδιού” έναντι της επιλογής “Καμία μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με αμετάβλητο χρόνο και κόστος ταξιδιού” σε σχέση με εκείνους που ανησυχούν λίγο για το ενδεχόμενο εμπλοκής σε ατύχημα με παθόντες.

- Όσοι απάντησαν “Πολύ” στην ερώτηση “Πόσο ανήσυχoi είστε για το ενδεχόμενο να εμπλακείτε σε οδικό ατύχημα με παθόντες ;” είναι περίπου 9.3 φορές περισσότερο πιθανό να επιλέξουν **“50% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παράλληλη αύξηση του χρόνου και του κόστους ταξιδιού”** έναντι της επιλογής **“Καμία μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με αμετάβλητο χρόνο και κόστος ταξιδιού”** σε σχέση με εκείνους που ανησυχούν λίγο για το ενδεχόμενο εμπλοκής σε ατύχημα με παθόντες .
- Όσοι απάντησαν “1-4” στην ερώτηση “Πόσες ώρες περίπου οδηγείτε την εβδομάδα;” έχουν 47% την πιθανότητα ή ισοδύναμα 53% μειωμένη πιθανότητα να επιλέξουν **“50% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παράλληλη αύξηση του χρόνου και του κόστους ταξιδιού”** έναντι της επιλογής **“Καμία μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με αμετάβλητο χρόνο και κόστος ταξιδιού”** σε σχέση με εκείνους που οδηγούν λιγότερο από μια ώρα εβδομαδιαίως.
- Όσοι απάντησαν “4-10” στην ερώτηση “Πόσες ώρες περίπου οδηγείτε την εβδομάδα;” έχουν 42% την πιθανότητα ή ισοδύναμα 58% μειωμένη πιθανότητα να επιλέξουν **“50% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παράλληλη αύξηση του χρόνου και του κόστους ταξιδιού”** έναντι της επιλογής **“Καμία μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με αμετάβλητο χρόνο και κόστος ταξιδιού”** σε σχέση με εκείνους που οδηγούν λιγότερο από μια ώρα εβδομαδιαίως.
- Όσοι απάντησαν “>10” στην ερώτηση “Πόσες ώρες περίπου οδηγείτε την εβδομάδα ;” έχουν 24% την πιθανότητα ή ισοδύναμα 76% μειωμένη πιθανότητα να επιλέξουν **“50% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παράλληλη αύξηση του χρόνου και του κόστους ταξιδιού”** έναντι της επιλογής **“Καμία μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με αμετάβλητο χρόνο και κόστος ταξιδιού”** σε σχέση με εκείνους που οδηγούν λιγότερο από μια ώρα εβδομαδιαίως.
- Όσοι απάντησαν “200-500€” στην ερώτηση “Ποιό είναι το μέγιστο ποσό (€/έτος) του οικογενειακού εισοδήματος σας που θα δίνετε κάθε χρόνο για να μειωθεί η πιθανότητα εμπλοκής κάποιου στενού συγγενή σας κατά 50% σε οδικό ατύχημα με βαριά τραυματίες ;” είναι περίπου 2.4 φορές περισσότερο πιθανό να επιλέξουν **“50% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής**

σε ατύχημα με παράλληλη αύξηση του χρόνου και του κόστους ταξιδιού” έναντι της επιλογής “Καμία μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με αμετάβλητο χρόνο και κόστος ταξιδιού” σε σχέση με εκείνους που απάντησαν “<200€”.

- Όσοι απάντησαν “500-1000€” στην ερώτηση “Ποιό είναι το μέγιστο ποσό (€/έτος) του οικογενειακού εισοδήματος σας που θα δίνετε κάθε χρόνο για να μειωθεί η πιθανότητα εμπλοκής κάποιου στενού συγγενή σας κατά 50% σε οδικό ατύχημα με βαριά τραυματίες ;” είναι περίπου 7.5 φορές περισσότερο πιθανό να επιλέξουν **“50% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παράλληλη αύξηση του χρόνου και του κόστους ταξιδιού”** έναντι της επιλογής “Καμία μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με αμετάβλητο χρόνο και κόστος ταξιδιού” σε σχέση με εκείνους που απάντησαν “<200€”.
- Όσοι απάντησαν “>1000€” στην ερώτηση “Ποιό είναι το μέγιστο ποσό (€/έτος) του οικογενειακού εισοδήματος σας που θα δίνετε κάθε χρόνο για να μειωθεί η πιθανότητα εμπλοκής κάποιου στενού συγγενή σας κατά 50% σε οδικό ατύχημα με βαριά τραυματίες ;” είναι περίπου 16.2 φορές περισσότερο πιθανό να επιλέξουν **“50% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παράλληλη αύξηση του χρόνου και του κόστους ταξιδιού”** έναντι της επιλογής “Καμία μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με αμετάβλητο χρόνο και κόστος ταξιδιού” σε σχέση με εκείνους που απάντησαν “<200€”.

6. Ανθρώπινο Κόστος

Για τον υπολογισμό του ανθρώπινου κόστους με τη μέθοδο πρόθεση-να-πληρώσω, πρέπει να ληφθούν υπόψη όλες εκείνες οι παράμετροι που το επηρεάζουν, ώστε το αποτέλεσμα να είναι σύμφωνο με αντίστοιχες έρευνες στο εξωτερικό. Η διαδικασία υπολογισμού βασίζεται σε εργασίες που έχουν πραγματοποιηθεί σε ξένες χώρες και μάλιστα έχουν υιοθετηθεί από τους φορείς των χωρών αυτών ως ο επίσημος τρόπος υπολογισμού του ανθρώπινου κόστους.

Η σχέση που δίνει το συνολικό ποσό, που οι οικογένειες έχουν την πρόθεση να πληρώσουν είναι η ακόλουθη:

$$\Pi_{\text{ΠΝΠ}} = (\text{οε}) * (\text{πνπ}) * \text{σο}$$

Όπου:

$\Pi_{\text{ΠΝΠ}}$ = συνολικό ποσό που έχουν την πρόθεση να πληρώσουν

(οε) = μέσο οικογενειακό εισόδημα

(πνπ) = πρόθεση να πληρώσουν (ποσοστό)

σο = σύνολο οικογενειών

Το ανθρώπινο κόστος δίνεται από την σχέση:

$$\text{Ανθρώπινο κόστος} = (\Pi_{\text{ΠΝΠ}}) / \text{νεκροί}$$

Στη συνέχεια παρατίθενται ο υπολογισμός των επιμέρους μεγεθών μέσω των οποίων υπολογίζεται το ανθρώπινο κόστος ενός νεκρού από οδικό ατύχημα

6.1 Παράμετροι υπολογισμού ανθρώπινου κόστους

Στο υποκεφάλαιο αυτό επιχειρείται ο υπολογισμός των παραμέτρων για την εκτίμηση του ανθρώπινου κόστους, με βάση παραδοχές που έχουν αναφερθεί στη σχετική βιβλιογραφία. Οι παραδοχές αυτές αφορούν στον τρόπο υπολογισμού του ανθρώπινου κόστους και αναφέρονται στα εξής:

- Συνολικός αριθμός οικογενειών
- Μέσο ετήσιο οικογενειακό εισόδημα
- Πρόθεση να πληρώσουν (ποσοστό οικογενειακού εισοδήματος)
- Μέσος αριθμός νεκρών ανά έτος σε οδικά ατυχήματα στην Ελλάδα

Αναλυτικά, για καθεμία από τις παραπάνω παραμέτρους αναφέρονται:

Συνολικός αριθμός οικογενειών

Είναι απαραίτητη η γνώση του συνολικού αριθμού των οικογενειών στην Ελλάδα, γιατί στην ερώτηση που είχε τεθεί αναφερόταν ότι θα διέθεταν ένα ποσοστό του οικογενειακού εισοδήματος κάθε χρόνο. Το δεδομένο αυτό βρέθηκε από στοιχεία της **Ελληνικής Στατιστικής Αρχής** κατά την τελευταία απογραφή και είναι 4.134.540 οικογένειες.

Μέσο ετήσιο οικογενειακό εισόδημα

Παρομοίως, το μέσο ετήσιο οικογενειακό εισόδημα του Ελληνικού πληθυσμού για το έτος 2017 είναι απαραίτητη παράμετρος για την εκτίμηση του ανθρώπινου κόστους των ατυχημάτων. Αναλυτικότερα, η απάντηση των ερωτώμενων σχετικά με το ποσό που προτίθενται να πληρώσουν για μείωση του κινδύνου εμπλοκής σε οδικό ατύχημα, δίνεται ως ποσοστό του ετήσιου οικογενειακού εισοδήματός τους. Σύμφωνα με τα στοιχεία της **Eurostat** το μέσο ετήσιο οικογενειακό εισόδημα των Ελλήνων για το έτος 2017 ήταν 8.682 €.

Πρόθεση να πληρώσουν (ποσοστό οικογενειακού εισοδήματος)

Μετά από στατιστική επεξεργασία των απαντήσεων των ερωτηθέντων, προκύπτει το ποσοστό του οικογενειακού εισοδήματός που έχουν την πρόθεση να πληρώσουν προκειμένου να επιτύχουν μείωση του κινδύνου εμπλοκής σε οδικό ατύχημα για τους ίδιους και για αγαπημένο-συγγενικό τους πρόσωπο. Επειδή τα δύο ποσοστά διαφέρουν ελάχιστα, χρησιμοποιείται μόνο εκείνο που αφορά στους ίδιους. Επίσης, κρίθηκε ότι για τον παραπάνω υπολογισμό θα χρησιμοποιηθούν τα προς επένδυση ποσά για 20% μείωση της πιθανότητας εμπλοκής σε ατύχημα με νεκρό. Αρχικά, βρέθηκε η κεντρική τιμή των κλάσεων των απαντήσεων στην ερώτηση «Τι ποσό του ετήσιου οικογενειακού εισοδήματός σας προτίθεστε να διαθέσετε προκειμένου να μειώσετε τη πιθανότητα εμπλοκής σας 20% σε ατύχημα με νεκρούς;». Εν προκειμένω πρόκειται για τους αριθμούς 100, 350, 750, και 1000 διότι οι κλάσεις ήταν οι εξής: 0-200, 200-500, 500-1000, >1000. Στην τελευταία κλάση κάνουμε την παραδοχή και επιλέγουμε (συντηρητικά) το 1000 ως κεντρική τιμή της κλάσης. Στη συνέχεια πολλαπλασιάσαμε τις κεντρικές τιμές των κλάσεων με την συχνότητα των απαντήσεων και προέκυψε το συνολικό ποσό ίσο με 139700€.

κεντρική τιμή	συχνότητα	xi*ni
100,0€	52	5.200 €
350,0€	50	17.500 €
750,0€	76	57.000 €
1.000,0 €	60	60.000 €
SUM	238	139.700 €

Το ποσό αυτό διαιρέθηκε με το μέγεθος του δείγματος προκειμένου να βρεθεί το ποσό που προτίθεται να διαθέσει ο κάθε οδηγός από το ετήσιο οικογενειακό εισόδημα του.

$$139.700/238 = 586.98 \text{ €}$$

Τέλος, η τελευταία τιμή διαιρέθηκε με το μέσο ετήσιο οικογενειακό εισόδημα προκειμένου να υπολογιστεί το ζητούμενο.

$586.98/8682 = 6,76\%$ ποσοστό του ετήσιου οικογενειακού εισοδήματος που προτίθενται να πληρώσουν (πνπ)

Μέσος αριθμός νεκρών ανά έτος σε οδικά ατυχήματα στην Ελλάδα

Για τον υπολογισμό του μέσου αριθμού νεκρών ανά έτος σε οδικά ατυχήματα χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία για το διάστημα 2000-2016. Είναι γεγονός πως τα τελευταία χρόνια έχει βελτιωθεί εντυπωσιακά το επίπεδο της οδικής ασφάλειας και κατά συνέπεια έχουν μειωθεί οι νεκροί από οδικά ατυχήματα. Ωστόσο, αυτό ενδεχομένως είναι παροδικό λόγω της οικονομικής κρίσης που μαστίζει την χώρα και του συνεχώς μειούμενου στόλου οχημάτων που αυτή επιφέρει. Κατά συνέπεια, κρίθηκε ορθότερο να χρησιμοποιηθούν στοιχεία και από παλαιότερα έτη διότι η βελτίωση που παρατηρείται στα στατιστικά στοιχεία δεν έγκειται απαραίτητα στις καλύτερες οδηγικές συνήθειες συγκριτικά με το παρελθόν. Η παραπάνω τιμή είναι ίση με 1.378 νεκρούς ανά έτος.

6.2 Υπολογισμός ανθρώπινου κόστους των ατυχημάτων

Λαμβάνοντας υπόψη τα δεδομένα της προηγούμενης παραγράφου, για τον υπολογισμό του ανθρώπινου κόστους πρέπει να ακολουθηθεί διαδικασία η οποία να περιλαμβάνει όλες τις παραμέτρους. Η σχέση που δίνει το συνολικό ποσό, που οι οικογένειες έχουν την πρόθεση να πληρώσουν και εξαρτάται από το μέσο οικογενειακό εισόδημα για το έτος 2001, είναι η ακόλουθη:

$$\Pi_{\text{πνπ}} = (\text{οε}) * (\text{πνπ}) * \text{σο} \quad (6.1)$$

Όπου:

$\Pi_{\text{πνπ}}$ = συνολικό ποσό που έχουν την πρόθεση να πληρώσουν

(οε) = μέσο οικογενειακό εισόδημα

(πνπ) = πρόθεση να πληρώσουν (ποσοστό)

σο = σύνολο οικογενειών

Από την σχέση 6.2 και με τα δεδομένα της παραπάνω παραγράφου προκύπτει ότι το συνολικό ποσό είναι:

$$\Pi_{\text{πνπ}} = 8682 * 6,76\% * 4134540 = 2.426.870.748 \text{ €} \quad (6.2)$$

Το ανθρώπινο κόστος δίνεται από την σχέση:

$$\text{Ανθρώπινο κόστος} = (\Pi_{\text{πνπ}}) / \text{νεκροί} \quad (6.3)$$

Οπότε, από τις σχέσεις 6.2 και 6.3 και αφού οι νεκροί σε οδικά ατυχήματα είναι κατά μέσο όρο 1.378 κάθε έτος, προκύπτει το ανθρώπινο κόστος ανά νεκρό σε οδικό ατύχημα:

$$\text{Ανθρώπινο κόστος} = 2.426.870.748 / 1378 \rightarrow$$

$$\text{Ανθρώπινο κόστος (VOSL)} = 1.761.154,4 \text{ €}$$

7. Συμπεράσματα

7.1 Σύνοψη αποτελεσμάτων

Στόχος της παρούσας διπλωματικής είναι ο **υπολογισμός του ανθρώπινου κόστους των οδικών ατυχημάτων** με τη μέθοδο «πρόθεση να πληρώσω» (Π.Ν.Π.) καθώς επίσης η μελέτη και η καταγραφή της ευαισθητοποίησης των οδηγών απέναντι στη πιθανότητα εμπλοκής σε οδικό ατύχημα.

Για την εφαρμογή της μεθόδου Π.Ν.Π. πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική ανασκόπηση και επιλέχθηκε η κατάλληλη μέθοδος για τη συλλογή των απαραίτητων στοιχείων, δηλαδή, η **μέθοδος της Δεδηλωμένης Προτίμησης**. Η μέθοδος εφαρμόστηκε μέσω διαδικτυακής έρευνας πεδίου με ερωτηματολόγιο σε κατάλληλα επιλεγμένο αντιπροσωπευτικό δείγμα του πληθυσμού. Από τα ερωτηματολόγια συγκεντρώθηκαν στοιχεία για τις οδηγικές συνήθειες και αντιλήψεις των οδηγών, τις προτιμήσεις και διαθέσεις τους για τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας (συγκεκριμένα το ποσό της Π.Ν.Π. για διαφορετικά επίπεδα μείωσης πιθανότητας εμπλοκής σε ατύχημα και για διαφορετικής σοβαρότητας ατυχήματα), καθώς και πληροφορίες για τα κοινωνικοοικονομικά τους χαρακτηριστικά.

Τα στοιχεία που συλλέχθηκαν, κωδικοποιήθηκαν σε ένα πίνακα δεδομένων, ώστε να μπορούν να επεξεργαστούν με τη βοήθεια του στατιστικού λογισμικού SPSS αλλά και να αξιοποιηθούν με την γλώσσα προγραμματισμού R. Αναπτύχθηκαν δύο μαθηματικά μοντέλα **Διατεταγμένης Λογιστικής Παλινδρόμησης και Πολυωνυμικής Λογιστικής Παλινδρόμησης**. Το πρώτο μαθηματικό μοντέλο διατεταγμένης λογιστικής παλινδρόμησης αφορά το ετήσιο ποσό που προτίθενται να πληρώσουν οι οδηγοί για να μειωθεί κατά το ήμισυ η πιθανότητα εμπλοκής τους σε οδικό ατύχημα με νεκρούς καθώς και τις παραμέτρους που επηρεάζουν το ποσό αυτό. Το δεύτερο μαθηματικό μοντέλο αφορά την ευαισθητοποίηση των οδηγών απέναντι στην πιθανότητα ατυχήματος, την πρόθεση τους να τη μειώσουν και τα χαρακτηριστικά τους που επηρεάζουν την πρόθεση αυτή. Από την παραπάνω επεξεργασία προέκυψαν τα μοντέλα που συνοψίζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 7.1

	Διατεταγμένη Λογιστική Παλινδρόμηση			Πολυωνυμική Λογιστική Παλινδρόμηση					
	Ευρώ προς επένδυση για να μειωθεί 50% η πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με νεκρούς			20% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα κατά τη διάρκεια του ταξιδιού			50% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα κατά τη διάρκεια του ταξιδιού		
Ανεξάρτητες μεταβλητές	Estimate	Significance	Odds Ratio	Coefficients	z-value	odds ratio	Coefficients	z-value	odds ratio
Σταθερά	-5.308	0.000	-	4.971	8.961	-	4.917	6.971	-
Καμία εμπλοκή ως οδηγός σε οδικό ατύχημα με παθόντες	-2.499	0.000	0.08	0	-	-	0	-	-
Εμπλοκή ως οδηγός σε ένα οδικό ατύχημα με παθόντες	-2.086	0.004	0.12	-0.116	-0.602	0.890	-0.707	-3.484	0.493
Εμπλοκή ως οδηγός σε >1 οδικά ατυχήματα με παθόντες	0	-	-	0.673	1.910	1.960	1.050	2.974	2.857
<10.000€ ετήσιο οικογενειακό εισόδημα	-1.566	0.003	0.21						
10.000-25.000€ ετήσιο οικογενειακό εισόδημα	0.772	0.113							
25.000-50.000€ ετήσιο οικογενειακό εισόδημα	-1.433	0.002	0.24						
>50.000€ ετήσιο οικογενειακό εισόδημα	0	-	-						
<10 χιλιόμετρα εβδομαδιαίως	0.988	0.031	2.69						
10-40 χιλιόμετρα εβδομαδιαίως	0.901	0.024	2.46						
40-100 χιλιόμετρα εβδομαδιαίως	1.185	0.001	3.27						
>100 χιλιόμετρα εβδομαδιαίως	0	-	-						
Επιπλέον χρόνος ταξιδιού (λεπτά)				-0.038	-5.426	0.963	-0.034	-6.354	0.966
Επιπλέον κόστος ταξιδιού (€)				-0.088	-10.662	0.916	-0.061	-10.011	0.940
18-24 ετών (τιμή αναφορά)				0	-	-	0	-	-
25-34 ετών				-1.010	-3.835	0.364	-0.862	-3.214	0.422
35-54 ετών				-0.860	-2.964	0.423	-0.480	-1.628	0.619
55-65 ετών				0.037	0.111	1.038	0.128	0.372	1.136
>65 ετών				1.928	1.817	6.872	2.186	2.060	8.896
Φύλο= Άντρας (τιμή αναφοράς)				0	-	-	0	-	-
Φύλο= Γυναίκα				0.359	2.189	1.431	0.338	1.991	1.401
1-10% εκτιμώμενη πιθανότητα εμπλοκής σε οδικό ατύχημα με ελαφρά τραυματίες (αναφοράς)				0	-	-	0	-	-
11-20% εκτιμώμενη πιθανότητα εμπλοκής σε οδικό ατύχημα με ελαφρά τραυματίες				-0.837	-3.319	0.433	-1.323	-5.038	0.266
21-30% εκτιμώμενη πιθανότητα εμπλοκής σε οδικό ατύχημα με ελαφρά τραυματίες				-1.011	-3.989	0.364	-1.179	-4.463	0.308
31-40% εκτιμώμενη πιθανότητα εμπλοκής σε οδικό ατύχημα με ελαφρά τραυματίες				-0.680	-2.263	0.507	-0.781	-2.570	0.458
>40% εκτιμώμενη πιθανότητα εμπλοκής σε οδικό ατύχημα με ελαφρά τραυματίες				-0.298	-4.896	0.742	-2.055	-6.659	0.128
Δίτροχο (τιμή αναφοράς)				0	-	-	0	-	-
ΙΧ				0.189	0.766	1.201	0.501	1.793	1.650
Συνδυασμοί οχημάτων				0.965	2.842	2.624	1.753	4.712	5.771
Σκοπός μετακίνησης «Εργασία» (τιμή αναφοράς)				0	-	-	0	-	-
Σκοπός μετακίνησης «Ψώνια-Αναψυχή»				0.313	0.998	1.367	0.772	2.440	2.165
Σκοπός μετακίνησης «Εκπαίδευση»				0.306	0.996	1.426	0.566	1.800	1.762
Σκοπός μετακίνησης «Κοινωνικές-Υποχρεώσεις»				-0.108	-0.291	0.897	1.302	3.645	3.676
Σκοπός μετακίνησης «Άλλοι λόγοι»				-1.468	-5.163	0.230	-2.163	-6.437	0.115
Λίγο ανήσυχος για το ενδεχόμενο εμπλοκής σε ατύχημα (τιμή αναφοράς)				0	-	-	0	-	-
Αρκετά ανήσυχος για το ενδεχόμενο εμπλοκής σε ατύχημα				0.344	1.882	1.411	0.894	4.705	2.456
Πολύ ανήσυχος για το ενδεχόμενο εμπλοκής σε ατύχημα				1.037	4.196	2.822	2.228	8.951	9.284
<1 ώρες οδήγησης εβδομαδιαίως				0	-	-	0	-	-
1-4 ώρες οδήγησης εβδομαδιαίως				-0.467	-1.241	0.627	-0.766	-2.028	0.465
4-10 ώρες οδήγησης εβδομαδιαίως				-0.856	-2.322	0.425	-0.868	-2.329	0.420
>10 ώρες οδήγησης εβδομαδιαίως				-1.132	-2.872	0.322	-1.429	-3.576	0.239
<200€ ετησίως για 50% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με βαριά τραυματίες (αναφοράς)				0	-	-	0	-	-
200€-500€ ετησίως για 50% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με βαριά τραυματίες				0.325	1.656	1.384	0.875	3.818	2.400
500-1000€ ετησίως για 50% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με βαριά τραυματίες				0.398	1.796	1.489	2.011	8.262	7.472
>1000€ ετησίως για 50% μείωση στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με βαριά τραυματίες				0.952	3.402	2.592	2.783	9.449	16.161

7.2 Συμπεράσματα

Παρακάτω παρατίθενται τα βασικότερα συμπεράσματα της παρούσας έρευνας, που αφορούν τόσο στο ανθρώπινο κόστος στην Ελλάδα, όσο και στην ευαισθησία των Ελλήνων οδηγών απέναντι στον κίνδυνο εμπλοκής τους σε οδικό ατύχημα. Η αποτελεσματική αξιοποίηση των συμπερασμάτων αυτών μπορεί να συνεισφέρει στην εξεύρεση κατάλληλων τρόπων βελτίωσης της συμπεριφοράς του Έλληνα οδηγού, και συνεπώς να βελτιωθεί το επίπεδο της οδικής ασφάλειας προς όφελος της κοινωνίας.

Ανθρώπινο Κόστος

Το ανθρώπινο κόστος υπολογίζεται με βάση τη μεθοδολογία και τις παραδοχές που αναφέρονται στη σύγχρονη διεθνή βιβλιογραφία. Οι παράμετροι υπολογισμού του ανθρώπινου κόστους είναι ο συνολικός αριθμός οικογενειών (σο), το μέσο ετήσιο οικογενειακό εισόδημα (οε), η πρόθεση να πληρώσουν (πνπ) και ο μέσος αριθμός νεκρών ανά έτος σε οδικά ατυχήματα στην Ελλάδα. Η σχέση που δίνει το συνολικό ποσό, που οι οικογένειες έχουν την πρόθεση να πληρώσουν και εξαρτάται από το μέσο οικογενειακό εισόδημα για το έτος 2001, είναι η ακόλουθη:

$$\text{Πνπ} = (\text{οε}) * (\text{πνπ}) * \text{σο} = \mathbf{2.426.870.748 \text{ €}}$$

Αφού οι νεκροί σε οδικά ατυχήματα είναι κατά μέσο όρο 1.378 κάθε έτος, προκύπτει το ανθρώπινο κόστος ανά νεκρό σε οδικό ατύχημα ίσο με **1.761.154 €**.

Ευαισθητοποίηση των οδηγών απέναντι στην πιθανότητα ατυχήματος

- 1) Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης έρευνας έδειξαν ότι **η συντριπτική πλειονότητα των Ελλήνων οδηγών επιλέγει τη μείωση (μικρή ή μεγάλη) της πιθανότητας εμπλοκής σε οδικό ατύχημα**. Κατά συνέπεια, ενδεχόμενη εφαρμογή μέτρων προς αυτή την κατεύθυνση έχουν την αποδοχή των Ελλήνων οδηγών και αναμένεται να είναι ικανοποιημένοι από την ασκούμενη πολιτική μεταφορών. Δηλαδή, οι οδηγοί είναι διατεθειμένοι να προσαρμοστούν στη νέα αυτή κατάσταση η οποία ναι μεν θα επιφέρει θετικά αποτελέσματα σχετικά με την αντιμετώπιση του προβλήματος της οδικής ασφάλειας, ωστόσο θα σημαίνει αύξηση του χρόνου και του κόστους των μεταφορών σε καθημερινή βάση.
- 2) Όσο μεγαλώνει η αύξηση της διάρκειας ή του κόστους ταξιδιού (ή και των 2 ταυτοχρόνως), προκειμένου να μειωθεί η πιθανότητα εμπλοκής σε οδικό ατύχημα, τόσο μικραίνει η πιθανότητα ο μέσος Έλληνας οδηγός να επιλέξει μεγάλη μείωση της πιθανότητας εμπλοκής του σε οδικό ατύχημα, ανεξάρτητα των δημογραφικών χαρακτηριστικών του. **Όσο μεγαλώνει δηλαδή η διάρκεια και το κόστος ταξιδιού, τόσο μεγαλύτερο ποσοστό των Ελλήνων οδηγών αρνείται να αποδεχτεί τις επιπλέον επιβαρύνσεις**. Το γεγονός αυτό είναι αναμενόμενο και σύμφωνο με τις βασικές αρχές του συγκοινωνιακού σχεδιασμού, αφού τα δύο αυτά κριτήρια αποτελούν τις βασικότερες

παραμέτρους, που επηρεάζουν την επιλογή των μετακινήσεων στη συντριπτική πλειοψηφία των συγκοινωνιακών μελετών και ερευνών.

- 3) Η **ηλικία** των ερωτηθέντων επηρεάζει σημαντικά τις επιλογές τους σχετικά με την επιλογή ή μη της μείωσης καθώς και το μέγεθος αυτής. Αναλυτικότερα, **οι οδηγοί ηλικίας 25-34 ετών έχουν 58% μειωμένη πιθανότητα να επιλέξουν 50% μείωση** έναντι της επιλογής Καμία μεταβολή συγκριτικά με τους οδηγούς ηλικίας 18-24. Η παρατήρηση αυτή ίσως οφείλεται στην απειρία των νέων οδηγών και στην ενδεχόμενη ανασφάλεια που αυτή επιφέρει. Στη συνέχεια για τους ερωτηθέντες >34 ετών όσο μεγαλώνει η ηλικία τόσο αυξάνει η πρόθεση τους να επενδύσουν στην οδική ασφάλεια με το ποσοστό αυτό να εκτινάσσεται για οδηγούς >65 ετών. Συγκεκριμένα, οι οδηγοί >65 ετών έχουν περίπου 9 φορές μεγαλύτερη πιθανότητα να επιλέξουν 50% μείωση έναντι της επιλογής Καμία μεταβολή συγκριτικά με τους οδηγούς ηλικίας 18-24. Το γεγονός αυτό ενδεχομένως οφείλεται στο ότι οι ηλικιωμένοι έχουν συνειδητοποιήσει καλύτερα την αυξημένη πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα τόσο του γενικού πληθυσμού όσο και των ιδίων λόγω της αδυναμίας τους να αντιδράσουν έγκαιρα και αποτελεσματικά σε πιθανό οδικό ατύχημα.
- 4) Χρήσιμα συμπεράσματα εξάγονται για την συμπεριφορά των οδηγών ανάλογα με το φύλο. **Οι γυναίκες σε σχέση με τους άνδρες εμφανίζονται περισσότερο ανεκτικές στην αύξηση του χρόνου και του κόστους ταξιδιού** και συνεπώς περισσότερο πρόθυμες να επενδύσουν σε συγκοινωνιακές παρεμβάσεις που ενισχύουν τα επίπεδα οδικής ασφάλειας. Η διαφοροποίηση αυτή πιθανώς οφείλεται στο γεγονός ότι οι άνδρες διανύουν περισσότερα οχηματοχιλιόμετρα και κατά συνέπεια δαπανούν περισσότερο χρόνο και κόστος για τις μεταφορικές τους ανάγκες συγκριτικά με τις γυναίκες και είναι λιγότερο διατεθειμένοι για επιπλέον αυξήσεις στο χρόνο και το κόστος μετακίνησης προς όφελος της ασφάλειας.
- 5) Ένα ενδιαφέρον αλλά και αναμενόμενο συμπέρασμα εξάγεται από τον σκοπό για τον οποίον μετακινείται ο κάθε οδηγός. Ειδικότερα, **οι Έλληνες των οποίων ο κύριος σκοπός μετακίνησης τους είναι για εργασία έχουν 2.2 φορές μικρότερη πιθανότητα να επιλέξουν 50% μείωση** έναντι της επιλογής Καμία μεταβολή συγκριτικά με τους οδηγούς των οποίων ο κύριος σκοπός των μετακινήσεων τους είναι για ψώνια και αναψυχή. Το αποτέλεσμα αυτό ενδεχομένως οφείλεται στο ότι οι μετακινήσεις για εργασία είναι λιγότερο επιδεκτικές σε αύξηση χρόνου και κόστους σε σχέση με εκείνες για ψώνια και αναψυχή. Παράλληλα, η διαδρομή που διανύει κάποιος προκειμένου να μεταβεί στον χώρο εργασίας του έχει πολύ συγκεκριμένα και συνεπώς διαχειρίσιμα χαρακτηριστικά. Αναλυτικότερα, ο χρόνος και οι κυκλοφοριακές συνθήκες είναι παρεμφερείς σε κάθε μετακίνηση και επομένως του δημιουργείται η αίσθηση ασφάλειας και δεν προτίθεται να επενδύσει για να μειώσει τον κίνδυνο ατυχήματος.
- 6) Σε αντίθεση με όσα πιθανώς αναμενόταν, παρατηρείται **αρνητική συσχέτιση μεταξύ του εβδομαδιαίου χρόνου οδήγησης και της προθυμίας του οδηγού να**

επιλέξει μείωση της πιθανότητας εμπλοκής του σε οδικό ατύχημα. Χαρακτηριστικά, οι Έλληνες που οδηγούν >10 ώρες την εβδομάδα έχουν 76% μειωμένη πιθανότητα να επιλέξουν 50% μείωση έναντι της επιλογής Καμία μεταβολή συγκριτικά με εκείνους που οδηγούν <1 ώρα εβδομαδιαίως. Το γεγονός αυτό ενδεχομένως εξηγείται από το ότι οι οδηγοί που οδηγούν ήδη αρκετές ώρες εβδομαδιαίως δεν επιθυμούν να αυξήσουν επιπλέον τον χρόνο μετακίνησής τους προς όφελος της οδικής ασφάλειας. Αντίθετα εκείνοι που οδηγούν λιγότερο από 1 ώρα εβδομαδιαίως είναι ενδεχομένως περισσότερο διατεθειμένοι να αυξήσουν τον χρόνο μετακίνησής τους προς όφελος της οδικής ασφάλειας.

- 7) Αναμενόμενο, αλλά εξαιρετικά σημαντικό, κρίνεται το γεγονός ότι **οι οδηγοί που επέλεξαν αύξηση του επιπέδου οδικής ασφάλειας** στα διάφορα σενάρια ταξιδιών και επιβαρύνσεων **είναι οι ίδιοι που επέλεξαν τα υψηλότερα ποσά** στην ερώτηση “Ποιό είναι το μέγιστο ποσό (€/έτος) του οικογενειακού εισοδήματός σας που θα δίνετε κάθε χρόνο για να μειωθεί η πιθανότητα εμπλοκής κάποιου στενού συγγενή σας κατά 50% σε οδικό ατύχημα με βαριά τραυματίες;”. Το γεγονός αυτό έχει βαρύνουσα σημασία κυρίως επειδή υποδηλώνει ότι η στάση των ερωτώμενων δεν έχει ευκαιριακά χαρακτηριστικά αλλά αποτελεί πάγια και απολύτως συνειδητή θέση τους και αυτό διότι η ερώτηση έχει πιο δεσμευτικό χαρακτήρα και μεγαλύτερα ποσά ετήσιας επένδυσης.
- 8) Ενδιαφέροντα συμπεράσματα εξάγονται και για τον ρόλο του αριθμού των οδικών ατυχημάτων που έχουν εμπλακεί οι Έλληνες οδηγοί. Αναλυτικότερα, **οδηγοί οι οποίοι έχουν συμμετάσχει σε περισσότερα από ένα ατυχήματα με παθόντες, είναι περίπου 3 φορές πιο πιθανό να επιλέξουν 50% μείωση** έναντι της επιλογής Καμία μεταβολή σε σχέση με εκείνους που δεν έχουν εμπλακεί σε ατύχημα. Ενδεχομένως η εμπειρία τους αυτή, να τους έχει προκαλέσει αίσθημα ανασφάλειας και αμφιβολίας για τις οδηγικές τους ικανότητες. Αντιστοίχως, πιθανώς να έχουν συνειδητοποιήσει καλύτερα την αυξημένη πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα και να είναι περισσότερο δεκτικοί να επενδύσουν για να μειωθεί η πιθανότητα εκ νέου εμπλοκής τους σε ατύχημα.
- 9) Ουσιαστική επιρροή στην στάση των οδηγών απέναντι στην οδική ασφάλεια και στις θυσίες που πρέπει να γίνουν προκειμένου να βελτιωθεί, φαίνεται να έχει και ο τύπος του οχήματος του οδηγού. Ειδικότερα, **οι οδηγοί που χρησιμοποιούν αμιγώς ΙΧ εμφανίζονται περισσότερο συντηρητικοί και επομένως πρόθυμοι να επενδύσουν στην οδική ασφάλεια** με το αντίστοιχο τίμημα σε χρόνο και κόστος συγκριτικά με εκείνους που έχουν επιλέξει δίκυκλο για τις καθημερινές τους μετακινήσεις. Η παρατήρηση αυτή ενδεχομένως έγκειται στο ότι οι Έλληνες που επιλέγουν δίκυκλο για τις μετακινήσεις τους το κάνουν με στόχο την εξοικονόμηση χρόνου και κόστους και κατά συνέπεια δεν είναι διατεθειμένοι να παραμερίσουν αυτήν ακριβώς την προτεραιότητα τους ούτως ώστε να μειωθεί η πιθανότητα εμπλοκής τους σε ατύχημα. Άλλωστε, οι δικυκλιστές έχουν εξ αρχής αποδεχθεί (εξ ανάγκης ή μη) την αυξημένη

πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα που συνεπάγεται η οδήγηση μοτοσυκλετών, μοτοποδηλάτων και ποδηλάτων.

- 10) Αξίζει να σημειωθεί ότι όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά που επηρέασαν την επιλογή των οδηγών ανάμεσα στην 50% μείωση της πιθανότητας εμπλοκής σε οδικό ατύχημα και Καμία μεταβολή έχουν αντίστοιχη επίδραση και στην επιλογή 20% μείωση. Αναλυτικότερα, **οι οδηγοί που επέλεξαν τη μεγάλη μείωση της πιθανότητας έναντι της καμίας παρέμβασης είναι εκείνοι που προτιμούν την έστω μικρή μείωση από την απόλυτη αδράνεια**. Συνεπώς, οι τάσεις που παρατηρήθηκαν δεν είναι τυχαίες, αλλά υποδηλώνουν την σταθερή βούληση των οδηγών για αύξηση του επιπέδου οδικής ασφάλειας στην Ελλάδα.

Χαρακτηριστικά που επηρεάζουν το ποσό το οποίο προτίθενται να επενδύσουν οι οδηγοί για την βελτίωση της οδικής ασφάλειας

- 1) Βασικό χαρακτηριστικό που διαμορφώνει την επιλογή των οδηγών σχετικά με το ποσό που προτίθενται να δώσουν για την αύξηση της οδικής ασφάλειας είναι το ετήσιο οικογενειακό εισόδημα των ερωτώμενων. Αναλυτικότερα, παρατηρείται **θετική συσχέτιση μεταξύ του οικογενειακού εισοδήματος του οδηγού και της πρόθεσης του να επενδύσει προκειμένου να μειωθεί η πιθανότητα εμπλοκής του** κατά 50% σε ατύχημα με νεκρούς κατά τη διάρκεια της ζωής του. Χαρακτηριστικά, οι οδηγοί με ετήσιο οικογενειακό εισόδημα <10.000€ έχουν 79% μικρότερη πιθανότητα να επιλέξουν 200-500€ έναντι 200€ συγκριτικά με εκείνους των οποίων το οικογενειακό εισόδημα είναι >50.000€. Η τάση αυτή οφείλεται ενδεχομένως στη διαφορετική αξία που έχουν τα χρήματα για τον κάθε οδηγό, η οποία είναι άμεση συνάρτηση το εισοδήματος του.
- 2) Ενδιαφέρον παρουσιάζει επίσης η επιρροή του αριθμού των ατυχημάτων με παθόντες στα οποία έχει εμπλακεί ένας οδηγός, στο ποσό το οποίο προτίθεται να διαθέσει. Συγκεκριμένα, **οι οδηγοί οι οποίοι δεν έχουν εμπλακεί (ως οδηγοί) σε ατύχημα με παθόντες έχουν 92% μειωμένη πιθανότητα να πληρώσουν 200-500€ αντί <200€ στην ερώτηση “Ποιό είναι το μέγιστο ποσό (€/έτος) του οικογενειακού εισοδήματος σας που θα δίνετε κάθε χρόνο για να μειωθεί η πιθανότητα εμπλοκής ΣΑΣ κατά 50% σε οδικό ατύχημα με Νεκρούς”** σε σχέση με εκείνους οι οποίοι έχουν εμπλακεί ως οδηγοί σε >1 ατυχήματα με παθόντες. Η τάση αυτή πιθανώς να οφείλεται στο ότι όσοι δεν έχουν εμπλακεί σε ατύχημα με παθόντες ενδεχομένως υποτιμούν την πιθανότητα συγκριτικά με εκείνους που είχαν αντίστοιχη εμπειρία και κατά συνέπεια δεν προτίθενται να επενδύσουν στην βελτίωση της οδικής ασφάλειας.

Τα παραπάνω συμπεράσματα της παρούσας έρευνας οδήγησαν στις προτάσεις της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας. Οι προτάσεις αυτές πιστεύεται ότι θα βοηθήσουν στον προσδιορισμό των καταλληλότερων μέτρων για τη βελτίωση της συμπεριφοράς του Έλληνα οδηγού, και κατ' επέκταση στον περιορισμό του μεγάλου προβλήματος της οδικής ασφάλειας, που απασχολεί σήμερα όλες τις σύγχρονες κοινωνίες.

7.3 Προτάσεις

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα που εξήχθησαν κατά την εκπόνηση της Διπλωματικής Εργασίας, είναι δυνατό να διατυπωθούν ορισμένες προτάσεις, οι οποίες συνοψίζονται παρακάτω.

Τα ποσοτικοποιημένα στοιχεία που αφορούν στις ωφέλειες από τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας αποτελούν κριτήριο για την ανάπτυξη συγκοινωνιακών επενδύσεων και παρεμβάσεων. Θα ήταν σκόπιμος, λοιπόν, **ο τακτικός υπολογισμός του κόστους των οδικών ατυχημάτων**, με σαφείς ορισμούς των στοιχείων του, προκειμένου να εξασφαλίζεται η βέλτιστη ακρίβειά του και κατ' επέκταση η ορθή επιλογή των επενδύσεων. Επιπλέον, κατά τη διαδικασία λήψης των αποφάσεων, οι αρμόδιοι οφείλουν **να συνυπολογίζουν το βαρύνουσας σημασίας ανθρώπινο κόστος των οδικών ατυχημάτων**, δηλαδή τις μη υλικές και οικονομικές συνιστώσες του ολικού κόστους των ατυχημάτων.

Από την παρούσα έρευνα, γίνεται αντιληπτή η επίγνωση του κινδύνου εμπλοκής σε οδικό ατύχημα που υπάρχει σε σημαντικό ποσοστό του νεανικού πληθυσμού της χώρας, ενδεχομένως λόγω της οδηγικής απειρίας. Για την αποτελεσματικότερη εξοικείωση και την πιο ψύχραιμη οδηγική συμπεριφορά των νέων, **προτείνεται η καθιέρωση μαθημάτων κυκλοφοριακής αγωγής σε θεωρητικό αλλά και πρακτικό επίπεδο**. Αντίστοιχες ενημερωτικές εκδηλώσεις θα συνεισφέρουν στην συνειδητοποίηση του κινδύνου από τους πιο συχνούς χρήστες οχημάτων, που πιθανώς λόγω της μεγάλης οδηγικής εμπειρίας υποτιμούν την πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα. Παρομοίως, οι **συνεχείς κοινοποιήσεις των στατιστικών στοιχείων και η προβολή χαρακτηριστικών ατυχημάτων που συμβαίνουν στο ελληνικό οδικό δίκτυο**, θα συντελέσουν στην συνειδητοποίηση ότι τα οδικά ατυχήματα αποτελούν μια από τις χαρακτηριστικές εκφάνσεις έλλειψης κοινωνικής ευθύνης που χρήζει άμεσης αντιμετώπισης.

Σύμμαχος στην παραπάνω προσπάθεια μπορεί να σταθεί η εξέλιξη της τεχνολογίας και η ευρύτατη χρήση των κινητών τηλεφώνων. Η **ανάπτυξη κατάλληλης εφαρμογής**, με την οποία θα πραγματοποιείται έλεγχος των παραβάσεων καθώς και το ενδεχόμενο μίας μορφής επιβράβευσης στους χρήστες με μηδενική συμμετοχή σε παραβάσεις και ατυχήματα, θα κινητοποιήσει τους πολίτες προς την κατεύθυνση βελτίωσης της οδηγικής τους συμπεριφοράς.

Τέλος, λαμβάνοντας υπόψη τις δυσκολίες που συναντώνται κατά την διαδικασία συλλογής των απαραίτητων στοιχείων για τον υπολογισμό του κόστους των ατυχημάτων, κρίνεται αναγκαία η **ανάπτυξη σύγχρονων μεθόδων και συστημάτων καταγραφής και επικαιροποίησης των σχετικών δεδομένων**. Η **συνεργασία των εμπλεκόμενων φορέων** (Τροχαία, νοσοκομεία, ασφαλιστικές εταιρείες κλπ) και η δημιουργία μίας ενιαίας βάσης δεδομένων θα συνέβαλε σημαντικά προς αυτή την κατεύθυνση.

7.4 Περαιτέρω Έρευνα

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία είχε ως στόχο αφενός να προσδιορίσει το ανθρώπινο κόστος των οδικών ατυχημάτων με τη μέθοδο «πρόθεση να πληρώσω» και αφετέρου να προσδιορίσει την ευαισθησία των οδηγών απέναντι στην πιθανότητα ατυχήματος με τη μέθοδο της «δεδηλωμένης προτίμησης».

Σε επόμενη φάση κρίνεται απαραίτητη η **διεξαγωγή μιας Πανευρωπαϊκής έρευνας** με τη μέθοδο «πρόθεση να πληρώσω», ώστε να υπάρχουν **επικαιροποιημένα-συγκρίσιμα στοιχεία** για το σύνολο των χωρών. Επιπροσθέτως, οι μεταφορές είναι σε μεγάλο βαθμό συγχρηματοδοτούμενες από την Ευρωπαϊκή Ένωση και ως εκ τούτου κρίνεται απαραίτητο οι Ευρωπαϊκοί θεσμοί να έχουν πλήρη εικόνα για την διάθεση και την επένδυση των προαναφερθέντων κονδυλίων.

Χρήσιμο ακόμη θα **ήταν να εκπονηθεί μία έρευνα** με αντικείμενο τη σύγκριση των αποτελεσμάτων της παρούσας εργασίας, ως προς την ευαισθησία των οδηγών, με αντίστοιχες έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί σε άλλες χώρες (Ευρώπη και Αμερική). Αυτό θα είχε ως αποτέλεσμα τον εντοπισμό των ομοιοτήτων και των διαφορών στον τρόπο με τον οποίο οι οδηγοί διαφορετικών εθνικοτήτων επιλέγουν την οδική τους συμπεριφορά. Ακόμη, ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει και η **μελέτη της αλληλεπίδρασης της οδικής συμπεριφοράς με τις συγκοινωνιακές υποδομές** του κάθε κράτους και την αλληλεξάρτηση μεταξύ αυτών. Με τον τρόπο αυτό θα μπορούσαν να μελετηθούν ενδεχόμενες αποκλίσεις μεταξύ των λαών και να εξεταστεί πάνω σε ποια βάση εδράζονται αυτές. Θα μπορούσε δηλαδή να γίνει σύγκριση των παραγόντων που επηρεάζουν την οδική συμπεριφορά των οδηγών σε διεθνές επίπεδο, καθώς επίσης και του τρόπου με τον οποίο πραγματοποιείται η συγκεκριμένη επιρροή.

Επίσης, σκόπιμη θεωρείται η **επανάληψη της παρούσας έρευνας μετά από εύλογο χρονικό διάστημα**, ώστε να παρατηρηθούν τυχόν αλλαγές στην συμπεριφορά και την αντίληψη των οδηγών σε θέματα οδικής ασφάλειας. Σε χώρες που έχει γίνει παραπάνω από μία φορά ο υπολογισμός του ανθρώπινου κόστους με τη μέθοδο «πρόθεση να πληρώσω», παρατηρείται ότι με την αλλαγή του βιοτικού επιπέδου αλλάζει το ανθρώπινο κόστος. Ιδιαίτερως την περίοδο αυτή κατά την οποία η οικονομική κρίση έχει πλήξει την χώρας και οι οικονομικοί δείκτες αλλάζουν ραγδαία και ταχύρρυθμα κρίνεται επιβεβλημένο να επικαιροποιείται η παρούσα έρευνα λόγω της ρευστότητας του οικονομικού κλίματος. Με τον τρόπο αυτό ενδέχεται να εντοπιστούν σφάλματα και παραλείψεις κατά την παρούσα διπλωματική εργασία, με αποτέλεσμα να διορθωθούν και να οδηγήσουν σε ακόμη ορθότερα αποτελέσματα.

Άμεση συνέπεια όλων των παραπάνω θα είναι η σφαιρική καταγραφή όλων εκείνων των παραγόντων που σχετίζονται με την οδική ασφάλεια και επηρεάζουν τη συμπεριφορά των οδηγών απέναντι στην πιθανότητα εμπλοκής σε οδικό ατύχημα. Βασική στόχευση αποτελεί η εξυπηρέτηση των κοινωνικών συμφερόντων με τον πιο αποτελεσματικό τρόπο πράγμα που απαιτεί την όσο το δυνατόν ταχεία και στοχευμένη παρέμβαση της πολιτικής αρχής στην αντιμετώπιση του προβλήματος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Alfaro L., Chapuis M., Fabre F., (1994), "COST 313 – Socio-economic cost of road accidents", Final Report of the Action, Brussels, European Commision

Bates J., (1988), "Econometrics Issues in SP Analysis", Journal of Transport Economics and Policy, January 1988

Blomquist G.C. (2000) "The value of Life", USA: University of Kentucky

Blomquist G.C (1979), "Value of Life Saving: Implications of Consumption Activity", Journal of Political Economy, 87: 540-558

Green P., Srinivasan V., (1978), "Conjoint analysis in consumer research: Issues and outlook", Journal of consumer research, Vol.5, pp103-212

Haddak M., Havet N., Lefevre M., (2014)," Willingness-to-Pay for road safety improvement", Groupe d'analyse et de theorie economique, Vol1, wp1406

Jones-Lee M. (1976), "The value of life, an economic analysis", Martin Robertson, London

Jones-Lee M., (1989), "The value of transport safety", Oxford Review of Economic Policy, Vol.6, No2

Jones-Lee M., Hammerton M., Philips P., (1985), "The value of safety: Results of a national sample survey", The Economic Journal, March 1985, pp 49-72

Le H., Geldermalsen T., Lim W., Murphy P., (2011), "Deriving Accident Costs using Willingness-to-Pay Approaches – A case study for Singapore", Australasian Transport Research Forum, pp28-30

Mishan E.J. (1971), "Evaluation of life and limbQ a theoretical approach. Journal of Political Economy", Vol 79, pp687-705

Persson U. (1988, 1989), "The value of risk reduction: results of a wedish sample survey", The Swedish Insitute for Health Economics, Lund

Persson U. & Cedervall M., (1991) "The value of Risk Reduction: Results of a Swedish Sample Survey", The Swedish Insitute for Health Economics

Persson U., Norinder A., Hjalte K., Gralin K. (2001), "The Value of a Statistical Life in Transport: Findings from a new contingent valuation study in Sweden:", The Journal of Risk and Uncertainty, Vol 23, pp121-134

Petridou E., Kyllikidis S., Jeffrey S., Chishti P., Dessypris N., Stone D., (2007), "Unintentional injury mortality in the European Union: how many more lives could be saved?", Scand J. Public Health, Vol 35, pp278-287

SafetyCube (2017), "Crash cost estimates for European Countries", Deliverable 3.2, Final Version, European Commission

Schultz T.W. (1971), "Investment in Human Capital", The Free Press, New York

YANNIS, G., MATSOUKIS, E., GOLIAS, J., (1997), "Road Accidents in Greece", Journal of IAATS, Vol. 21, No. 1, 1997.

Wenge L., Shengchuan Z., (2013), "The Value of Statistical Life in Road Traffic based on logit model", J.Transp Sys Eng & IT, Vol. 13, pp137-141

Ανδρουλιδάκης Μ., Σαλάτα Α.,(2004) "Παράμετροι Επιρροής της Πρόθεσης των Ελλήνων Οδηγών να Πληρώσουν για την Αποφυγή Οδικών Ατυχημάτων", Διπλωματική Εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα

Γιαννής Γ., Ανδρουλιδάκης Μ., Σαλάτα Α., (2012) "Παράμετροι Επιρροής της Πρόθεσης των Ελλήνων Οδηγών να Πληρώσουν για την Αποφυγή Οδικών Ατυχημάτων", Πρακτικά 3^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Οδοποιίας, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, Αθήνα, Φεβρουάριος 2012

Πιτερός Δ., (2014), " Εκτίμηση του κόστους των οδικών ατυχημάτων και διερεύνηση των παραγόντων επιρροής του", Διατριβή Διπλώματος Ειδίκευσης, Πανεπιστήμιο Πάτρας

Υπηρεσία Τροχαίας της Ελληνικής Αστυνομίας

Υ.Μ.Ε. (2011) "Ανάπτυξη Στρατηγικού Σχεδίου για τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας στην Ελλάδα 2011-2020", Τελική έκθεση Ε.Μ.Π., Αθήνα

Φραντζεσκάκης Ι., Γκόλιας Ι. (1994), "Οδική ασφάλεια", Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα

ΕΛΣΤΑΤ – Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία

<http://www.statistics.gr/documents/20181/bab7cb1d-7191-407b-b329-fb449f578c7e>

ΕΛΣΤΑΤ – Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία

https://www.statistics.gr/documents/20181/1210503/A1602_SAM01_DT_DC_00_2011_03_F_GR.pdf/e1ac0b1c-8372-4886-acb8-d00a5a68aabe

Eurostat

<http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/submitViewTableAction.do>

ΚΑΝΕΛΛΑΪΔΗΣ, Γ., ΓΚΟΛΙΑΣ, Ι., (1994), “Βελτίωση της οδικής ασφάλειας στην Ελλάδα”, Τεχνικά Χρονικά, Τόμος 14, Τεύχος 1, Ιανουάριος-Μάρτιος 1994.

ΛΙΑΚΟΠΟΥΛΟΣ, Δ., (2002), “Ανάπτυξη προτύπου για τον υπολογισμό των οικονομικών ωφελειών από τη μείωση του αριθμού των οδικών ατυχημάτων”, Διπλωματική εργασία στον Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής του Ε. Μ. Π.

ΜΙΝΤΣΗΣ, Γ., ΤΑΞΙΛΤΑΡΗΣ, Χ., ΠΕΤΡΟΠΟΥΛΟΣ, Ι., (1992), “Συμβολή στον προσδιορισμό του κόστους οδικών ατυχημάτων με παθόντα πρόσωπα”, 1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Οδικής Ασφάλειας.

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΕΜΠ, (2001), “Ανάπτυξη Στρατηγικού Σχεδίου για τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας στην Ελλάδα 2001-2005”, Υπουργείο Εθνικής Οικονομίας, Αθήνα, Μάρτιος 2001.

Κάλλια Αγγελούση, Αγγελική Κανελλοπούλου, “Προσδιορισμός ανθρώπινου κόστους οδικών ατυχημάτων και ευαισθησίας των οδηγών απέναντι στην πιθανότητα ατυχήματος. Εφαρμογή των μεθόδων ‘πρόθεση-να-πληρώσω’ και ‘δεδηλωμένης προτίμησης’”, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ, Αθήνα, Μάρτιος 2002.

ΦΡΑΝΤΖΕΣΚΑΚΗΣ, Ι., ΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ, Γ., (1986), “Σχεδιασμός των μεταφορών και κυκλοφοριακή τεχνική”, εκδόσεις ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α**ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ**

Ενότητα 1 από 4


ΈΡΕΥΝΑ ΑΝΤΙΛΗΨΗΣ & ΠΡΟΤΙΜΗΣΕΩΝ ΟΔΗΓΩΝ ΓΙΑ ΘΕΜΑΤΑ ΟΔΙΚΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ Με τη μέθοδο της δεδηλωμένης προτίμησης

Σας προσκάλεσα να συμπληρώσετε μια φόρμα για την διπλωματική μου εργασία η οποία εκπονείται υπό την επίβλεψη του καθηγητή του Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής του ΕΜΠ Γεωργίου Γιαννή. Η εργασία έχει ως κύριο στόχο τον προσδιορισμό του συνολικού κόστους των οδικών ατυχημάτων καθώς και της ευαισθητοποίησης των οδηγών απέναντι στην πιθανότητα ατυχήματος. Το ερωτηματολόγιο χρειάζεται 8-10 λεπτά για να ολοκληρωθεί. Οι απαντήσεις είναι ανώνυμες, εμπιστευτικές και τα αποτελέσματα θα χρησιμοποιηθούν αυστηρά και μόνο στο πλαίσιο της έρευνας.

Α' ΜΕΡΟΣ
A1) Ποιά είναι η οδηγική σας εμπειρία; *

- ☐ 0-4
- ☐ 5-9
- ☐ 10-14
- ☐ >15

A2) Τι όχημα οδηγείτε συνήθως ; (Μπορείτε να επιλέξετε περισσότερες από μία επιλογές) *

- ☐ ΙΧ
- ☐ Δίτροχο
- ☐ Φορτηγό-Λεωφορείο

:::

Α3) Πόσες ώρες περίπου οδηγείτε την εβδομάδα ; *

- ☐ <1
- ☐ 1-4
- ☐ 4-10
- ☐ >10

Α4) Πόσα χιλιόμετρα κατά μέσο όρο κάνετε εβδομαδιαίως με το όχημα σας; *

- ☐ <10
- ☐ 10-40
- ☐ 40-100
- ☐ >100

Α5.1) Σε πόσα ατυχήματα με παθόντες έχετε εμπλακεί ως οδηγός; *

- ☐ Κανένα
- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ >3

Α5.2) Σε πόσα ατυχήματα με παθόντες έχετε εμπλακεί ως επιβάτης ή πεζός; *

- ☐ Κανένα
- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ >3

A6) Σε πόσα ατυχήματα με παθόντες έχουν εμπλακεί στενοί συγγενείς ή φίλοι σας;

- ☐ Κανένα
- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ >3

A7) Έχετε αισθανθεί ποτέ ότι κινδυνέψατε να εμπλακείτε σε σοβαρό ατύχημα;

*

- ☐ ΝΑΙ
- ☐ ΟΧΙ

A8.1) Ποιός είναι ως επί το πλείστον ο σκοπός των μετακινήσεων σας ΕΝΤΟΣ πόλης;

*

- ☐ Εργασία
- ☐ Ψώνια-Αναψυχή
- ☐ Εκπαίδευση
- ☐ Κοινωνικές Υποχρεώσεις
- ☐ Άλλοι Λόγοι

A8.2) Ποιός είναι ως επί το πλείστον ο σκοπός των μετακινήσεων σας ΕΚΤΟΣ πόλης;

- ☐ Εργασία
- ☐ Ψώνια-Αναψυχή
- ☐ Εκπαίδευση
- ☐ Κοινωνικές Υποχρεώσεις
- ☐ Άλλοι Λόγοι

Β' ΜΕΡΟΣ

Περιγραφή (προαιρετικό)

B9.1) Πόσοι πιστεύετε ότι είναι οι ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ από οδικά ατυχήματα ετησίως στην Ελλάδα;

- ☐ 3000-7000
- ☐ 7001-12000
- ☐ 12001-20000
- ☐ 20001-35000
- ☐ >35000

B9.2) Πόσοι πιστεύετε ότι είναι οι ΝΕΚΡΟΙ από οδικά ατυχήματα ετησίως στην Ελλάδα;

- ☐ 100-500
- ☐ 501-1000
- ☐ 1001-1700
- ☐ 1701-2500
- ☐ >2500

B10) Αξιολογήστε τους παρακάτω τραυματισμούς χρησιμοποιώντας την κλίμακα 1-5 με το 5 να είναι το σοβαρότερο. *

	1	2	3	4	5
Εκδορές και εγκαύματα για τα οποία χρειάζεται νοσηλεία διήμερη και αποκατάσταση μέσα σε ένα μήνα	☐	☐	☐	☐	☐
Κάταγμα (χέρι)	☐	☐	☐	☐	☐
Νοσηλεία για ένα χρόνο, αλλά πλήρης ανάρρωση	☐	☐	☐	☐	☐
Απώλεια κάτω μέλους (ποδιού)	☐	☐	☐	☐	☐
Απώλεια ματιού	☐	☐	☐	☐	☐
Ουλές μόνιμες και νοσηλεία για ένα χρόνο	☐	☐	☐	☐	☐
Καθήλωση σε αναπηρική καρέκλα για την υπόλοιπη ζωή	☐	☐	☐	☐	☐
Καθήλωση στο κρεβάτι για την υπόλοιπη ζωή	☐	☐	☐	☐	☐

B11) Πόσο ανήσυχoi είστε για το ενδεχόμενο να εμπλακείτε σε οδικό ατύχημα με παθόντες ; (σε κλίμακα 1-3 με το 3 να είναι το μέγιστο) *

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3

B12.1) Ποιά νομίζετε ότι είναι η πιθανότητα να εμπλακείτε σε τροχαίο ατύχημα με ΕΛΑΦΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ κατά τη διάρκεια της ζωής σας;

- ☐ 1-10 στις 100
- ☐ 11-20 στις 100
- ☐ 21-30 στις 100
- ☐ 31-40 στις 100
- ☐ >40 στις 100

B12.2) Ποιά νομίζετε ότι είναι η πιθανότητα να εμπλακείτε σε τροχαίο ατύχημα με ΒΑΡΙΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ κατά τη διάρκεια της ζωής σας;

- ☐ 1-10 στις 100
- ☐ 11-20 στις 100
- ☐ 21-30 στις 100
- ☐ 31-40 στις 100
- ☐ >40 στις 100

B12.3) Ποιά νομίζετε ότι είναι η πιθανότητα να εμπλακείτε σε τροχαίο ατύχημα με ΝΕΚΡΟΥΣ κατά τη διάρκεια της ζωής σας;

- ☐ 1-10 στις 1000
- ☐ 11-20 στις 1000
- ☐ 21-30 στις 1000
- ☐ 31-40 στις 1000
- ☐ >40 στις 1000

Γ' ΜΕΡΟΣ

Βάσει των στατιστικών στοιχείων η πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα κατά τη διάρκεια της ζωής σας είναι περίπου

0,8 % σε ατύχημα με νεκρούς

1,5 % σε ατύχημα με βαριά τραυματίες

85,0 % σε ατύχημα με ελαφρά τραυματίες

Γ13.1) Ποιό είναι το μέγιστο ποσό (€/έτος) του οικογενειακού εισοδήματός σας που θα δίνετε κάθε χρόνο για να μειωθεί η πιθανότητα εμπλοκής ΣΑΣ κατά 20% σε οδικό ατύχημα με:

	<200€	200-500€	500-1000€	>1000€
ΕΛΑΦΡΑ τραυματίες	☐	☐	☐	☐
ΒΑΡΙΑ τραυματίες	☐	☐	☐	☐
ΝΕΚΡΟΥΣ	☐	☐	☐	☐

Γ13.2) Ποιό είναι το μέγιστο ποσό (€/έτος) του οικογενειακού εισοδήματός σας που θα δίνετε κάθε χρόνο για να μειωθεί η πιθανότητα εμπλοκής ΣΑΣ κατά 50% σε οδικό ατύχημα με:

	<200€	200-500€	500-1000€	>1000€
ΕΛΑΦΡΑ τραυματίες	☐	☐	☐	☐
ΒΑΡΙΑ τραυματίες	☐	☐	☐	☐
ΝΕΚΡΟΥΣ	☐	☐	☐	☐

Γ13.3) Ποιό είναι το μέγιστο ποσό (€/έτος) του οικογενειακού εισοδήματος σας που θα δίνετε κάθε χρόνο για να μειωθεί η πιθανότητα εμπλοκής ΚΑΠΟΙΟΥ ΣΤΕΝΟΥ ΣΥΓΓΕΝΗ ΣΑΣ κατά 20% σε οδικό ατύχημα με: *

	<200€	200-500€	500-1000€	>1000€
ΕΛΑΦΡΑ τραυματίες	☐	☐	☐	☐
ΒΑΡΙΑ τραυματίες	☐	☐	☐	☐
ΝΕΚΡΟΥΣ	☐	☐	☐	☐

Γ13.4) Ποιό είναι το μέγιστο ποσό (€/έτος) του οικογενειακού εισοδήματος σας που θα δίνετε κάθε χρόνο για να μειωθεί η πιθανότητα εμπλοκής ΚΑΠΟΙΟΥ ΣΤΕΝΟΥ ΣΥΓΓΕΝΗ ΣΑΣ κατά 50% σε οδικό ατύχημα με: *

	<200€	200-500€	500-1000€	>1000€
ΕΛΑΦΡΑ τραυματίες	☐	☐	☐	☐
ΒΑΡΙΑ τραυματίες	☐	☐	☐	☐
ΝΕΚΡΟΥΣ	☐	☐	☐	☐

Γ14) Απαντώντας στις παραπάνω ερωτήσεις λάβατε υπόψη σας ότι -εκτός * από το κόστος σε χρήμα – ένα τροχαίο ατύχημα έχει ως συνέπεια και απώλεια χρόνου, θλίψη και πόνο σ' εσάς αλλά και στο περιβάλλον σας;

☐ ΝΑΙ

☐ ΟΧΙ

Γ15) Αν είχατε συμπεριλάβει και αυτά, θα είχατε απαντήσει διαφορετικά; *

☐ ΝΑΙ

☐ ΟΧΙ

Γ16.1) Η πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παθόντες κατά τη διάρκεια της ζωής σας είναι περίπου 87%. Θα ήσασταν διατεθειμένος να αυξήσετε τη διάρκεια και το γενικευμένο κόστος μιας διαδρομής 180 λεπτών και με γενικευμένο κόστος 60€ ώστε να μειώσετε τον κίνδυνο οδικού ατυχήματος; Όλα τα σενάρια της ερώτησης 16 αναφέρονται στο ίδιο ταξίδι (κόστος, διάρκεια). Ποια από τις παρακάτω εναλλακτικές προτιμάτε; *

16.1

Σενάριο 1	-20%	-50%	Καμία
Επιπλέον Διάρκεια (λεπτά)	10	30	-
Επιπλέον Κόστος (Ευρώ)	10	30	-
Η επιλογή σας	1	2	0

- ☐ Επιλογή 1 (-20% στην πιθανότητα ατυχήματος)
- ☐ Επιλογή 2 (-50% στην πιθανότητα ατυχήματος)
- ☐ Επιλογή 0 (καμία μείωση στην πιθανότητα ατυχήματος)

Γ16.2) Η πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παθόντες κατά τη διάρκεια της ζωής σας είναι 87%. Ταξίδι διάρκειας 180 λεπτών και γενικευμένου κόστους 60€)

16.2

Σενάριο 2	-20%	-50%	Καμία
Επιπλέον Διάρκεια (λεπτά)	30	60	-
Επιπλέον Κόστος (Ευρώ)	10	30	-
Η επιλογή σας	1	2	0

- ☐ Επιλογή 1 (-20% στην πιθανότητα ατυχήματος)
- ☐ Επιλογή 2 (-50% στην πιθανότητα ατυχήματος)
- ☐ Επιλογή 0 (καμία μείωση στην πιθανότητα ατυχήματος)

:::

Γ16.3) Η πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παθόντες κατά τη διάρκεια της ζωής σας είναι 87%. Ταξίδι διάρκειας 180 λεπτών και γενικευμένου κόστους 60€)

16.3

Σενάριο 3	-20%	-50%	Καμία
Επιπλέον Διάρκεια (λεπτά)	10	30	-
Επιπλέον Κόστος (Ευρώ)	20	45	-
Η επιλογή σας	1	2	0

- ☐ Επιλογή 1 (-20% στην πιθανότητα ατυχήματος)
- ☐ Επιλογή 2 (-50% στην πιθανότητα ατυχήματος)
- ☐ Επιλογή 0 (καμία μείωση στην πιθανότητα ατυχήματος)

Γ16.4) Η πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παθόντες κατά τη διάρκεια της ζωής σας είναι 87%. Ταξίδι διάρκειας 180 λεπτών και γενικευμένου κόστους 60€)

16.4



Σενάριο 4	-20%	-50%	Καμία
Επιπλέον Διάρκεια (λεπτά)	20	45	-
Επιπλέον Κόστος (Ευρώ)	20	45	-
Η επιλογή σας	1	2	0

- ☐ Επιλογή 1 (-20% στην πιθανότητα ατυχήματος)
- ☐ Επιλογή 2 (-50% στην πιθανότητα ατυχήματος)
- ☐ Επιλογή 0 (καμία μείωση στην πιθανότητα ατυχήματος)

Γ16.5) Η πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παθόντες κατά τη διάρκεια της ζωής σας 87%. Ταξίδι διάρκειας 180 λεπτών και γενικευμένου κόστους 60€)

16.5



Σενάριο 5	-20%	-50%	Καμία
Επιπλέον Διάρκεια (λεπτά)	30	60	-
Επιπλέον Κόστος (Ευρώ)	30	30	-
Η επιλογή σας	1	2	0

- ☐ Επιλογή 1 (-20% στην πιθανότητα ατυχήματος)
- ☐ Επιλογή 2 (-50% στην πιθανότητα ατυχήματος)
- ☐ Επιλογή 0 (καμία μείωση στην πιθανότητα ατυχήματος)

...

Γ16.6) Η πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παθόντες κατά τη διάρκεια της ζωής σας είναι 87%. Ταξίδι διάρκειας 180 λεπτών και γενικευμένου κόστους 60€)

16.6

Σενάριο 6	-20%	-50%	Καμία
Επιπλέον Διάρκεια (λεπτά)	30	60	-
Επιπλέον Κόστος (Ευρώ)	20	45	-
Η επιλογή σας	1	2	0

- ☐ Επιλογή 1 (-20% στην πιθανότητα ατυχήματος)
- ☐ Επιλογή 2 (-50% στην πιθανότητα ατυχήματος)
- ☐ Επιλογή 0 (καμία μείωση στην πιθανότητα ατυχήματος)

Γ16.7) Η πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παθόντες κατά τη διάρκεια της ζωής σας είναι 87%. Ταξίδι διάρκειας 180 λεπτών και γενικευμένου κόστους 60€)

16.7

Σενάριο 7	-20%	-50%	Καμία
Επιπλέον Διάρκεια (λεπτά)	10	30	-
Επιπλέον Κόστος (Ευρώ)	10	45	-
Η επιλογή σας	1	2	0

- ☐ Επιλογή 1 (-20% στην πιθανότητα ατυχήματος)
- ☐ Επιλογή 2 (-50% στην πιθανότητα ατυχήματος)
- ☐ Επιλογή 0 (καμία μείωση στην πιθανότητα ατυχήματος)

Γ16.8) Η πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παθόντες κατά τη διάρκεια της ζωής σας είναι 87%. Ταξίδι διάρκειας 180 λεπτών και γενικευμένου κόστους 60€)

16.8

Σενάριο 8	-20%	-50%	Καμία
Επιπλέον Διάρκεια (λεπτά)	30	45	-
Επιπλέον Κόστος (Ευρώ)	30	60	-
Η επιλογή σας	1	2	0

- ☐ Επιλογή 1 (-20% στην πιθανότητα ατυχήματος)
- ☐ Επιλογή 2 (-50% στην πιθανότητα ατυχήματος)
- ☐ Επιλογή 0 (καμία μείωση στην πιθανότητα ατυχήματος)

Γ16.9) Η πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παθόντες κατά τη διάρκεια της ζωής σας είναι 87%. Ταξίδι διάρκειας 180 λεπτών και γενικευμένου κόστους 60€)

16.9

Σενάριο 9	-20%	-50%	Καμία
Επιπλέον Διάρκεια (λεπτά)	10	45	-
Επιπλέον Κόστος (Ευρώ)	20	45	-
Η επιλογή σας	1	2	0

- ☐ Επιλογή 1 (-20% στην πιθανότητα ατυχήματος)
- ☐ Επιλογή 2 (-50% στην πιθανότητα ατυχήματος)
- ☐ Επιλογή 0 (καμία μείωση στην πιθανότητα ατυχήματος)

Γ16.10) Η πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παθόντες κατά τη διάρκεια της ζωής σας είναι 87%. Ταξίδι διάρκειας 180 λεπτών και γενικευμένου κόστους 60€)

16.10

Σενάριο 10	-20%	-50%	Καμία
Επιπλέον Διάρκεια (λεπτά)	30	30	-
Επιπλέον Κόστος (Ευρώ)	30	60	-
Η επιλογή σας	1	2	0

- ☐ Επιλογή 1 (-20% στην πιθανότητα ατυχήματος)
- ☐ Επιλογή 2 (-50% στην πιθανότητα ατυχήματος)
- ☐ Επιλογή 0 (καμία μείωση στην πιθανότητα ατυχήματος)

Δ' ΜΕΡΟΣ

Περιγραφή (προαιρετικό)

Δ17) Ποιο είναι το φύλο σας; *

☐ Άνδρας

☐ Γυναίκα

Δ18) Ποια είναι η ηλικία σας; *

☐ 18-24

☐ 25-34

☐ 35-54

☐ 55-65

☐ >65

Δ19) Ποια είναι η οικογενειακή σας κατάσταση; *

☐ Ανύπαντρος

☐ Παντρεμένος

Δ20) Αριθμός τέκνων *

☐ 0

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ >3

Δ21) Ποιό είναι το επάγγελμά σας; *

☐ Φοιτητής

☐ Ελ. Επαγγελματίας/Ιδιωτικός υπάλληλος

☐ Δημόσιος υπάλληλος

☐ Άνεργος

☐ Οικιακά

Δ22) Πόσο είναι το ετήσιο οικογενειακό σας εισόδημα; *

☐ Έως 10.000€

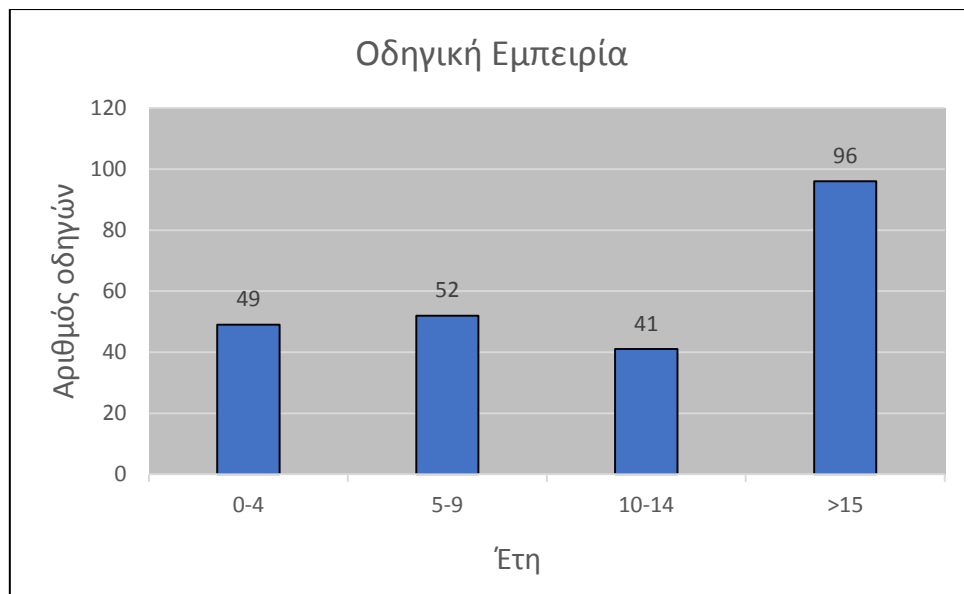
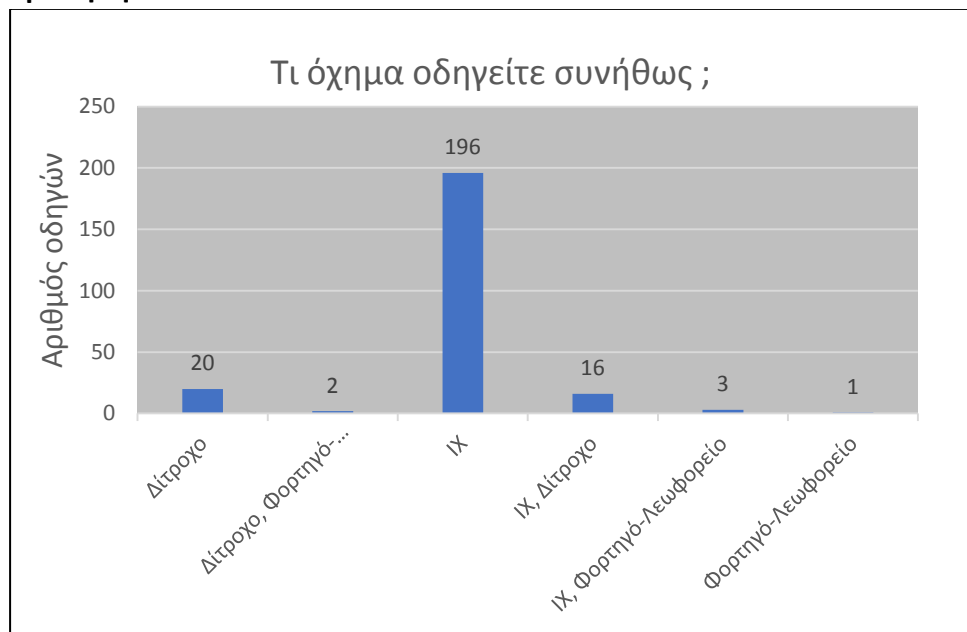
☐ 10.000 έως 25.000€

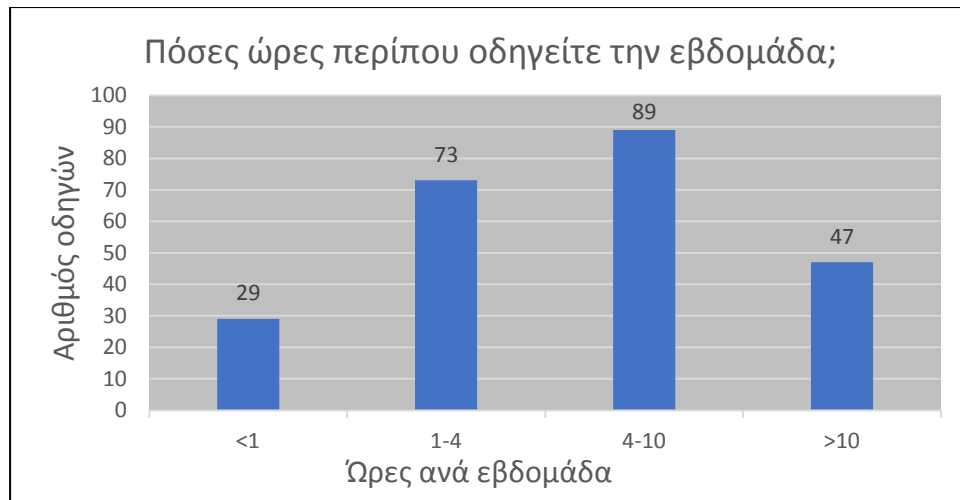
☐ 25.000-50.000€

☐ >50.000€

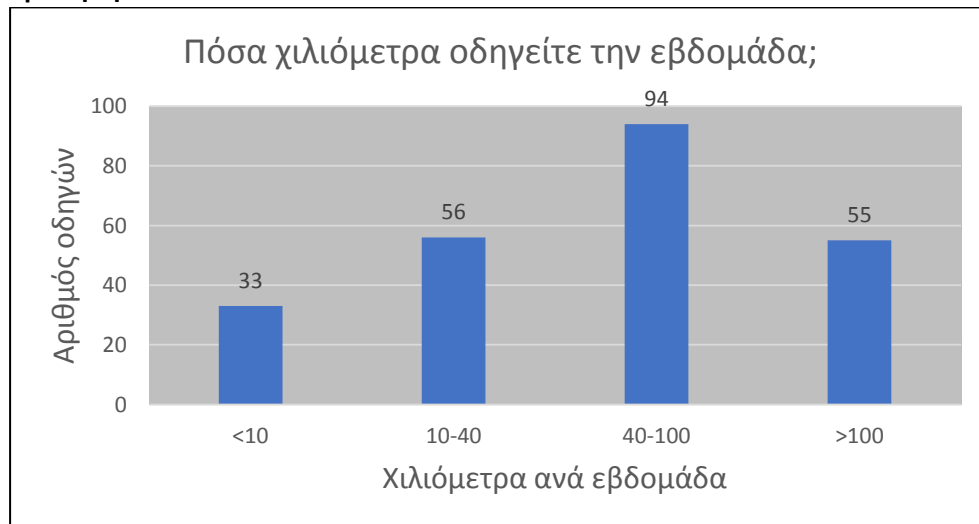
Δ23) Ποιο είναι το επίπεδο της μόρφωσής σας; *

- ☐ Γυμνάσιο
- ☐ Λύκειο
- ☐ ΤΕΙ/ΙΕΚ
- ☐ ΑΕΙ
- ☐ Μεταπτυχιακές σπουδές

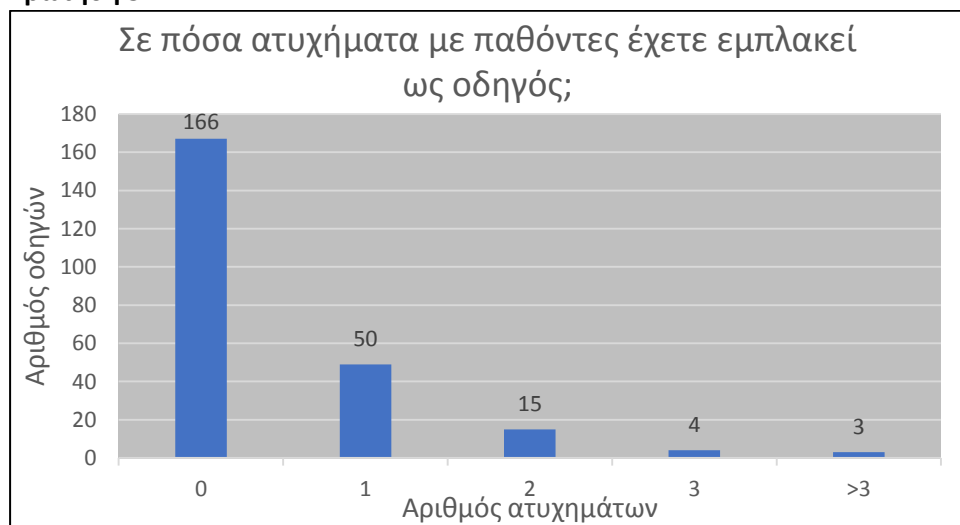
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΒΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ**Ερώτηση 1****Ερώτηση 2****Ερώτηση 3**



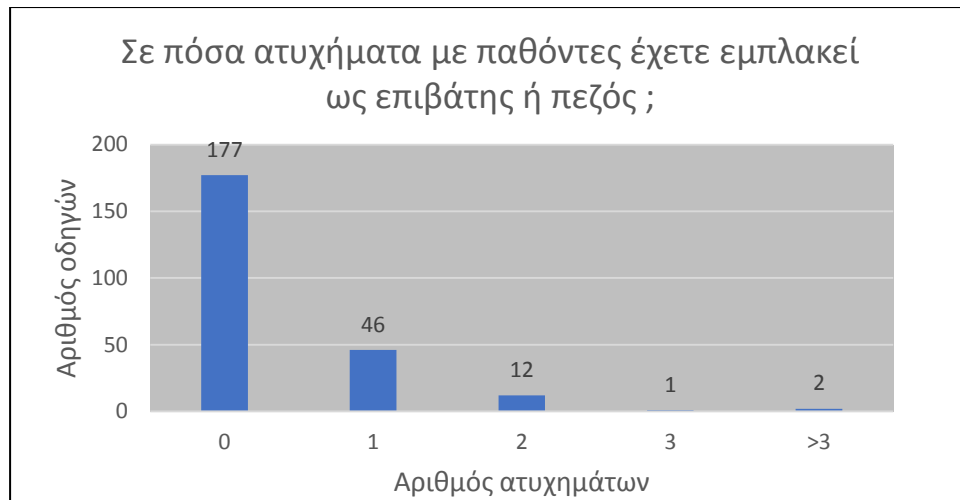
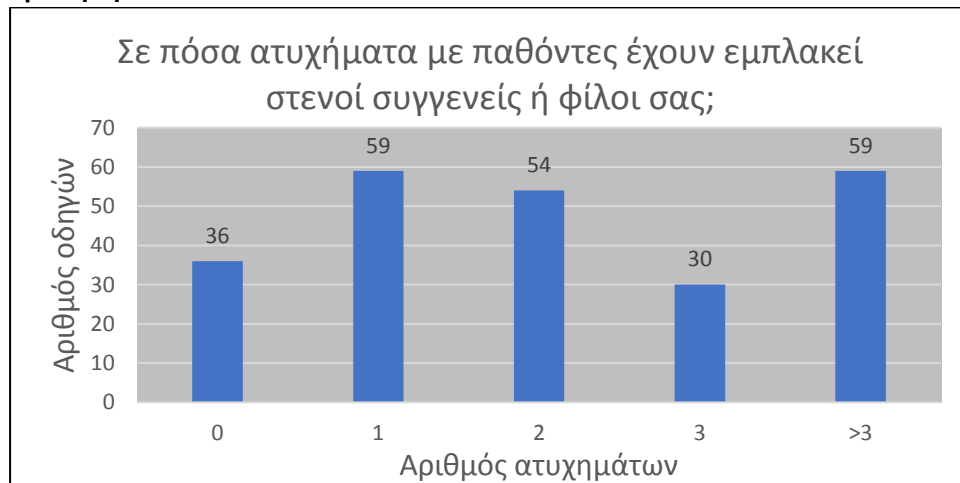
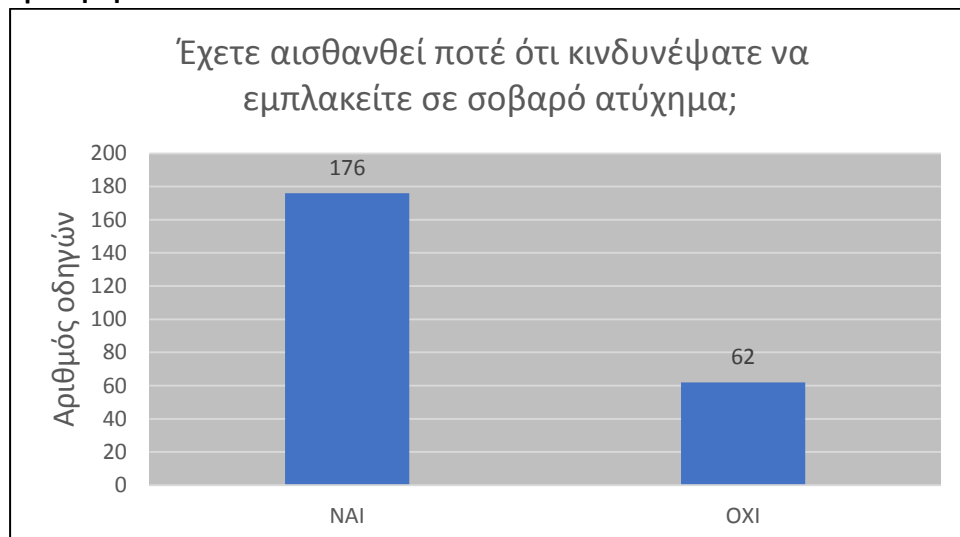
Ερώτηση 4

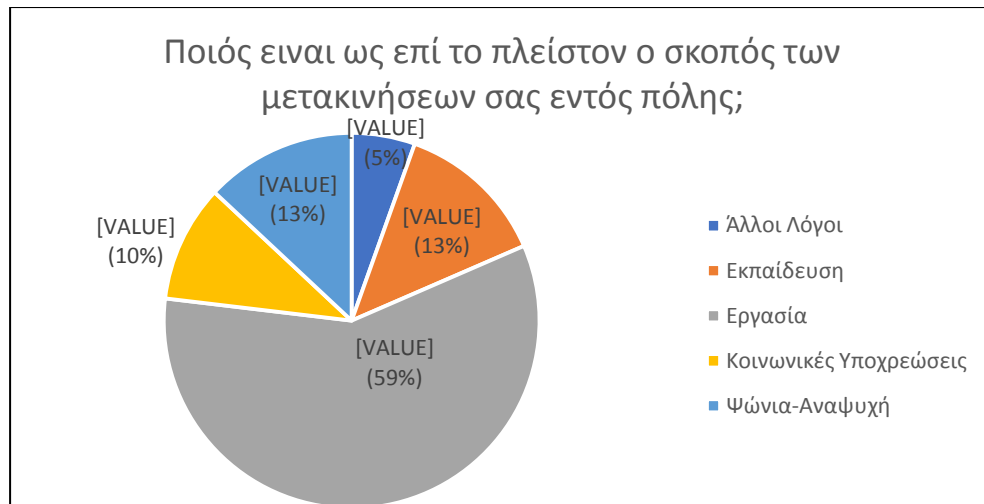


Ερώτηση 5.1

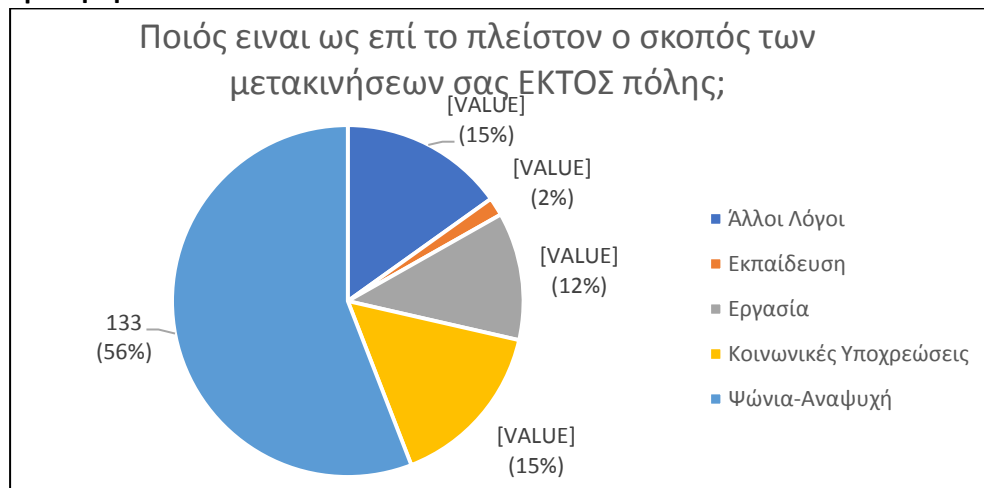


Ερώτηση 5.2

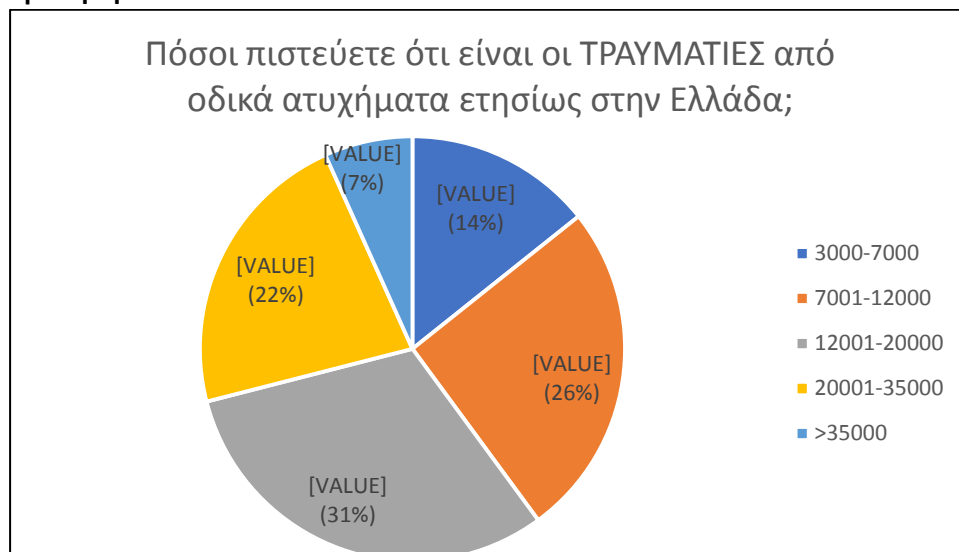
**Ερώτηση 6****Ερώτηση 7****Ερώτηση 8.1**



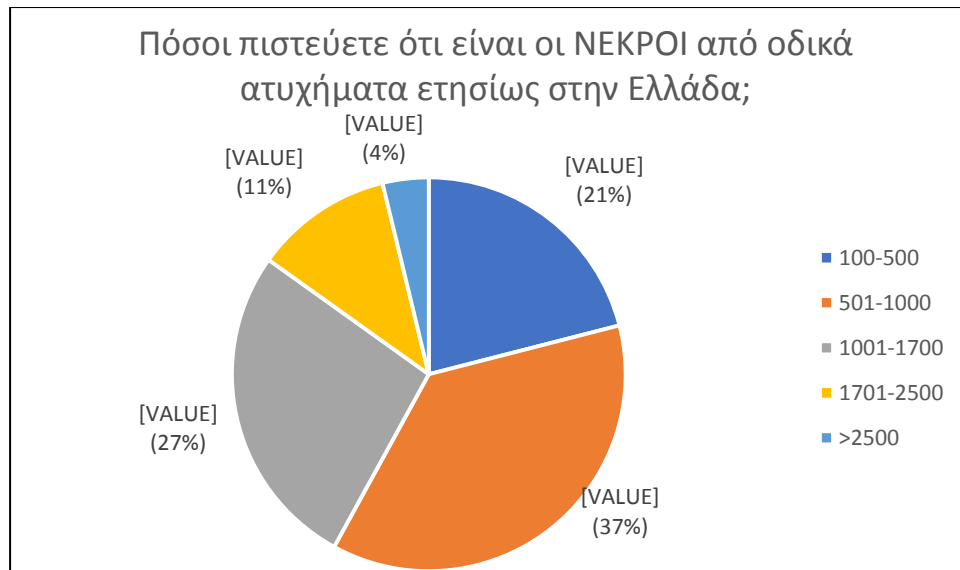
Ερώτηση 8.2



Ερώτηση 9.1



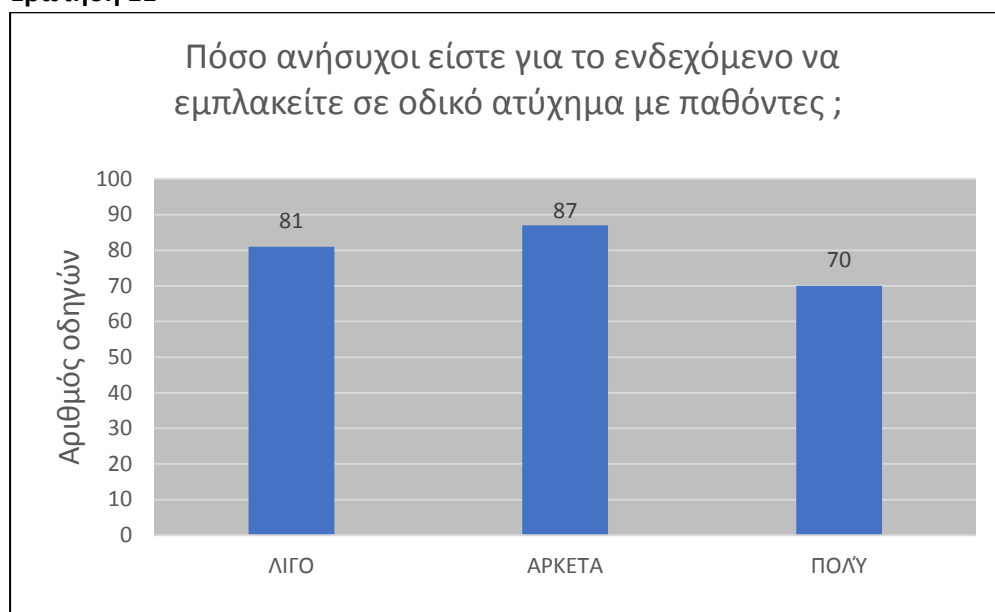
Ερώτηση 9.2



Ερώτηση 10

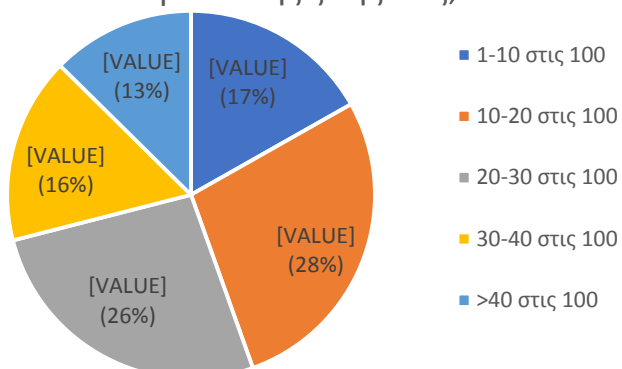
Τραυματισμός	1	2	3	4	5
Εκδορές και εγκαύματα για τα οποία χρειάζεται νοσηλεία διήμερη και αποκατάσταση μέσα σε ένα μήνα	76	82	56	14	5
Κάταγμα (χέρι)	51	90	72	19	6
Νοσηλεία για ένα χρόνο, αλλά πλήρης ανάρρωση	3	30	91	76	38
Απώλεια κάτω μέλους (ποδιού)	0	0	11	59	168
Απώλεια ματιού	0	0	9	64	165
Ουλές μόνιμες και νοσηλεία για ένα χρόνο	1	16	68	103	50
Καθήλωση σε αναπηρική καρέκλα για την υπόλοιπη ζωή	0	0	6	13	219
Καθήλωση στο κρεβάτι για την υπόλοιπη ζωή	0	0	4	1	233

Ερώτηση 11



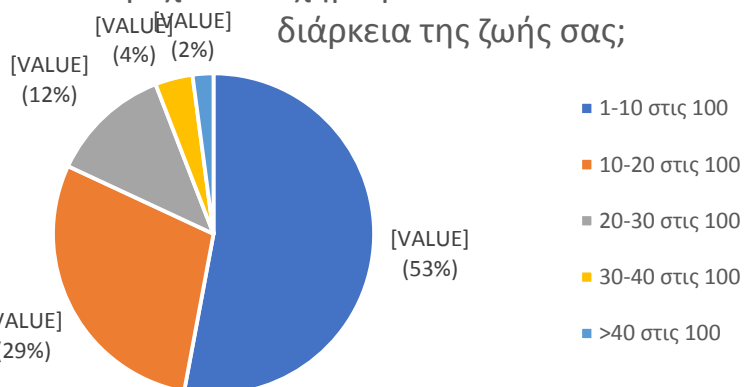
Ερώτηση 12.1

Εκτιμώμενη πιθανότητα εμπλοκής σε τροχαίο ατύχημα με ελαφρά τραυματίες κατά τη διάρκεια της ζωής σας;



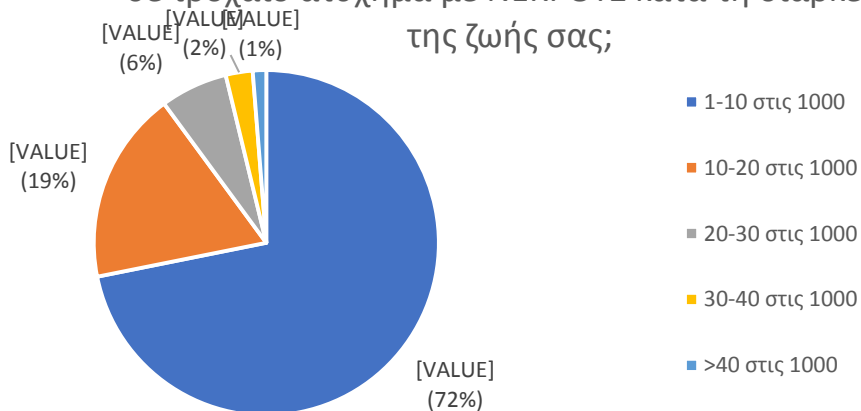
Ερώτηση 12.2

Ποιά νομίζετε ότι είναι η πιθανότητα να εμπλακείτε σε τροχαίο ατύχημα με ΒΑΡΙΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ κατά τη διάρκεια της ζωής σας;

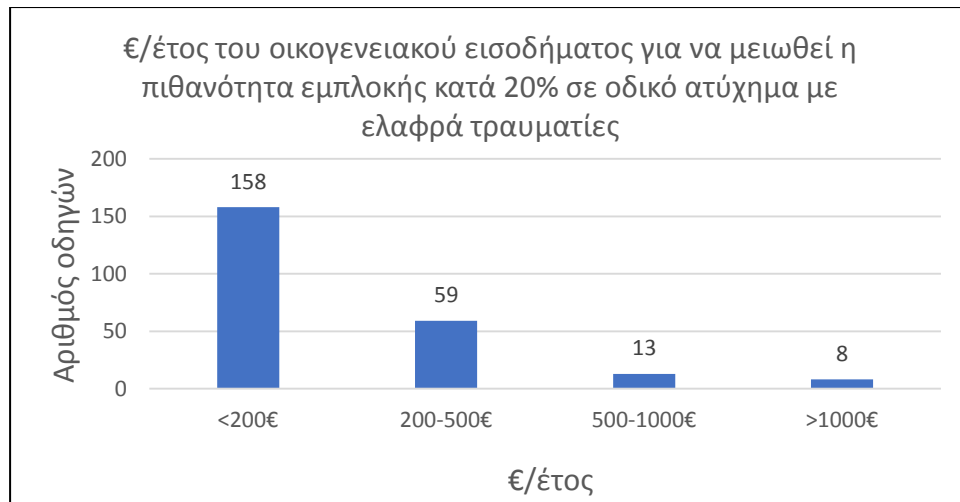


Ερώτηση 12.3

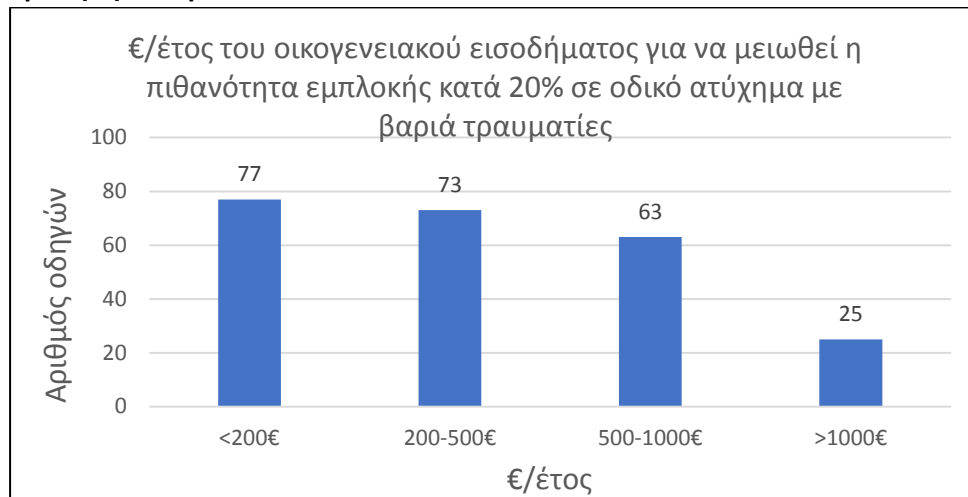
Ποιά νομίζετε ότι είναι η πιθανότητα να εμπλακείτε σε τροχαίο ατύχημα με ΝΕΚΡΟΥΣ κατά τη διάρκεια της ζωής σας;



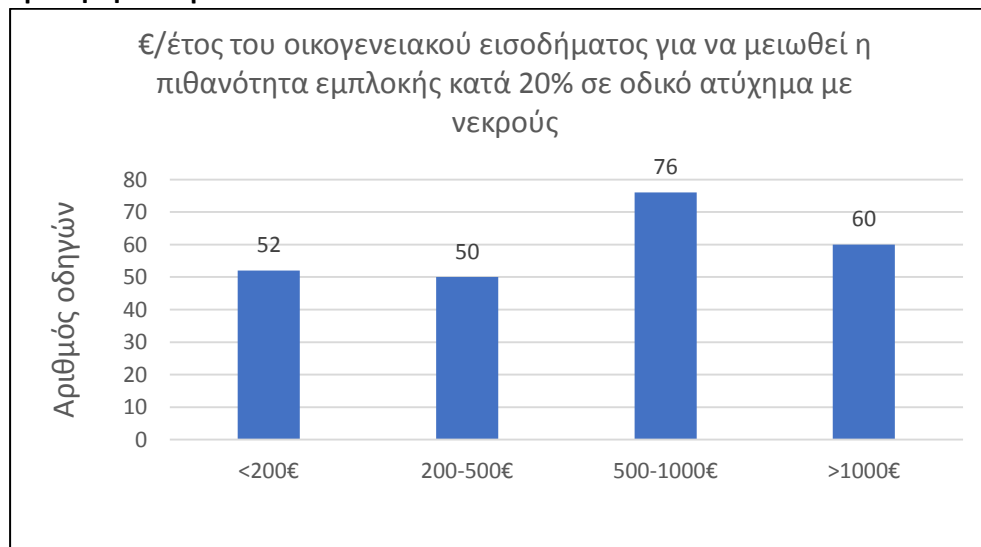
Ερώτηση 13.1.α



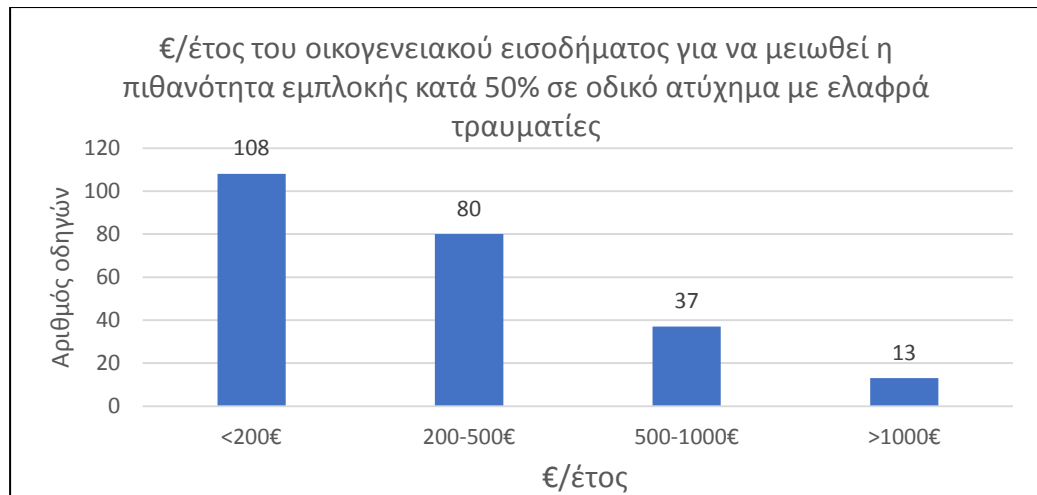
Ερώτηση 13.1.β



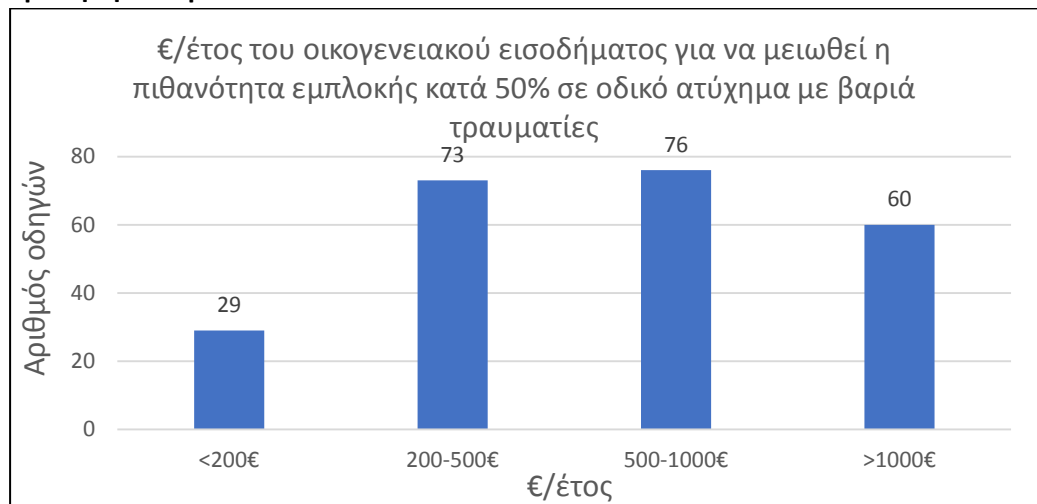
Ερώτηση 13.1.γ



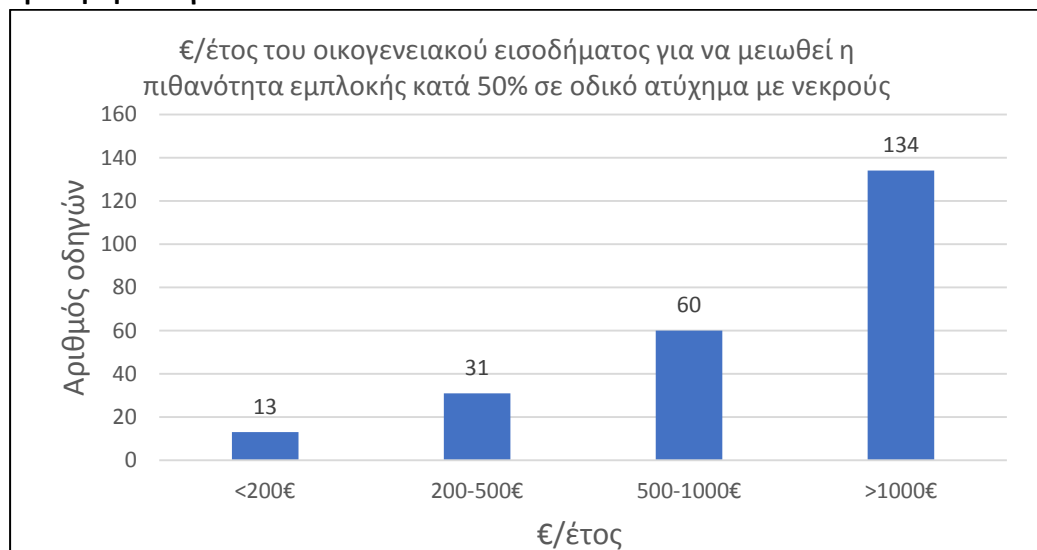
Ερώτηση 13.2.α



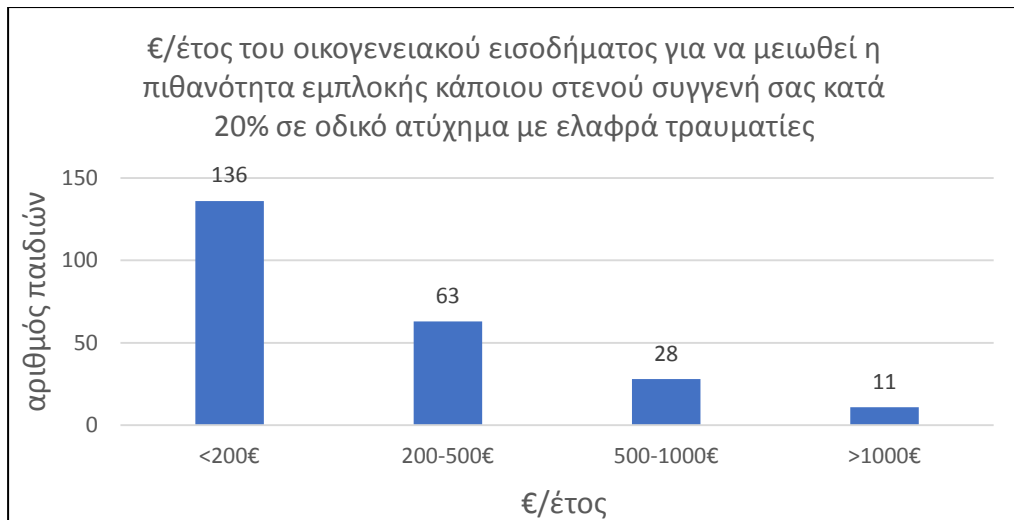
Ερώτηση 13.2.β



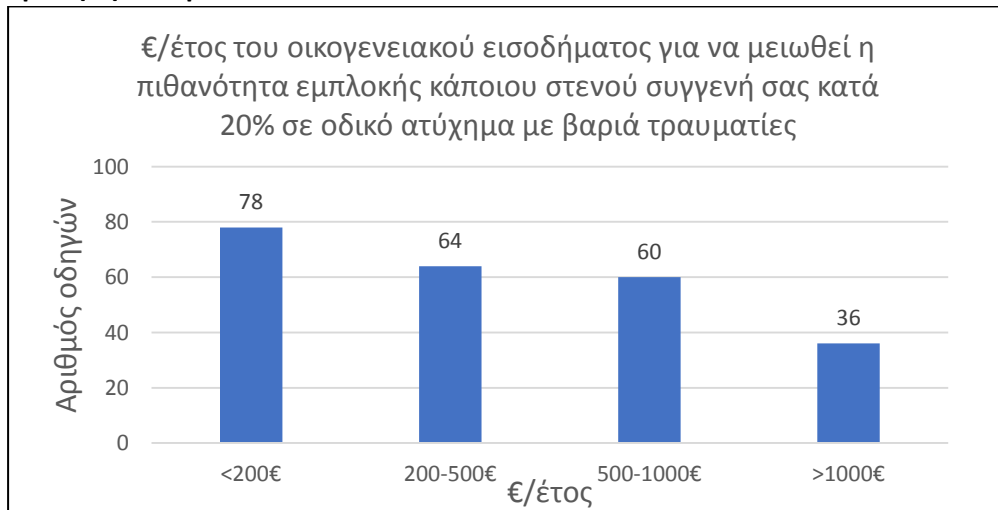
Ερώτηση 13.2.γ



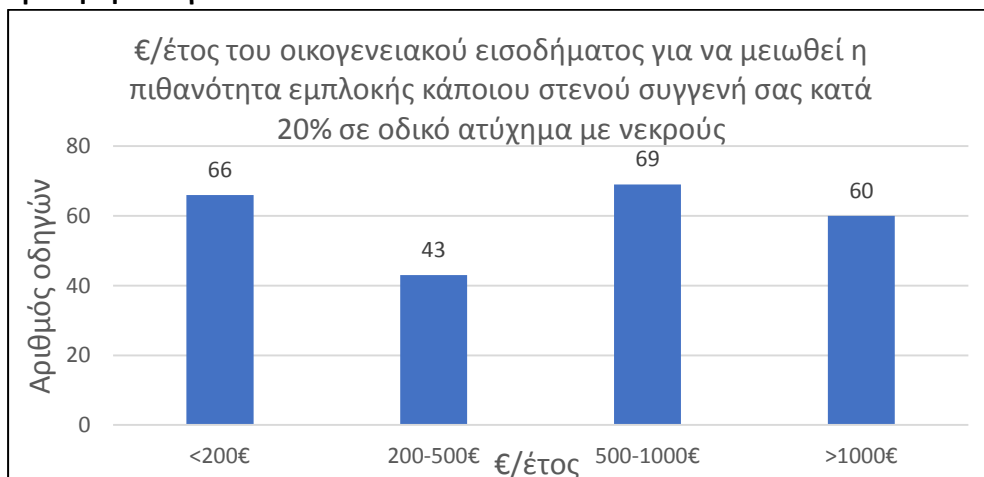
Ερώτηση 13.3.α



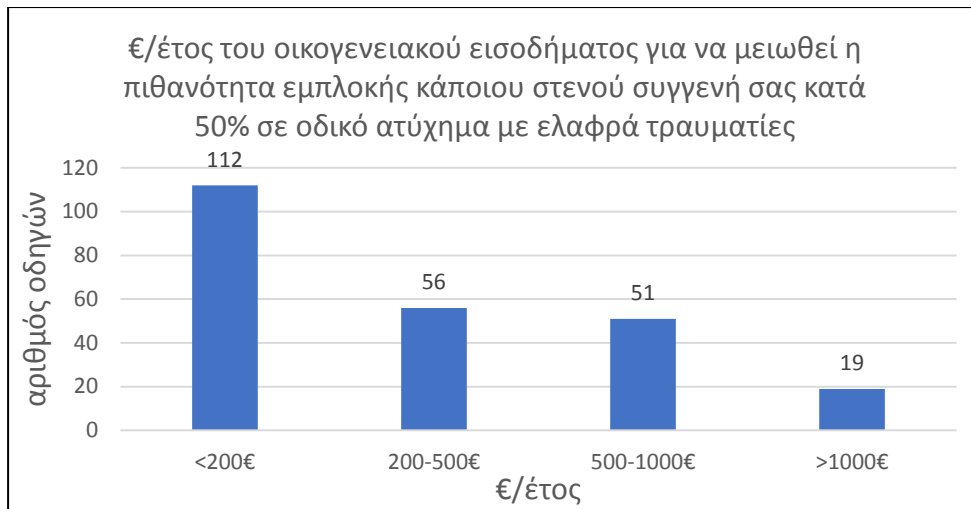
Ερώτηση 13.3.β



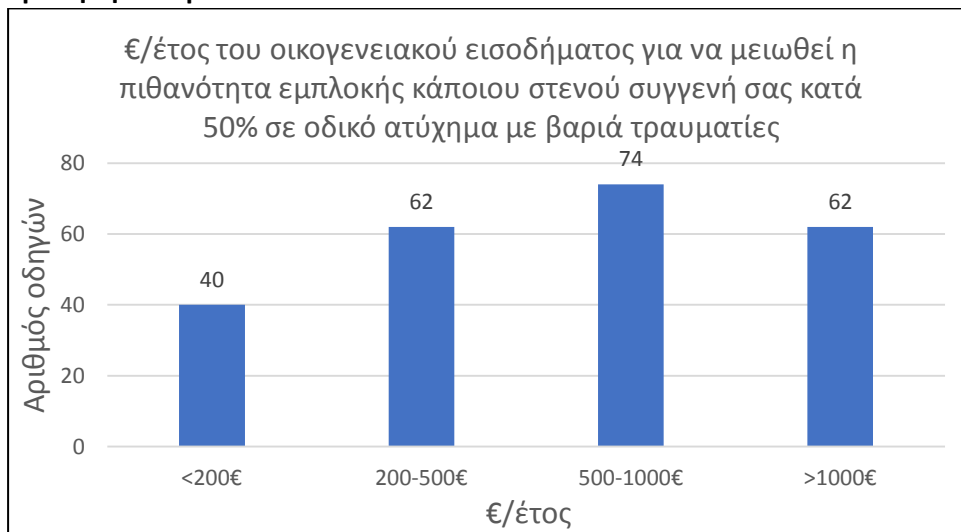
Ερώτηση 13.3.γ



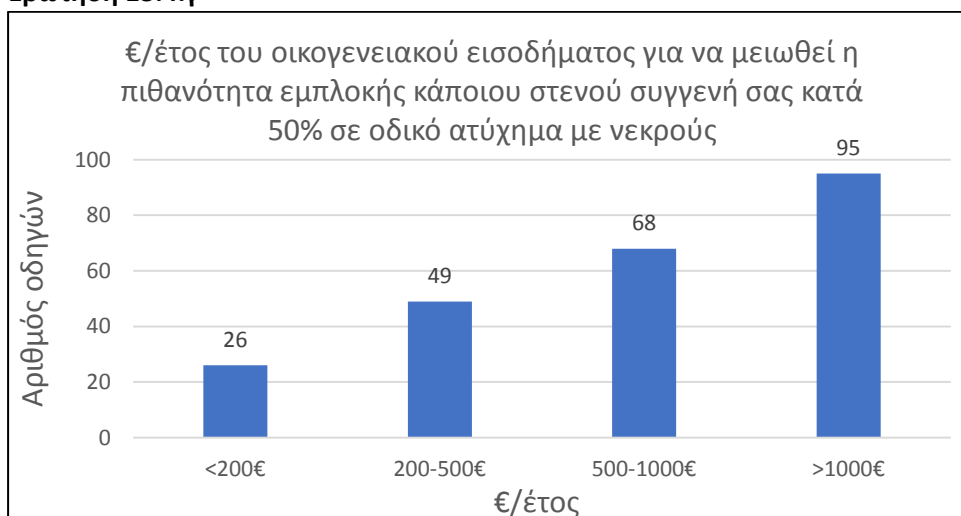
Ερώτηση 13.4.α



Ερώτηση 13.4.β



Ερώτηση 13.4.γ



Ερώτηση 14



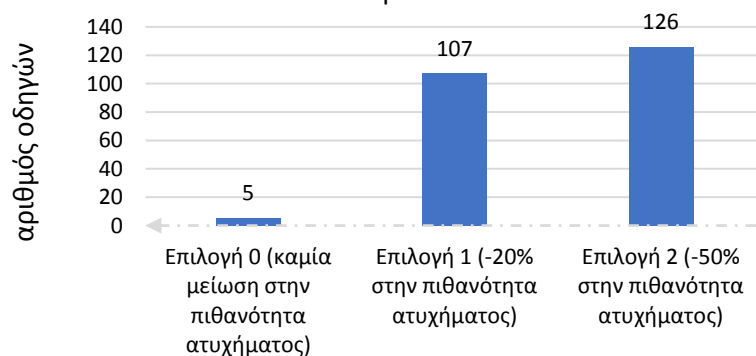
Ερώτηση 15



Ερώτηση 16.1

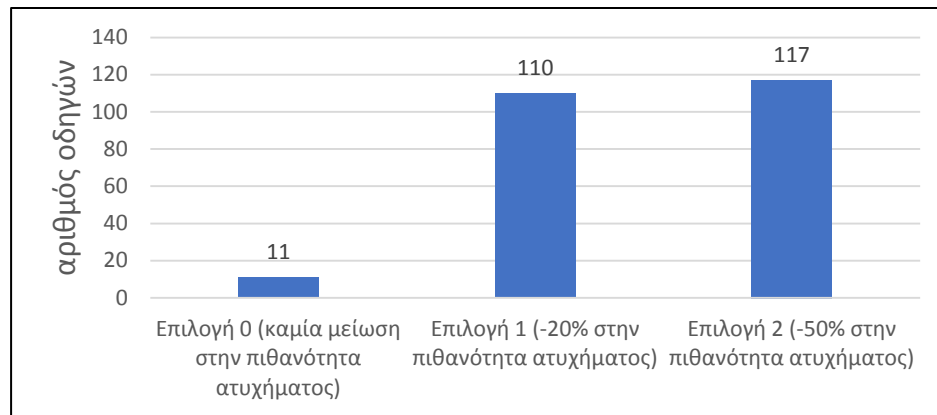
Σενάριο 1	-20%	-50%	Καμία
Επιπλέον Διάρκεια (λεπτά)	10	30	-
Επιπλέον Κόστος (Ευρώ)	10	30	-
Η επιλογή σας	1	2	0

Η πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παθόντες κατά τη διάρκεια της ζωής σας είναι περίπου 87%. Θα ήσασταν διατεθειμένος να αυξήσετε τη διάρκεια και το γενικευμένο κόστος μιας διαδρομής 180 λεπτών και με γενικευμένο κόστος 60€ ώστε να μειώσετε τον κίνδυνο



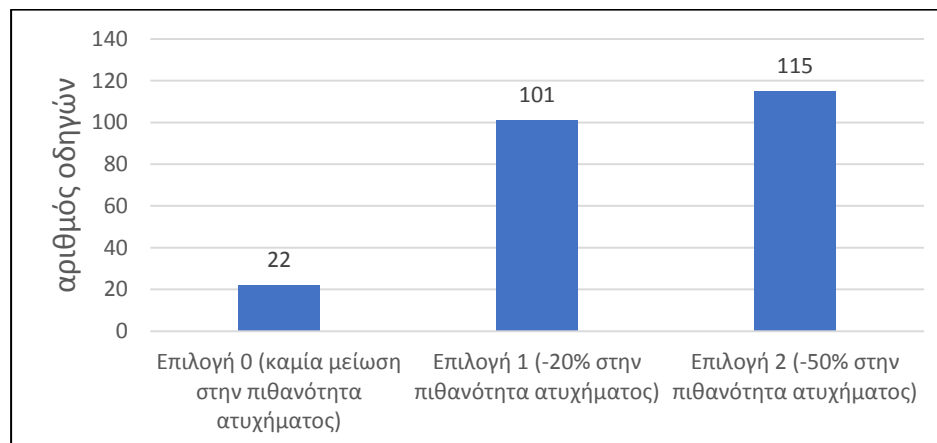
Ερώτηση 16.2

Σενάριο 2	-20%	-50%	Καμία
Επιπλέον Διάρκεια (λεπτά)	30	60	-
Επιπλέον Κόστος (Ευρώ)	10	30	-
Η επιλογή σας	1	2	0



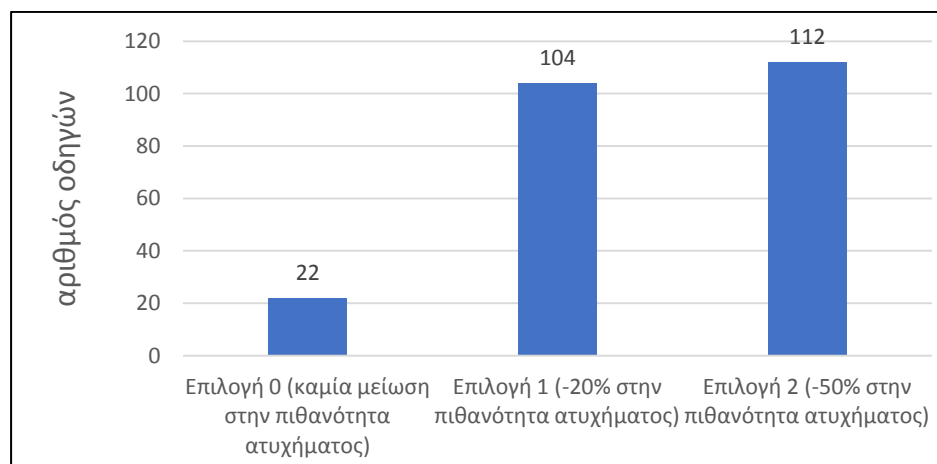
Ερώτηση 16.3

Σενάριο 3	-20%	-50%	Καμία
Επιπλέον Διάρκεια (λεπτά)	10	30	-
Επιπλέον Κόστος (Ευρώ)	20	45	-
Η επιλογή σας	1	2	0



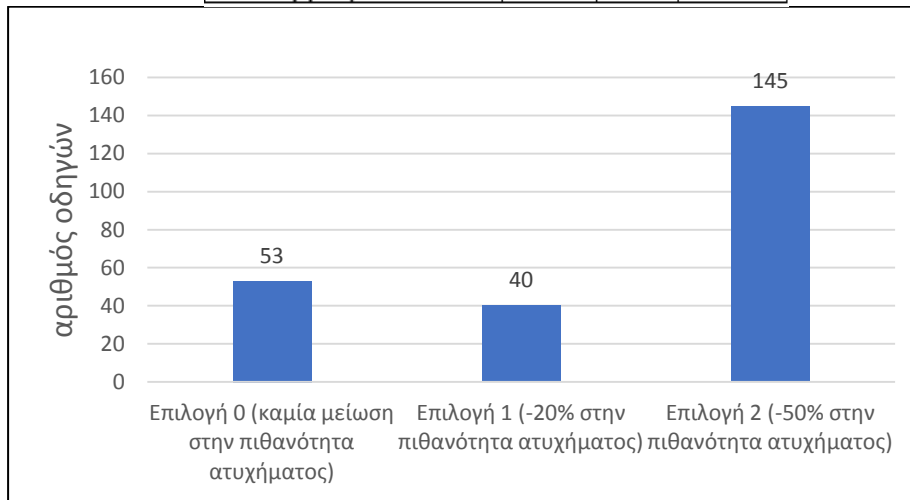
Ερώτηση 16.4

Σενάριο 4	-20%	-50%	Καμία
Επιπλέον Διάρκεια (λεπτά)	20	45	-
Επιπλέον Κόστος (Ευρώ)	20	45	-
Η επιλογή σας	1	2	0



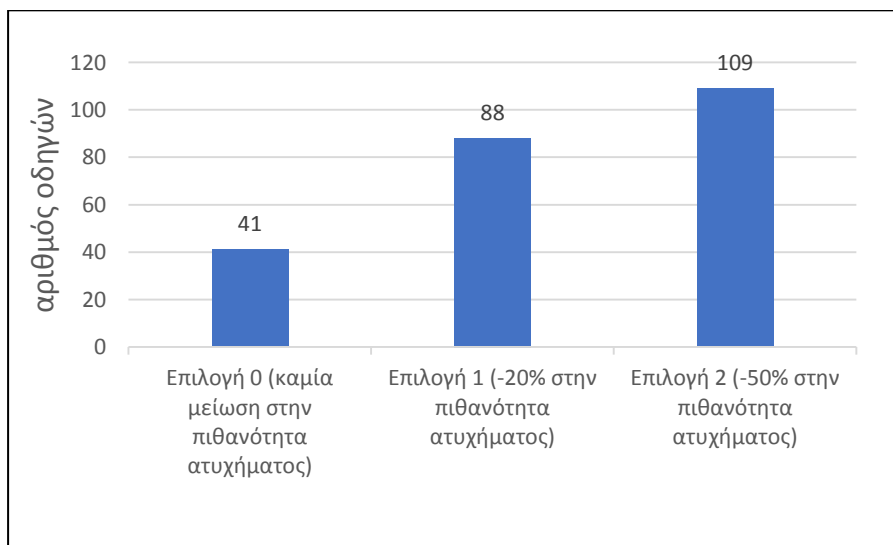
Ερώτηση 16.5

Σενάριο 5	-20%	-50%	Καμία
Επιπλέον Διάρκεια (λεπτά)	30	60	-
Επιπλέον Κόστος (Ευρώ)	30	30	-
Η επιλογή σας	1	2	0



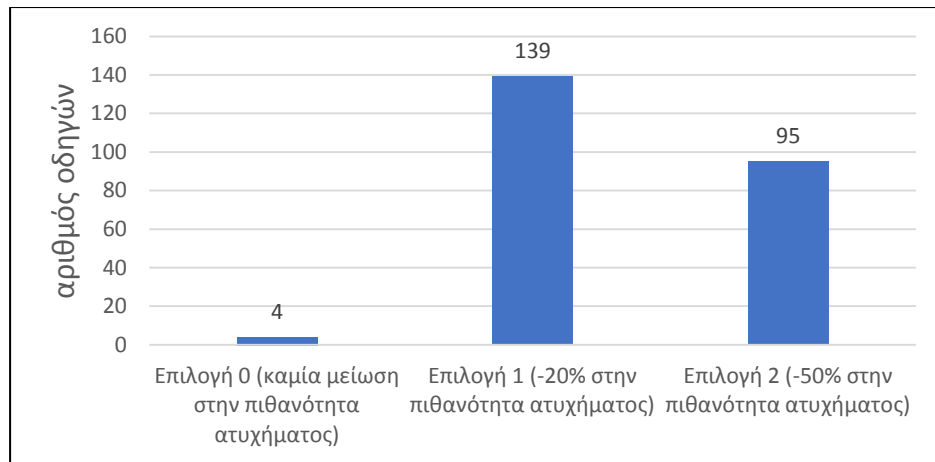
Ερώτηση 16.6

Σενάριο 6	-20%	-50%	Καμία
Επιπλέον Διάρκεια (λεπτά)	30	60	-
Επιπλέον Κόστος (Ευρώ)	20	45	-
Η επιλογή σας	1	2	0



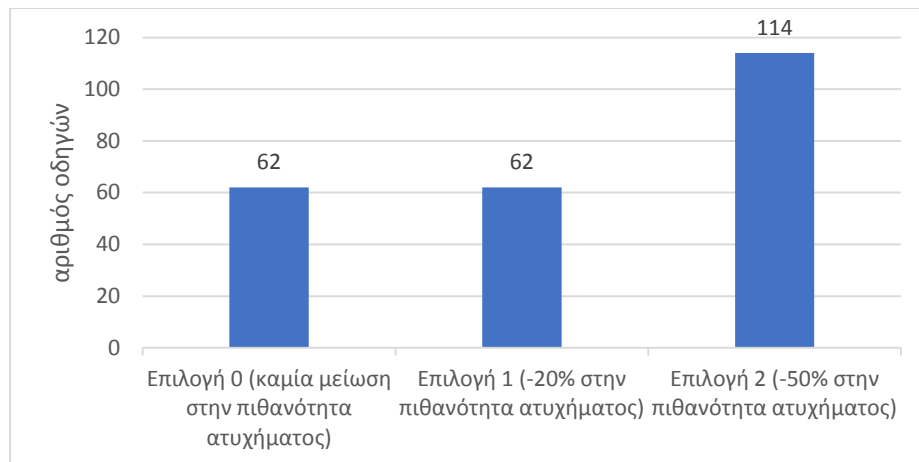
Ερώτηση 16.7

Σενάριο 7	-20%	-50%	Καμία
Επιπλέον Διάρκεια (λεπτά)	10	30	-
Επιπλέον Κόστος (Ευρώ)	10	45	-
Η επιλογή σας	1	2	0



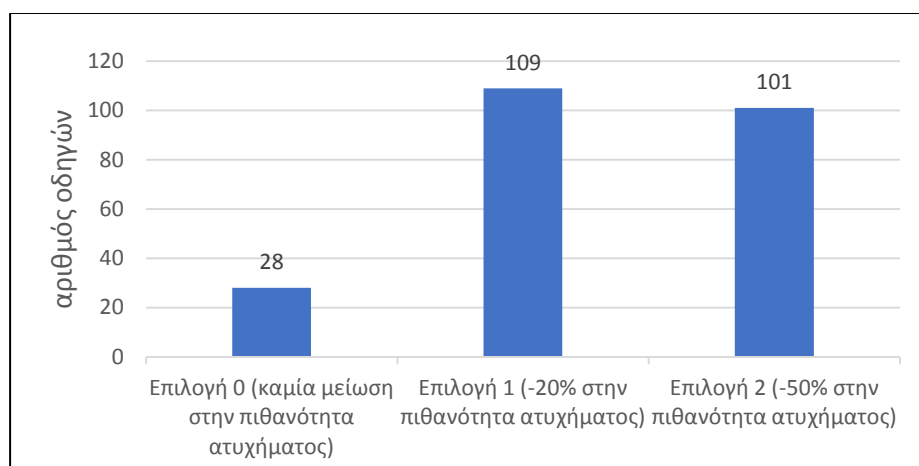
Ερώτηση 16.8

Σενάριο 8	-20%	-50%	Καμία
Επιπλέον Διάρκεια (λεπτά)	30	45	-
Επιπλέον Κόστος (Ευρώ)	30	60	-
Η επιλογή σας	1	2	0



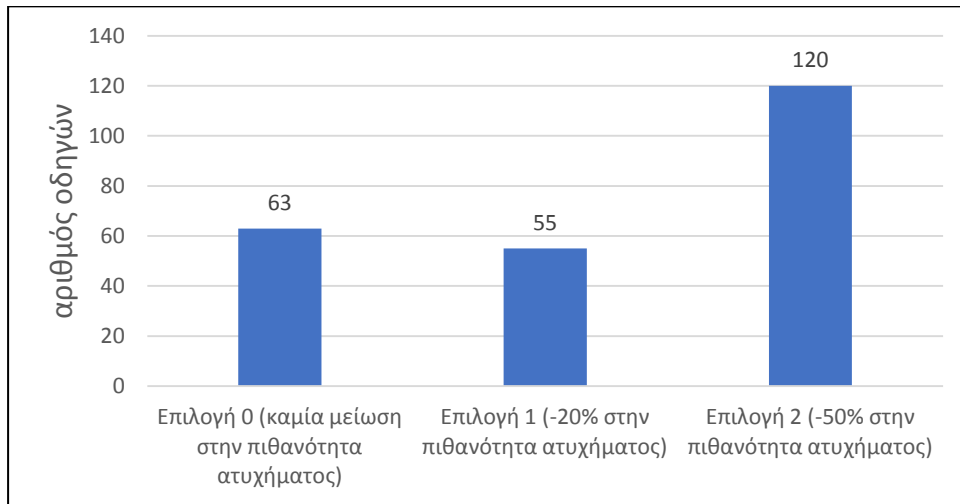
Ερώτηση 16.9

Σενάριο 9	-20%	-50%	Καμία
Επιπλέον Διάρκεια (λεπτά)	10	45	-
Επιπλέον Κόστος (Ευρώ)	20	45	-
Η επιλογή σας	1	2	0

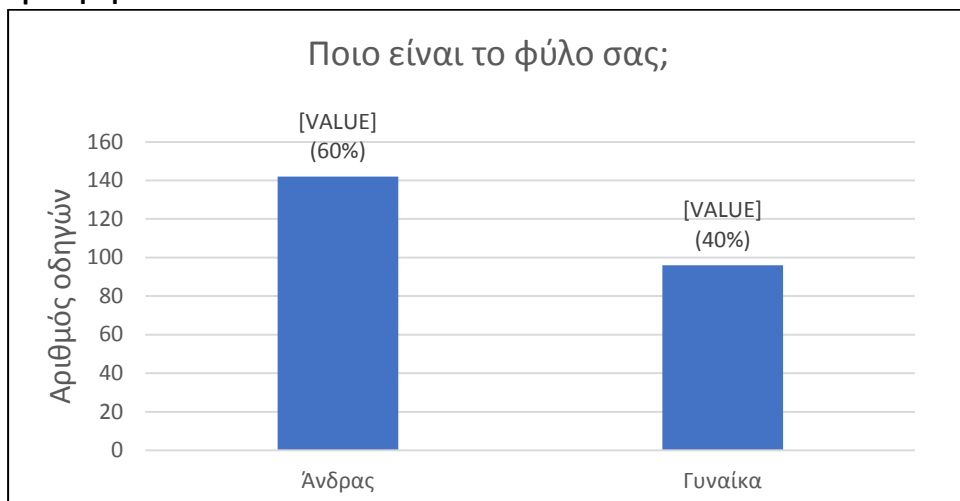


Ερώτηση 16.10

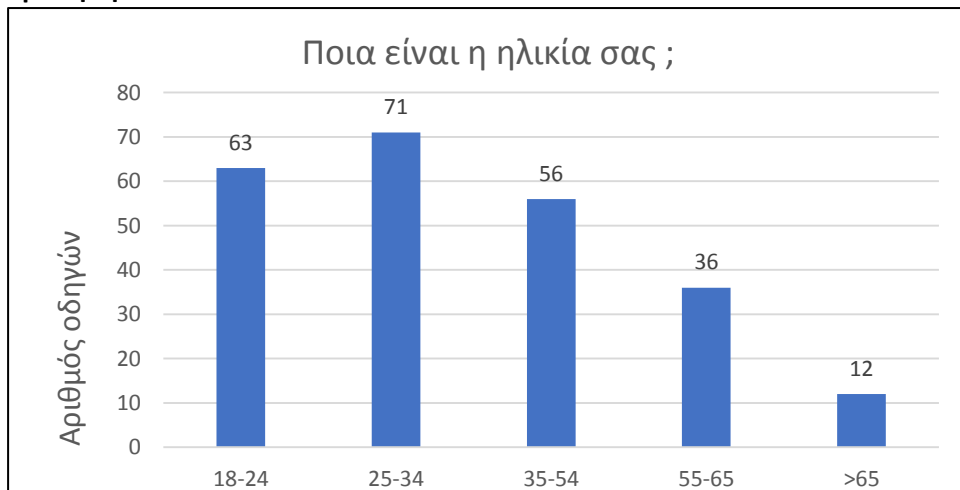
Σενάριο 10	-20%	-50%	Καμία
Επιπλέον Διάρκεια (λεπτά)	30	30	-
Επιπλέον Κόστος (Ευρώ)	30	60	-
Η επιλογή σας	1	2	0



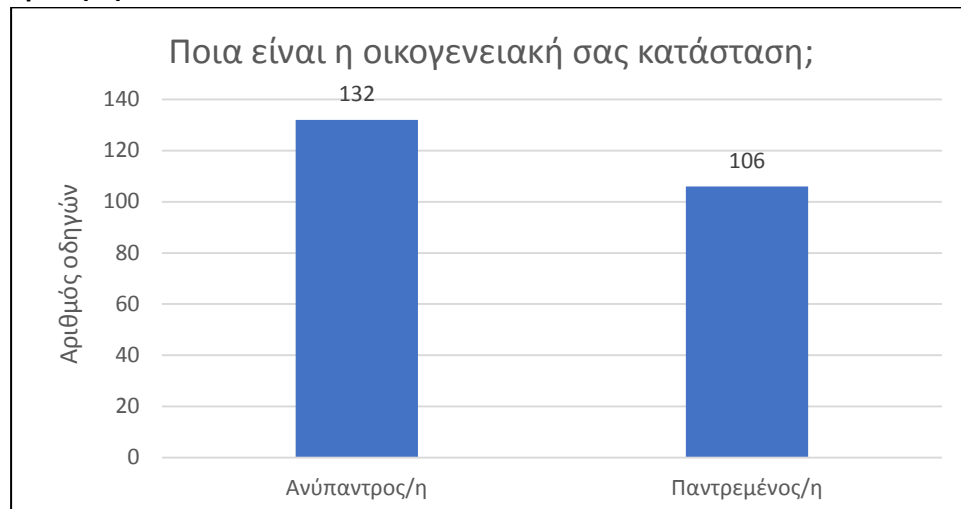
Ερώτηση 17



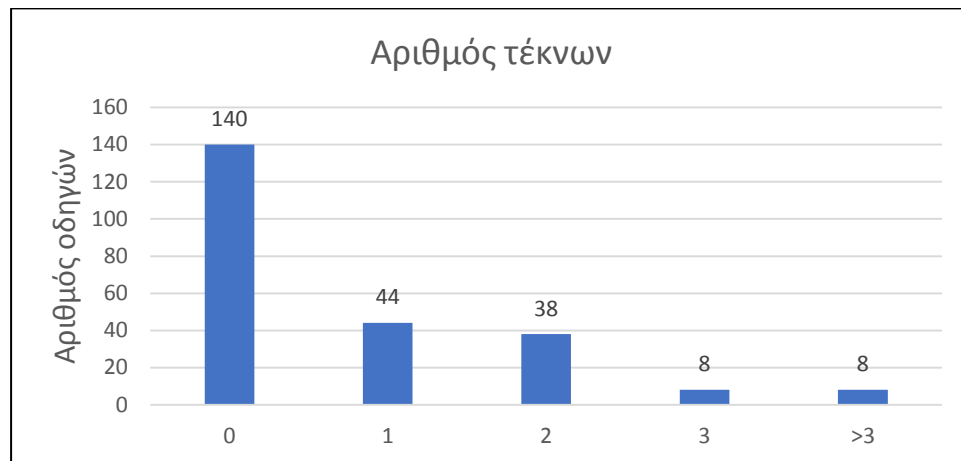
Ερώτηση 18



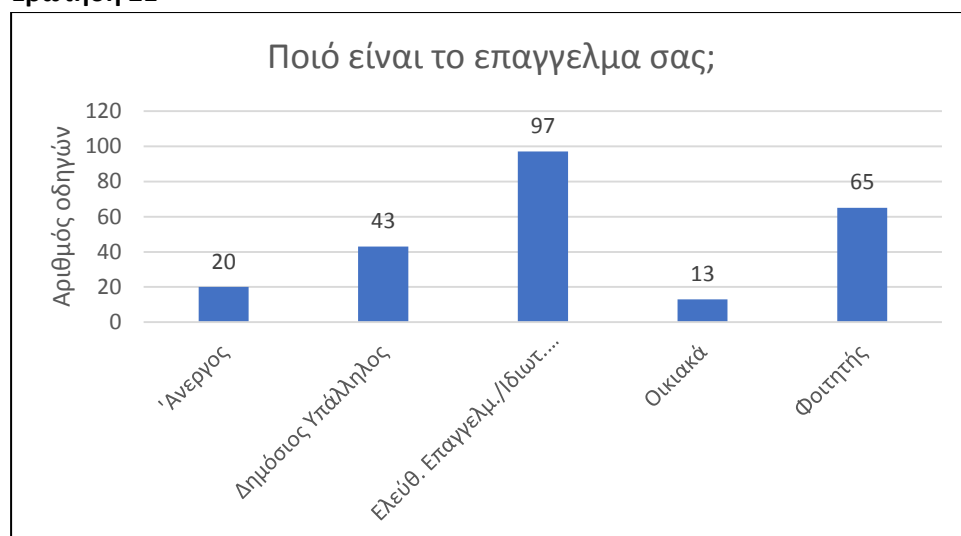
Ερώτηση 19



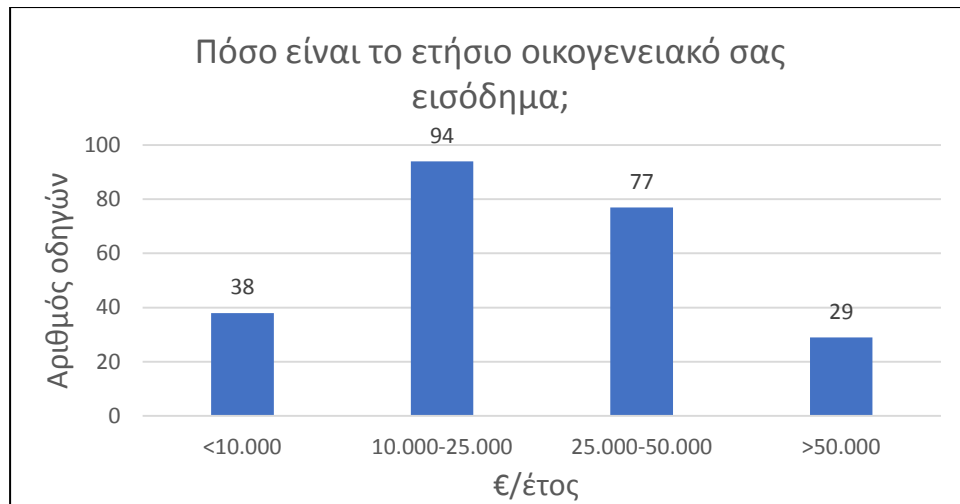
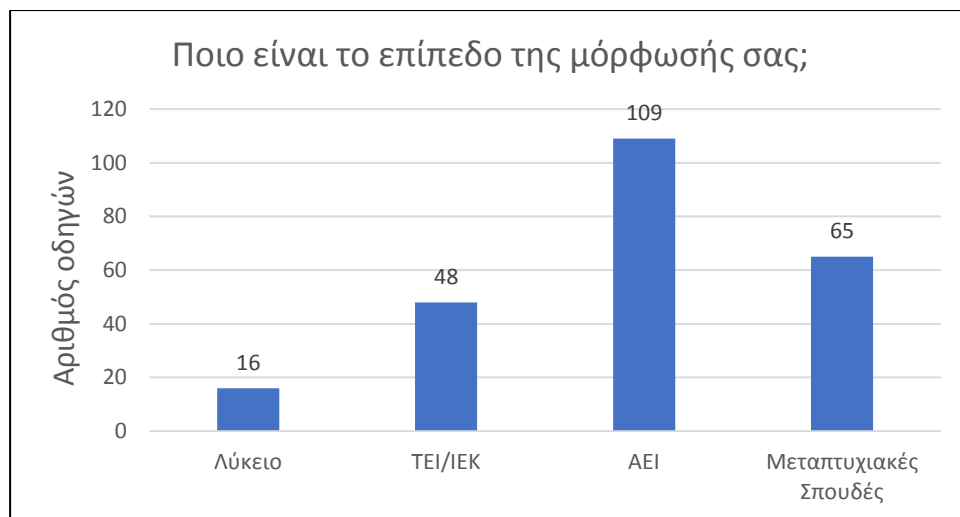
Ερώτηση 20



Ερώτηση 21



Ερώτηση 22

**Ερώτηση 23**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

Ο κώδικας που αναπτύχθηκε στην R για τις ανάγκες της πολυωνυμικής παλινδρόμησης.

```
library(mlogit)

#insert dataset
MultinomialDataset <- read.csv("C:/Users/LEFTERIS/Desktop/R-
prog/MultinomialDataset.csv", sep=";")
View(MultinomialDataset)

#remove missing values
data1<-MultinomialDataset[complete.cases(MultinomialDataset),]
data1[,3:4]<-NULL

#transform to long format
data2<- mlogit.data(data1, shape = "wide", choice = "choice",
varying = 3:8,
                sep = "", alt.levels = c(0, 1, 2), id = "id")
write.csv2(data2, "MultiDataR.csv")

#convert numerical variables to factors (Ordinal)
data2$Driver_exp<-as.factor(data2$Driver_exp)
data2$VehicleType<-as.factor(data2$VehicleType)
data2$HoursDriven<-as.factor(data2$HoursDriven)
data2$KilometersDriven<-as.factor(data2$KilometersDriven)
data2$AccidentsAsDriver<-as.factor(data2$AccidentsAsDriver)
data2$AccidentsAsNonDriver<-
as.factor(data2$AccidentsAsNonDriver)
data2$RelativesANDFriendsAccidents<-
as.factor(data2$RelativesANDFriendsAccidents)
data2$EverFeltCloseToAccident<-
as.factor(data2$EverFeltCloseToAccident)
data2$InTownTransportationCauses<-
as.factor(data2$InTownTransportationCauses)
```

```

data2$OutsideTownTransportationCauses<-
as.factor(data2$OutsideTownTransportationCauses)
data2$BelievedInjured<-as.factor(data2$BelievedInjured)
data2$BelievedAnnualVictims<-
as.factor(data2$BelievedAnnualVictims)
data2$WorriedForAccident<-
as.factor(data2$WorriedForAccident)
data2$PistevmeniPithanoAtixMeElafraTravm<-
as.factor(data2$PistevmeniPithanoAtixMeElafraTravm)
data2$PistevmeniPithanoAtixMeVariaTravm<-
as.factor(data2$PistevmeniPithanoAtixMeVariaTravm)
data2$PistevmeniPithanoAtixMeNEKROUS<-
as.factor(data2$PistevmeniPithanoAtixMeNEKROUS)
data2$Euros20TisEkatoforYouElafraTRavm<-
as.factor(data2$Euros20TisEkatoforYouElafraTRavm)
data2$Euros20TisEkatoforYouVARIATRavm<-
as.factor(data2$Euros20TisEkatoforYouVARIATRavm)
data2$Euros20TisEkatoforYouNEKROUS<-
as.factor(data2$Euros20TisEkatoforYouNEKROUS)
data2$Euros50TisEkatoforYouElafraTRavm<-
as.factor(data2$Euros50TisEkatoforYouElafraTRavm)
data2$Euros50TisEkatoforYouVARIATRavm<-
as.factor(data2$Euros50TisEkatoforYouVARIATRavm)
data2$Euros50TisEkatoforYouNEKROUS<-
as.factor(data2$Euros50TisEkatoforYouNEKROUS)
data2$Euros20TisEkatogiaSigeneisElafraTRavm<-
as.factor(data2$Euros20TisEkatogiaSigeneisElafraTRavm)
data2$Euros20TisEkatogiaSigeneisVariaTRavm<-
as.factor(data2$Euros20TisEkatogiaSigeneisVariaTRavm)
data2$Euros20tisEkatoGiaSigeneisNEKR<-
as.factor(data2$Euros20tisEkatoGiaSigeneisNEKR)
data2$Euros50TisEkatogiaSigeneisElafraTRavm<-
as.factor(data2$Euros50TisEkatogiaSigeneisElafraTRavm)
data2$Euros50TisEkatogiaSigeneisVariaTRavm<-
as.factor(data2$Euros50TisEkatogiaSigeneisVariaTRavm)
data2$Euros50TisEkatogiaSigenNekrous<-
as.factor(data2$Euros50TisEkatogiaSigenNekrous)

```



```

data2$LavUpopTonOdirmo<-as.factor(data2$LavUpopTonOdirmo)
data2$ThaApantousDiaforet<-
as.factor(data2$ThaApantousDiaforet)
data2$Fulo<-as.factor(data2$Fulo)
data2$ilikia<-as.factor(data2$ilikia)
data2$OikogeneiakiKatastAnipantrosOPAntrem1<-
as.factor(data2$OikogeneiakiKatastAnipantrosOPAntrem1)
data2$ArithmosPaidiwn<-as.factor(data2$ArithmosPaidiwn)
data2$Epaggelma<-as.factor(data2$Epaggelma)
data2$OikogeneiakoEisodima<-
as.factor(data2$OikogeneiakoEisodima)
data2$EpipedoMorfosis<-as.factor(data2$EpipedoMorfosis)

#check some of them
summary(data2$Fulo)
summary(data2$ilikia)
summary(data2$BelievedInjured)

#run Multinomial Logistic regression, variables are inserted after
the "~1|" combined with plus signs
MLR<-mlogit(choice ~ 1|time +
cost+Driver_exp+Fulo+OikogeneiakoEisodima+Euros20TisEkatofor
YouElafraTRavm+WorriedForAccident, data2)
summary(MLR)
#

```

