



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΕΡΕΥΝΑ ΑΝΤΙΛΗΨΕΩΝ ΤΩΝ ΟΔΗΓΩΝ ΤΗΣ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ ΑΠΕΝΑΝΤΙ ΣΤΗΝ ΟΔΙΚΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ

Διπλωματική Εργασία



Σάλεμ Νεκταρία

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ | ΓΙΩΡΓΟΣ ΓΙΑΝΝΗΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Νοέμβριος 2019

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

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

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τον Δ. Τσελέντη Δρ. Συνεργάτη-Ερευνητή και τον Ε. Μπαρμπουνάκη Διδάκτορα για τη σημαντική βοήθειά τους καθ' όλη τη διάρκεια επεξεργασίας των δεδομένων και στατιστικής ανάλυσής τους.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Π. Παπαντωνίου χωρίς τη συμβολή και βοήθεια του οποίου δε θα είχε καν ξεκινήσει η εργασία αυτή.

Αθήνα, Νοέμβριος 2019

Νεκταρία Σάλεμ

ΕΡΕΥΝΑ ΑΝΤΙΛΗΨΕΩΝ ΤΩΝ ΟΔΗΓΩΝ ΤΗΣ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ ΑΠΕΝΑΝΤΙ ΣΤΗΝ ΟΔΙΚΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ

Σάλεμ Νεκταρία

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

ΣΥΝΟΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει στόχο τη διερεύνηση των αντιλήψεων των οδηγών της Μεσσηνίας απέναντι στην οδική ασφάλεια, με βάση τις επιλογές τους σε αναβαθμίσεις ασφάλειας του οδικού δικτύου Καλαμάτα – Πύλος. Τα στοιχεία συλλέχθηκαν από ερωτηματολόγια που μοιράστηκαν σε επαρκές δείγμα οδηγών της Μεσσηνίας. Στα ερωτηματολόγια χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος δεδηλωμένης προτίμησης για διάφορα σενάρια χρόνου διαδρομής και ετήσιας εισφοράς για την αναβάθμιση και συντήρηση του οδικού δικτύου. Αναπτύχθηκε μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης για την αποτύπωση της συμπεριφοράς των οδηγών συναρτήσει των χαρακτηριστικών τόσο των ίδιων όσο και των οδικών δικτύων. Από την ανάλυση προέκυψε ότι η πιθανότητα επιλογής ενός αναβαθμισμένου οδικού δικτύου έναντι του υφιστάμενου εξαρτάται σαφώς από το χρόνο και το κόστος αλλά και το φύλο, την ηλικία, το επάγγελμα, την εκπαίδευση και το εισόδημα των χρηστών του οδικού δικτύου.

Λέξεις κλειδιά: οδικό δίκτυο, έρευνα δεδηλωμένης προτίμησης, πολυωνυμικό λογιστικό μοντέλο.

INVESTIGATION OF MESSINIA DRIVERS ATTITUDES TOWARDS ROAD SAFETY

Nektaria Salem

Supervisor: George Yannis, Progesor, NTUA

ABSTRACT

The objective of this diploma thesis is the investigation of Messinia drivers attitudes towards road safety, based on their choices on road network safety upgrade of Kalamata – Pilos axis. The necessary data were collected through a survey to a sufficient sample of drivers of Messinia. The stated preference method was used for various scenarios of time travel and cost. A logistic regression mathematical model was developed describing drivers' behaviour based on their characteristics and those of the road networks. From the analysis it was derived that the probability for a driver using a safety upgraded road network over the existing one, depends on travel time and upgrade cost, as well as on gender, age, occupation, education and income of the driver.

Key-words: road network, stated preference survey, multinomial logit model.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτέλεσε η έρευνα **αντιλήψεων των οδηγών** της Μεσοσηνίας **απέναντι στην οδική ασφάλεια**. Πιο συγκεκριμένα, εξετάστηκε ποια είναι τα χαρακτηριστικά των οδηγών που επηρεάζουν την επιλογή τους μεταξύ δύο αναβαθμισμένων οδικών δικτύων έναντι ενός ήδη υπάρχοντος.

Μετά τον καθορισμό του επιδιωκόμενου στόχου, ξεκίνησε η **βιβλιογραφική αναζήτηση** ερευνών συναφών με το αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας διεθνώς, καθώς και των διαθέσιμων στοιχείων που ήταν απαραίτητα για τη συγκεκριμένη διερεύνηση.

Στη συνέχεια ακολούθησε η **επεξεργασία** απαντημένων ερωτηματολογίων τα οποία είχαν σχεδιαστεί και μοιραστεί στα πλαίσια του ερευνητικού έργου **ROSEE**. Για τη στατιστική ανάλυση αναπτύχθηκαν **μοντέλα λογιστικής παλινδρόμησης**. Πιο συγκεκριμένα, δημιουργήθηκαν δύο μοντέλα, ένα για κάθε εναλλακτική επιλογή. Αρχικά η ανάλυση έγινε για έναν αυξημένο αριθμό ανεξάρτητων μεταβλητών με σκοπό να αποσαφηνιστούν οι μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις και να βρεθούν εκείνες που τελικά επηρεάζουν τις δύο εξαρτημένες μεταβλητές, το αναβαθμισμένο κατά 20% οδικό δίκτυο και το αναβαθμισμένο κατά 50% δίκτυο.

ανεξάρτητες μεταβλητές	αναβαθμισμένο δίκτυο 20%			αναβαθμισμένο δίκτυο 50%		
	βι	wald	σχετική επιρροή ει	βι	wald	σχετική επιρροή ει
διακριτές μεταβλητές						
φύλο	0,937	10,240		0,937	10,240	
ηλικία	-0,523	-5,127		-0,523	-5,127	
επάγγελμα 1 (υπάλληλος)	-0,363	-3,330		-0,363	-3,330	
επάγγελμα 4 (ελ. επαγγελματίας)	0,518	3,924				
επάγγελμα 5 (φοιτητής)	0,447	2,598		0,447	2,599	
εκπαίδευση 3 (αποφ. πανεπιστημίου)				0,513	3,563	
εισόδημα M (μέσο)				0,372	2,929	
συνεχείς μεταβλητές						
χρόνος	-0,037	-3,592	2,147	-0,252	-18,394	1,449
ετήσια εισφορά	-0,002	-1,673	5,507	-0,005	-12,693	9,134
σταθερές						
		1,36			1,41	

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.1 Συγκεντρωτικός πίνακας τελικών τιμών μοντέλου

ΣΥΜΠΕΡΑΜΑΤΑ

Από τα διάφορα στάδια εκπόνησης της διπλωματικής αυτής εργασίας, προέκυψαν αποτελέσματα άμεσα συνδεδεμένα με τον κύριο στόχο που τέθηκε αρχικά. Αναλύοντας τα αποτελέσματα της εφαρμογής των μαθηματικών μοντέλων προκύπτουν συμπεράσματα όπως:

1. Η πιθανότητα επιλογής ενός αναβαθμισμένου οδικού δικτύου **επιηρεάζεται** από τα δύο κύρια χαρακτηριστικά του, το **χρόνο της διαδρομής** και το **ύψος της ετήσιας εισφοράς** που απαιτείται για τη δημιουργία και τη συντήρησή του.
2. Η επιλογή ενός αναβαθμισμένου οδικού δικτύου **επιηρεάζεται** και από τα **χαρακτηριστικά του χρήστη** του δικτύου, όπως είναι η ηλικία, το φύλο και το επάγγελμα.

Τα δύο αυτά συμπεράσματα συμφωνούν και με τη διεθνή βιβλιογραφία.

3. Και οι δύο συναρτήσεις χρησιμότητας που αναπτύχθηκαν δείχνουν ότι ο **χρόνος της διαδρομής** των δύο αναβαθμισμένων δικτύων έχει **αρνητικό πρόσημο**. Αυτό σημαίνει ότι όσο αυξάνεται ο χρόνος της διαδρομής τόσο μειώνεται η πιθανότητα επιλογής του εκάστοτε οδικού δικτύου. Φαίνεται επομένως ότι ισχυρό «δέλεαρ» για την επιλογή οδικού δικτύου αποτελεί ο ελάχιστος χρόνος διαδρομής.
4. Όμοια, και στα δύο μαθηματικά μοντέλα που αναπτύχθηκαν **αρνητικό πρόσημο έχει η ετήσια εισφορά**, που σημαίνει ότι όσο αυξάνεται το ύψος της ετήσιας εισφοράς που καλούνται να πληρώσουν οι οδηγοί (δηλαδή όσο αυξάνεται το κόστος) τόσο μειώνεται η πιθανότητα επιλογής του δικτύου. Η επιρροή αυτή εξηγείται εύκολα από το νόμο της ζήτησης σύμφωνα με τον οποίο η ζήτηση ενός αγαθού ή μιας υπηρεσίας μειώνεται με την αύξηση του κόστους του.
5. Η αυξημένη πιθανότητα επιλογής ενός αναβαθμισμένου δικτύου από **γυναίκες** ενδεχομένως μπορεί να εξηγηθεί από το **αίσθημα ασφάλειας** που προσφέρει ένα οδικό δίκτυο με σαφώς μειωμένες πιθανότητες ατυχήματος, παράγοντας σημαντικό στη γυναικεία ψυχολογία .
6. Οι οδηγοί ηλικίας 35 έως 55 φαίνεται να μην προτιμούν κάποιο αναβαθμισμένο οδικό δίκτυο έναντι του υφιστάμενου αφού ο συντελεστής της ηλικίας αυτής έχει αρνητικό πρόσημο. Ενδεχομένως το γεγονός αυτό να εξηγείται από τη **συνήθεια και την εξοικείωση** που έχουν αποκτήσει τα άτομα αυτά με το ήδη υπάρχον οδικό δίκτυο, κάνοντάς τα να πιστεύουν ότι δεν είναι και τόσο σημαντικό να αναβαθμιστεί το δίκτυο αφού «ξέρουν» πως να συμπεριφερθούν οδηγικά μέσα σε αυτό.

7. Απόφοιτοι πανεπιστημίου φαίνεται να είναι πρόθυμοι να πληρώσουν το χρηματικό αντίτιμο προκειμένου να οδηγούν σε ένα πολύ πιο ασφαλές οδικό δίκτυο, γεγονός που δικαιολογείται πλήρως από **το επίπεδο της μόρφωσης** που οι άνθρωποι αυτοί κατέχουν.

8. Η μέθοδος της **Λογιστικής Παλινδρόμησης** είναι κατάλληλη για την ανάλυση έρευνας με τη μέθοδο της δεδηλωμένης προτίμησης. Τα τελικά μαθηματικά μοντέλα, τα οποία αναπτύχθηκαν με τη χρήση της μεθόδου αυτής, θεωρούνται γενικά αξιόπιστα, αφού είχαν καλή προσαρμογή στα δεδομένα. Η μέθοδος αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε άλλες αντίστοιχες διερευνήσεις, μετά από τις απαραίτητες προσαρμογές.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1 ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	1
1.2 ΣΤΟΧΟΣ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	1
1.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	2
1.4 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	4
2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	6
2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
2.2 ΤΑ ΟΔΙΚΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	6
2.3 ΣΥΝΑΦΕΙΣ ΕΡΕΥΝΕΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΕΣ	7
2.3.1 ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΕΔΗΛΩΜΕΝΗΣ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ	8
2.3.2 ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ (LOGISTIC REGRESSION)	9
2.4 ΣΥΝΟΨΗ – ΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ	10
2.4.1 ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΟΔΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ.....	10
2.4.2 ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΕΔΗΛΩΜΕΝΗΣ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ	10
2.4.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΣΤΑΣΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	11
3. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ.....	13
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	13
3.2 ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ.....	13
3.2.1 ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ	13
3.2.2 ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ.....	14
3.3 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟΥ.....	17
3.4 Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΗΣ ΔΕΔΗΛΩΜΕΝΗΣ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ (STATED PREFERENCE) 20	
3.5 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΕΔΗΛΩΜΕΝΗΣ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ ΜΕ ΑΠΟΚΑΛΥΠΤΟΜΕΝΗ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗ.....	21
3.6 ΘΕΩΡΙΑ ΣΤΟΧΑΣΤΙΚΗΣ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ - ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ. 22	
4. ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	24
4.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΕΡΕΥΝΑΣ ΠΕΔΙΟΥ	24
4.2 ΕΡΕΥΝΑ ΠΕΔΙΟΥ	27
4.2.1 ΤΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ.....	27
4.2.2 ΤΑ ΜΕΡΗ ΤΟΥ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ	38
4.2.3 ΤΑ ΣΕΝΑΡΙΑ.....	39
4.3 Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΒΑΣΙΚΩΝ ΑΡΧΩΝ ΣΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΤΟΥ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ	40
4.4 ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ ΣΤΙΣ ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ ΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	41
4.5 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ.....	43

4.6 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	43
4.7 ΤΟ ΔΕΙΓΜΑ - ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ.....	44
5. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ	57
5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	57
5.2 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΟΔΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ.....	57
5.2.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΑΙ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	57
5.2.2 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ	59
5.2.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΕΛΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ.....	65
5.2.4 ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ.....	70
5.2.5 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ.....	71
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	75
6.1 ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	75
6.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	76
6.3 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	78
6.4 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ	78
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	79

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Η **οδική ασφάλεια** αποτελεί μείζον ζήτημα για όλες τις ανεπτυγμένες και αναπτυσσόμενες χώρες του κόσμου. Τις τελευταίες δεκαετίες πραγματοποιούνται αρκετές έρευνες και μελέτες σε τοπικό αλλά και διεθνές επίπεδο με στόχο τη διερεύνηση της υπάρχουσας κατάστασης και την εύρεση μεθόδων και τρόπων αντιμετώπισης των παραγόντων πρόκλησης οδικών ατυχημάτων.

Όσο εξελιγμένα και αν είναι τα δίκτυα οδικών μετακινήσεων, έρευνες έχουν δείξει ότι μεγάλο μέρος των ατυχημάτων (αν όχι η πλειονότητά τους) οφείλονται σε λάθη των οδηγών.

Νέοι σχεδιασμοί οδών με προσοχή στην όποια λεπτομέρεια ως προς τα τεχνικά χαρακτηριστικά, νέα υλικά για τα ασφαλτομίγματα, νέες μέθοδοι και τεχνολογίες με στόχο την απομείωση της όποιας πιθανότητας πρόκλησης ατυχήματος, και όμως ατυχήματα ακόμα γίνονται και οφείλονται στον ανθρώπινο παράγοντα-οδηγό.

Στην περιοχή της Νοτιοανατολικής Ευρώπης, τα οδικά ατυχήματα και οι τραυματισμοί σε αυτά αποτελούν αιτίες κοινωνικών και οικονομικών απωλειών. Η περιοχή αυτή παρουσιάζει τις χαμηλότερες επιδόσεις οδικής ασφάλειας στην Ευρώπη. Χώρες όπως η Ελλάδα, η Βουλγαρία, η Ρουμανία και σε λιγότερο βαθμό η Σλοβακία και η Ουγγαρία, παρουσιάζουν ποσοστό νεκρών σε οδικά ατυχήματα ανά πληθυσμό κατά πολύ υψηλότερο από τον μέσο όρο στην Ευρώπη, όπου ήταν 62 νεκροί ανά εκατομμύριο πληθυσμού το 2010 (πηγή: βάση δεδομένων CARE και εθνικά δεδομένα). Στις χώρες της Νοτιοανατολικής Ευρώπης (ΝΑΕ) που δεν είναι προς το παρόν μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης τα ποσοστά ατυχημάτων και νεκρών είναι ακόμη υψηλότερα: στη Βοσνία–Ερζεγοβίνη και στην Κροατία ξεπερνούν τους 100 νεκρούς ανά εκατομμύριο πληθυσμού το 2009 (Πηγή: ΟΟΣΑ- ΔΦΜ). Η κατάσταση αυτή περιορίζει την ανάπτυξη της περιοχής της ΝΑΕ και απαιτεί επείγουσες βελτιώσεις ώστε να επιτευχθεί το 2020, ο ευρωπαϊκός στόχος οδικής ασφάλειας. (Πηγή: [ROSSE http://www.rosee-project.eu](http://www.rosee-project.eu))

Προκύπτει λοιπόν το συμπέρασμα πως για να αντιμετωπιστεί καλύτερα το πρόβλημα των οδικών ατυχημάτων πρέπει να διερευνηθούν οι αντιλήψεις των οδηγών ως προς την οδική ασφάλεια και να μελετηθεί η οδηγική συμπεριφορά τους.

1.2 ΣΤΟΧΟΣ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι η **διερεύνηση των αντιλήψεων των οδηγών της Μεσσηνίας απέναντι στην οδική ασφάλεια**. Πιο συγκεκριμένα, με την αξιοποίηση των αποτελεσμάτων έρευνας με ερωτηματολόγια, επιχειρείται η διερεύνηση των χαρακτηριστικών που επηρεάζουν την επιλογή μεταξύ δύο αναβαθμισμένων οδικών δικτύων (ένα αναβαθμισμένο δίκτυο με μείωση πιθανότητας ατυχήματος κατά 20% και ένα πολύ αναβαθμισμένο δίκτυο με μείωση πιθανότητας ατυχήματος κατά 50%) έναντι του υπάρχοντος οδικού δικτύου για τη μετακίνηση των οδηγών της Μεσσηνίας κατά τη διαδρομή Καλαμάτα – Πύλος.

Η παρακολούθηση και μελέτη της οδηγικής συμπεριφοράς των **ίδιων οδηγών** σε διαφορετικά οδικά δίκτυα δεν είναι εύκολο να γίνει, καθώς στη συγκεκριμένη περίπτωση που μελετάται τα αναβαθμισμένα δίκτυα δεν έχουν κατασκευαστεί ακόμα. Προκειμένου λοιπόν να διερευνηθούν τα χαρακτηριστικά αυτά που επηρεάζουν την επιλογή του οδικού δικτύου, χρησιμοποιήθηκε η **μέθοδος της δεδηλωμένης προτίμησης (stated preference)**. Πιο συγκεκριμένα, διεξήχθη έρευνα με ερωτηματολόγιο κατά την οποία οι ερωτηθέντες κλήθηκαν να επιλέξουν σε κάποια υποθετικά σενάρια μεταφορικών συνθηκών ανάμεσα στο υφιστάμενο οδικό δίκτυο, ένα αναβαθμισμένο και ένα πολύ αναβαθμισμένο, για τη διαδρομή Καλαμάτα-Πύλος, χωρίς να τους δίνεται η δυνατότητα να μην επιλέξουν κανένα από αυτά. Συνεπώς, διερευνάται η επιλογή καθενός από αυτά τα τρία οδικά δίκτυα σε συγκριτικό επίπεδο.

Αναλυτικότερα, στην παρούσα Διπλωματική Εργασία αναπτύσσονται μαθηματικά μοντέλα στα οποία φαίνεται τόσο η επιρροή των χαρακτηριστικών της μετακίνησης (κόστος, χρόνος, πιθανότητα ατυχήματος), όσο και η επιρροή των χαρακτηριστικών των μετακινούμενων (φύλο, ηλικία, οικογενειακή κατάσταση κ.ά.) στις επιλογές ασφάλειάς τους.

Επιδιώκεται επομένως, μέσω των αποτελεσμάτων της Διπλωματικής Εργασίας, να κατανοηθεί ο βαθμός και ο τρόπος με τον οποίο κάθε χαρακτηριστικό επηρεάζει τόσο στην επιλογή του υπάρχοντος οδικού δικτύου, όσο και την επιλογή του αναβαθμισμένου και του πολύ αναβαθμισμένου οδικού δικτύου - από άποψη οδικής ασφάλειας - για τη διαδρομή Καλαμάτα – Πύλος.

1.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Για την επίτευξη του στόχου της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας ακολουθήθηκε συγκεκριμένη μεθοδολογία, τα στάδια της οποίας παρουσιάζονται στη συνέχεια.

Αφού πρώτα οριστικοποιήθηκε ο επιδιωκόμενος στόχος, πραγματοποιήθηκε **βιβλιογραφική ανασκόπηση** τόσο σε ελληνική όσο και σε διεθνή βιβλιογραφία. Στη φάση αυτή αναζητήθηκαν παρεμφερείς έρευνες, επιστημονικά άρθρα και γενικά πληροφορίες σχετικές με το εξεταζόμενο αντικείμενο. Με τη διαδικασία αυτή έγινε η προσπάθεια να αποφασιστεί η μέθοδος σύμφωνα με την οποία θα γίνει η επεξεργασία των στοιχείων, αποκτώντας έτσι μια σχετική εμπειρία στην επεξεργασία δεδομένων.

Σύμφωνα με τα στοιχεία που προέκυψαν από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, κρίθηκε προτιμότερο τα **δεδομένα** που είναι απαραίτητα για την περαιτέρω ανάλυση να συγκεντρωθούν μέσω διαδικτυακής έρευνας. Λόγω της φύσης της έρευνας, τα στοιχεία που χρειάζονται για την εκπόνησή της δε μπορούν να συλλεχθούν με μετρήσεις αλλά ούτε και με παρατηρήσεις, καθώς δεν αναφέρονται σε μια υπαρκτή κατάσταση αλλά σε μια υποθετική – μιας και όπως αναφέρεται και στην παράγραφο 1.2 τα αναβαθμισμένα δίκτυα δεν είναι υπαρκτά.

Αποφασίστηκε ότι η έρευνα θα πραγματοποιηθεί με τη μέθοδο της **δεδηλωμένης προτίμησης (stated preference)**, μιας ευρέως χρησιμοποιούμενης μεθόδου σε συγκοινωνιακές έρευνες τέτοιου είδους. Μέσω της δεδηλωμένης προτίμησης θα επιτευχθεί καταγραφή των απόψεων και των διαθέσεων των μετακινούμενων εντός του Δήμου

Καλαμάτας σχετικά με τα χαρακτηριστικά της μετακίνησής τους κατά τη διαδρομή Καλαμάτα - Πύλος, η οποία και θα αποτελέσει τη βάση δεδομένων για την περαιτέρω στατιστική επεξεργασία.

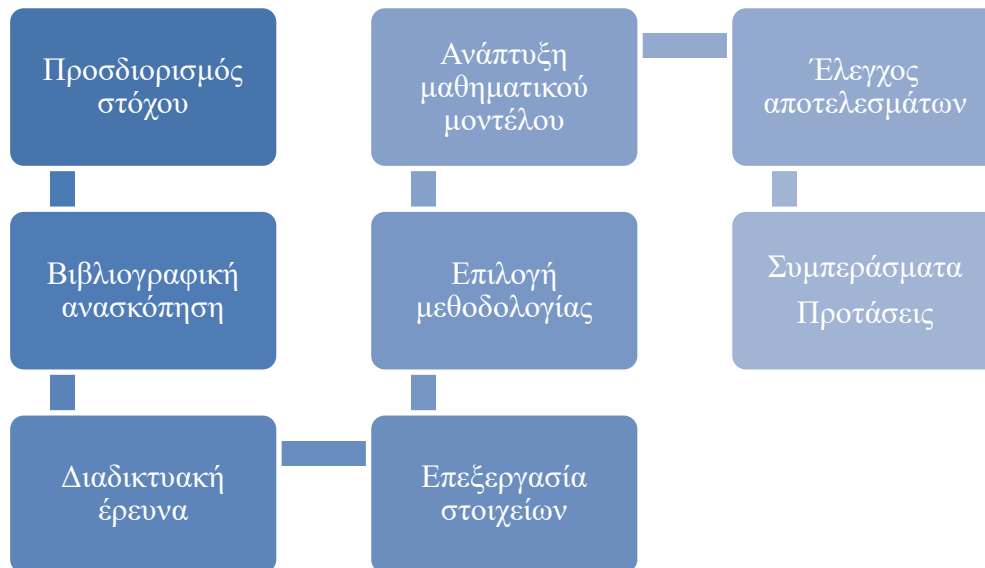
Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού ερευνητικού έργου ROSEE μέσω της ανώνυμης συμπλήρωσης κατάλληλα διαμορφωμένων ερωτηματολογίων, βάσει των οποίων συγκεντρώθηκαν τα απαραίτητα δεδομένα. Συνολικά συγκεντρώθηκαν **285 ερωτηματολόγια** από μετακινούμενους διαφόρων κοινωνικο-οικονομικών χαρακτηριστικών. Η συλλογή έγινε από τον Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής του Ε.Μ.Π. μέσω ηλεκτρονικής αλληλογραφίας (e-mail).

Αφού ολοκληρώθηκε η συλλογή των απαντημένων ερωτηματολογίων, τα στοιχεία **κωδικοποιήθηκαν** κατάλληλα, σύμφωνα με τις απαιτήσεις του σχετικού λογισμικού, για να ακολουθήσει η στατιστική τους ανάλυση. Λόγω της μορφής του ερωτηματολογίου δεν ήταν δυνατό να διαπιστωθεί αν κάποια ερωτηματολόγια είχαν συμπληρωθεί τυχαία και χωρίς λογική, επομένως όλα τα ερωτηματολόγια συμπεριλήφθηκαν στη μετέπειτα στατιστική ανάλυση.

Η στατιστική ανάλυση των στοιχείων έγινε με τη χρήση ειδικού στατιστικού λογισμικού αρχικά με το λογισμικό spss και στη συνέχεια με το λογισμικό Biogeme. Αναπτύχθηκαν **μοντέλα λογαριθμικής παλινδρόμησης** διακριτής επιλογής (discrete choice) με εξαρτημένη μεταβλητή την επιλογή σε κάθε σενάριο. Για τις ανεξάρτητες μεταβλητές έγιναν όλοι οι πιθανοί συνδυασμοί των υπολοίπων στοιχείων που προέκυψαν από την επεξεργασία των ερωτηματολογίων. Με τον τρόπο αυτό προέκυψαν διαφορετικά μοντέλα που περιέγραφαν σε αποδεκτό επίπεδο εμπιστοσύνης την επιρροή των τελικών ανεξάρτητων μεταβλητών στην επιλογή κάθε δικτύου, έχοντας συνυπολογίσει την αλληλεπίδραση μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών. Έτσι δεν παρατηρήθηκε αλληλοεπικάλυψη των ανεξάρτητων μεταβλητών και άρα δεν επηρεάστηκε η εγκυρότητα των αποτελεσμάτων.

Αφού αξιολογήθηκαν και ερμηνεύτηκαν τα αποτελέσματα, προέκυψαν τα αντίστοιχα **συμπεράσματα** για το βαθμό και τον τύπο της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εκάστοτε εξαρτημένη. Προέκυψαν έτσι σημαντικές πληροφορίες για το υπό εξέταση θέμα και διατυπώθηκαν αξιόλογες προτάσεις για περαιτέρω έρευνα πάνω στο αντικείμενο της οδικής ασφάλειας και συγκεκριμένα για την αντίληψη των οδηγών απέναντι στην οδική ασφάλεια.

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



1.4 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Το **πρώτο κεφάλαιο** αποτελεί την εισαγωγή της Διπλωματικής Εργασίας και έχει σκοπό να παρουσιάσει στον αναγνώστη το γενικότερο πλαίσιο του αντικείμενου με το οποίο ασχολείται. Αρχικά γίνεται μια συνοπτική παρουσίαση του προβλήματος της οδικής ασφάλειας τόσο στην Ελλάδα όσο και σε διεθνές επίπεδο. Ακολούθως, γίνεται συγκεκριμένη αναφορά στον Ελλαδικό χώρο και μετά παρουσιάζεται ο επιδιωκόμενος στόχος της Διπλωματικής Εργασίας και η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την επίτευξή του. Το εισαγωγικό κεφάλαιο ολοκληρώνεται με την παρουσίαση της δομής της Διπλωματικής Εργασίας.

Στο **δεύτερο κεφάλαιο** παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, τα οποία προέκυψαν από την αναζήτηση και την καταγραφή ερευνών με αντικείμενο την εφαρμογή της δεδηλωμένης προτίμησης σε θέματα συγκοινωνιακού περιεχομένου. Εξετάζονται εργασίες από Ελλάδα και εξωτερικό, έρευνες που έχουν δημοσιευθεί σε επιστημονικά περιοδικά, βιβλία, άρθρα, πρακτικά συνεδρίων. Το κεφάλαιο κλείνει με τη σύνοψη και κριτική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των ερευνών, προκειμένου να διαπιστωθεί ποιες από αυτές μπορούν να συμβάλλουν ουσιαστικά στην παρούσα εργασία.

Το **τρίτο κεφάλαιο** αποτελεί το θεωρητικό υπόβαθρο της Διπλωματικής Εργασίας. Αρχικά, περιέχονται πληροφορίες για τη μέθοδο της δεδηλωμένης προτίμησης. Ακολουθεί σύγκρισή της με την παρεμφερή μέθοδο της αποκαλυπτόμενης προτίμησης (revealed preference), από την οποία προκύπτει ως καταλληλότερη η δεδηλωμένη προτίμηση. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται πληροφορίες που αναφέρονται στη βιβλιογραφία σχετικά με τον τρόπο διεξαγωγής ερευνών πεδίου με τη μέθοδο της δεδηλωμένης προτίμησης. Έπειτα, γίνεται αναφορά στις μεθόδους στατιστικής ανάλυσης που είναι κατάλληλες για επεξεργασία στοιχείων που έχουν συλλεχθεί με τη μέθοδο της δεδηλωμένης προτίμησης. Και τέλος, παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο του μοντέλου που χρησιμοποιήθηκε και οι στατιστικοί έλεγχοι στους οποίους υποβάλλεται.

Στο **τέταρτο κεφάλαιο** περιγράφονται οι βασικές αρχές που πρέπει να διέπουν κάθε έρευνα πεδίου. Γίνεται παράθεση του χρησιμοποιούμενου στη συγκεκριμένη έρευνα

ερωτηματολογίου και ακολουθεί αναλυτική παρουσίαση του. Παρατίθενται επίσης διαγράμματα στα οποία παρουσιάζεται η ποσοστιαία κατανομή του δείγματος ανάλογα με τα επιμέρους χαρακτηριστικά του, ακολουθούμενα από τον απαραίτητο σχολιασμό. Στη συνέχεια αναλύεται ο τρόπος κωδικοποίησης των στοιχείων, καθώς και η αρχική επεξεργασία που υπέστησαν, ώστε να χρησιμοποιηθούν στη στατιστική ανάλυση, αλλά και να αποφασιστεί η τελική μεθοδολογία.

Στο **πέμπτο κεφάλαιο** περιγράφεται η διαδικασία ανάπτυξης και εφαρμογής των τελικών μαθηματικών μοντέλων. Μετά από μία σύντομη περιγραφή του αρχικού μοντέλου που χρησιμοποιήθηκε και των αποτελεσμάτων που εξήχθησαν, περιγράφονται τα ενδιάμεσα βήματα που οδήγησαν στα τελικά μοντέλα, μαζί με σύντομη αξιολόγηση. Ακολουθεί η παρουσίαση των τελικών μοντέλων, ενώ παράλληλα παρουσιάζονται και αναλύονται τα αποτελέσματά τους.

Στο **έκτο κεφάλαιο** γίνεται μια σύνοψη των αποτελεσμάτων και παρατίθενται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την ερμηνεία των εξαγόμενων μοντέλων. Γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στη χρησιμότητα των βασικών αποτελεσμάτων της Διπλωματικής Εργασίας, και τέλος προτείνονται θέματα για περαιτέρω έρευνα στο συγκεκριμένο τομέα.

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το κεφάλαιο αυτό περιέχει τα αποτελέσματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης που έγινε στο πλαίσιο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας. Παρουσιάζεται μια σειρά από έρευνες (όπως δημοσιευμένα άρθρα, διδακτορικές διατριβές, βιβλία, πρακτικά επιστημονικών οργανισμών), με περιεχόμενο συναφές με το αντικείμενο της συγκεκριμένης έρευνας. Επιπλέον, αναφέρονται οι πηγές από τις οποίες συλλέχθηκαν πληροφορίες για τη μέθοδο της **δεδηλωμένης προτίμησης (stated preference)** στο πλαίσιο της οποίας επεξεργάστηκαν τα αποτελέσματα που συγκεντρώθηκαν από την έρευνα πεδίου. Στη συνέχεια αναφέρονται πληροφορίες που συλλέχθηκαν από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση και αφορούν τη στατιστική μέθοδο της λογιστικής παλινδρόμησης (logistic regression) η οποία χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση των στοιχείων στην εργασία αυτή. Οι πληροφορίες αυτές αναλύονται εκτενέστερα στο επόμενο κεφάλαιο.

2.2 ΤΑ ΟΔΙΚΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η Ελλάδα κατέχει μία από τις πρώτες θέσεις στην Ευρώπη στο ποσοστό των **οδικών ατυχημάτων** τόσο ανά 1.000 αυτοκίνητα οχήματα, όσο και ανά εκ. οχημ. χιλιόμετρα. Η απρόσεκτη οδήγηση, η κακή κατάσταση πολλών δρόμων, η ελλιπής σήμανση, η πλημμυρής αστυνόμευση των μεγάλων οδικών αρτηριών, η ευρεία χρήση των δικύκλων, κυρίως ανάμεσα στους νέους, και η έλλειψη συστηματικής προληπτικής ενημέρωσης αποτελούν τις κυριότερες αιτίες των οδικών ατυχημάτων, των οποίων ο αριθμός, ακολουθεί έναν ανησυχητικά αυξανόμενο ρυθμό την τελευταία δεκαετία. Κάθε χρόνο χάνονται στην Ελλάδα 2.000 περίπου πολίτες και τραυματίζονται άλλοι 30.000. Από αυτούς οι 3.500 μένουν ανάπηροι σε μικρό ή μεγαλύτερο βαθμό. Τα ατυχήματα είναι αυξημένα τις αργίες, το Σαββατοκύριακο και τις πρωινές ώρες, ενώ πλήττουν τις κατ' εξοχήν παραγωγικές ηλικίες 20-50 ετών. Τέλος η Ελλάδα έχει υπερδιπλάσιο αριθμό οδικών ατυχημάτων από το μέσο όρο της Ε.Ε.. Αντιλαμβάνεται κανείς, ότι τα οδικά ατυχήματα προκαλούν ένα θλιβερό ετήσιο αριθμό τραυματισμών και θανάτων με πολλές και ποικίλες επιπτώσεις στο κοινωνικό σύνολο (Τσώχος, 1992).

Αξιοσημείωτες είναι οι **επιπτώσεις** των οδικών ατυχημάτων στον τομέα της **οικονομίας**. Οι επιπτώσεις αυτές συχνά αξιολογούνται με όρους άμεσου κόστους αγοράς (direct market costs) -δηλαδή ιατρικά, υλικά και γενικά κόστη- με όρους έμμεσου κόστους (indirect costs) όπως είναι η απώλεια της μελλοντικής παραγωγής των θανόντων και των τραυματιών, αλλά και με όρους μη εμπορικού κόστους (non-market costs) όπως είναι η ηθική βλάβη. Φαίνεται επομένως ότι η μείωση της θνησιμότητας λόγω οδικών ατυχημάτων είναι ένα μείζον ζήτημα που αφορά τη δημόσια υγεία με επιπτώσεις τόσο στην ανθρώπινη ζωή όσο και στην οικονομία (Haddak, 2016).

Είναι συνεπώς κατανοητή η αξία της οδικής ασφάλειας και η ανάγκη εύρεσης και εφαρμογής μεθόδων «ενίσχυσης» της ορθής και ολοκληρωμένης αντίληψης των οδηγών ως προς αυτή.

2.3 ΣΥΝΑΦΕΙΣ ΕΡΕΥΝΕΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΕΣ

Στο υποκεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται μια έρευνα συναφής με το αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας με στόχο τον προσδιορισμό ενός αντικειμένου της διπλωματικής εργασίας, το οποίο δεν έχει καλυφθεί πλήρως (τουλάχιστον στην Ελλάδα), συμπληρώνοντας έτσι τις υπάρχουσες εργασίες. Επιπλέον, επιτρέπει τον έλεγχο εάν τα αποτελέσματα της διπλωματικής εργασίας συμφωνούν με εκείνα της διεθνούς βιβλιογραφίας. Αντίστοιχα, η ανασκόπηση συναφών μεθοδολογιών έχει στόχο την επιλογή της καταλληλότερης μεθοδολογίας για την αντιμετώπιση του αντικειμένου της Διπλωματικής Εργασίας.

Πολύ χρήσιμη ήταν η εργασία του Haddak η οποία παρουσιάστηκε τον Απρίλιο του 2016 στο πλαίσιο του 6th Transport Research Arena. Θέμα της εργασίας αυτής ήταν η εκτίμηση της **πρόθεσης να πληρώσουν** των κατοίκων ενός διοικητικού διαμερίσματος της Γαλλίας (Rhône) προκειμένου να μειωθεί η πιθανότητα εμπλοκής τους σε κάποιο οδικό ατύχημα. Η έρευνα διεξήχθη το 2013 τηλεφωνικά σε ένα ευρύ δείγμα κατοίκων ηλικίας άνω των 18 ετών και βασίστηκε στη μέθοδο της δεδηλωμένης προτίμησης.

Το δείγμα των ερωτώμενων κλήθηκε να δείξει την πρόθεσή του να πληρώσει προκειμένου να αποφύγει τις ποικίλες επιπτώσεις ενός οδικού ατυχήματος. Πιο συγκεκριμένα, το ερωτηματολόγιο απαρτιζόταν από πέντε κατηγορίες ερωτήσεων:

1. προσωπική εμπειρία με τα οδικά ατυχήματα,
2. οδηγική συμπεριφορά και αίσθηση κινδύνου,
3. χρήση μέσων μετακίνησης
4. γενικά κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά
5. πρόθεση να πληρώσουν προκειμένου να μειωθεί η πιθανότητα μη θανατηφόρου τραυματισμού λόγω ενός οδικού ατυχήματος.

Το σενάριο του ερωτηματολογίου ήταν ότι οι συμμετέχοντες στην έρευνα θα έπρεπε να συνεισφέρουν οικονομικά στην υλοποίηση ενός τοπικού σχεδίου προκειμένου να βελτιωθεί η ασφάλεια των χρηστών του οδικού δικτύου της περιοχής. Δεδομένου ότι οι συμμετέχοντες είναι οι ίδιοι οι κάτοικοι της περιοχής αυτής της Γαλλίας, θα έπρεπε να τους ευαισθητοποιεί ιδιαίτερα και να τους αφορά άμεσα ένα έργο εντός της περιοχής που χρησιμοποιούν καθημερινά για τις μετακινήσεις τους.

Πρόκειται δηλαδή για μια περίπτωση έρευνας αρκετά παρεμφερή με την περίπτωση που καλείται να καλύψει η παρούσα διπλωματική εργασία.

Οι όποιες οικονομικές αναλύσεις προκύπτουν από τέτοιου είδους μελέτες και εργασίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν από αρμόδιους φορείς της πολιτείας προκειμένου να τεθούν καλύτεροι στόχοι για την πρόληψη οδικών ατυχημάτων. Στον τομέα αυτό, η

οικονομική εκτίμηση γίνεται με τον υπολογισμό της αξίας της ανθρώπινης ζωής σε χρηματικές μονάδες και της αξίας που ισοδυναμεί με τη ζημία που προκαλείται από τραυματισμούς. Η ανάλυση αυτή σε οικονομικούς όρους δεν αφορά την παρούσα διπλωματική εργασία γι' αυτό και γίνεται απλή αναφορά σε αυτή.

2.3.1 ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΕΔΗΛΩΜΕΝΗΣ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ

Πολύ χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με τη **μέθοδο της δεδηλωμένης προτίμησης** έχουν παρθεί από τη δημοσίευση του J. Bates (1998) οι οποίες και χρησιμοποιήθηκαν για την πραγματοποίηση της έρευνας στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας. Στην παράγραφο αυτή γίνεται μια περιληπτική αναφορά σε αυτές τις πληροφορίες.

Η μέθοδος της δεδηλωμένης προτίμησης είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιείται για τη συλλογή στοιχείων που πρόκειται μετά από κατάλληλη στατιστική επεξεργασία να οδηγήσουν στην ανάπτυξη ενός μαθηματικού προτύπου. Σαν παράδειγμα στατιστικής ανάλυσης θα μπορούσε να αναφερθεί και η λογιστική παλινδρόμηση (logit regression) που χρησιμοποιήθηκε και στην παρούσα διπλωματική εργασία. Η λογιστική παλινδρόμηση οδηγεί στη εξαγωγή ενός γραμμικού μαθηματικού προτύπου.

Η μέθοδος της δεδηλωμένης προτίμησης αναπτύχθηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1970 στην Αγγλία με σκοπό να εξυπηρετήσει μελέτες που σχετίζονταν με την επιστήμη του marketing. Θεμελιωτές της θεωρούνται οι Green και Shrinivasan οι οποίοι έδωσαν και τον ορισμό της (Green (P.E), Srinivasan (V)-Conjoint analysis in consumer research: Issues and outlook-Journal of consumer research-vol.5 pp.103212, 1978). Σύμφωνα με τους παραπάνω, ο όρος δεδηλωμένη προτίμηση αναφέρεται σε μεθόδους που έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά : «Κάθε μέθοδος αποσύνθεσης που εκτιμά τη δομή της προτίμησης ενός καταναλωτή, δίνοντας τη συνολική αξιολόγησή του για μια σειρά εναλλακτικών **επιλογών** με διαφορετικά χαρακτηριστικά που έχουν προκαθοριστεί».

Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην εκμείωση απαντήσεων από τους ερωτώμενους σε υποθετικά σενάρια, γεγονός που αποτελεί και το βασικό της **πλεονέκτημα**. Δίνεται δηλαδή στον ερευνητή η δυνατότητα συγκέντρωσης στοιχείων για τις απόψεις και τις διαθέσεις του κοινού, σχετικά με νέα προϊόντα, υπηρεσίες, θεσμούς που δεν έχουν εφαρμοστεί και δοκιμαστεί στο παρελθόν. Έτσι ο ερευνητής μπορεί και καταγράφει την τάση της αγοράς απέναντι στην προτεινόμενη καινοτομία και άρα είναι σε θέση να συμβουλευσει τους αρμόδιους φορείς για το αν πρέπει να προχωρήσουν στην υλοποίησή της, αν πρέπει να κάνουν κάποιες τροποποιήσεις πριν την εφαρμογή της, ή αν τελικά πρέπει να εγκαταλειφθεί σαν ιδέα.

Σύμφωνα με τα όσα αναφέρονται στη συγκεκριμένη δημοσίευση, ένας πολύ συνηθισμένος τρόπος στη συλλογή των απαιτούμενων στοιχείων, στο πλαίσιο της συγκεκριμένης μεθόδου, είναι μέσω **κατάλληλα σχεδιασμένων ερωτηματολογίων**. Η χρήση τους τα τελευταία χρόνια έχει εξαπλωθεί πολύ, με αποτέλεσμα να έχουν γίνει ένα πολύτιμο εργαλείο στις μελέτες που γίνονται με τη μέθοδο της

δεδηλωμένης προτίμησης. Σαν βασικότερα πλεονεκτήματά τους θα μπορούσαν να αναφερθούν :

- Η ευελιξία που τα διακρίνει και η σχετική ευκολία με την οποία μπορούν να κατασκευαστούν.
- Το σχετικά χαμηλό κόστος σχεδιασμού τους και ο μικρός απαιτούμενος χρόνος μοιράσματος και συλλογής τους, με συνέπεια την ταχεία συγκέντρωση των απαιτούμενων για την έρευνα δεδομένων.

Σύμφωνα πάντα με την ίδια δημοσίευση στα πρώτα στάδια εφαρμογής της μεθόδου δεδηλωμένης προτίμησης, ο ερευνητής ήταν υποχρεωμένος να διατυπώσει τις ερωτήσεις κατά τέτοιο τρόπο ώστε να ζητάει από τον ερωτώμενο να βαθμολογήσει ή να κατατάξει σε μια σειρά προτίμησης τις εναλλακτικές επιλογές που του προτείνονταν. Αργότερα με τις νέες τεχνικές στατιστικής ανάλυσης που αναπτύχθηκαν, δόθηκε η δυνατότητα οι ερωτήσεις να ζητούν την απευθείας επιλογή της προτιμότερης από τις εναλλακτικές λύσεις. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα η μέθοδος της δεδηλωμένης προτίμησης να γίνει πολύ πιο εύχρηστη και δημοφιλής.

Εκτός όμως από τον καλό σχεδιασμό, για να εξασφαλιστεί η ορθότητα και η εγκυρότητα των αποτελεσμάτων, πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή και στη φάση της έρευνας πεδίου. Πρέπει να ληφθεί μέριμνα ώστε το **δείγμα** να είναι **αντιπροσωπευτικό** και **αμερόληπτο**, να έχει δηλαδή καλή διαστρωμάτωση σε όλες τις κοινωνικοοικονομικές ομάδες του πληθυσμού που είναι σχετικές με το αντικείμενο της έρευνας. Επίσης πρέπει να προσεχτεί ιδιαίτερα κατά τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου, ο ερωτώμενος να μην έχει προβλήματα στην κατανόηση των ερωτήσεων. Για το λόγο αυτό ενδείκνυται τα ερωτηματολόγια να συμπληρώνονται με προσωπικές συνεντεύξεις, παρά να μοιράζονται και να επιστρέφονται απαντημένα.

Στο σημείο αυτό τονίζεται ότι στο πλαίσιο της εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας, δεν πραγματοποιήθηκε έρευνα πεδίου, αλλά λήφθηκε έτοιμο αρχείο με τις απαντήσεις του δείγματος των ερωτηθέντων.

2.3.2 ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ (LOGISTIC REGRESSION)

Η λογιστική παλινδρόμηση (logistic regression) είναι μια στατιστική μέθοδος κατάλληλη για επεξεργασία στοιχείων που έχουν προκύψει από **έρευνες πεδίου** (Pindyck, Rubinfeld, 1991). Είναι ευρέως διαδεδομένη σε έρευνες που στόχο έχουν να διερευνήσουν τη στάση που θα επιδείξει το κοινό, απέναντι σε μία ή περισσότερες εξεταζόμενες υποθετικές καταστάσεις, διαφορετικές από την υφιστάμενη. Σε συνδυασμό με τη μέθοδο της δεδηλωμένης προτίμησης, χρησιμοποιείται συχνά σε συγκοινωνιακές έρευνες που στόχο έχουν να καταγράψουν και να αναλύσουν την ευαισθησία της προτίμησης του κοινού αναφορικά με μια επικείμενη κατάσταση (ή θεσμό), καθώς και την επιλογή μέσου για μετακίνηση προς συγκεκριμένες κατευθύνσεις.

Σύμφωνα πάντα με τους ίδιους συγγραφείς, το αποτέλεσμα της στατιστικής ανάλυσης με τη συγκεκριμένη μέθοδο, είναι η ανάπτυξη μαθηματικού προτύπου πρόβλεψης της πιθανότητας που υπάρχει να πραγματοποιηθεί ένα συγκεκριμένο γεγονός, ή να γίνει από το κοινό μία συγκεκριμένη επιλογή. Πιο συγκεκριμένα αρχικά υπολογίζεται γραμμικό μαθηματικό μοντέλο που δίνει τη συνάρτηση χρησιμότητας του συγκεκριμένου γεγονότος, ή της συγκεκριμένης επιλογής, συναρτήσει των παραμέτρων που το επηρεάζουν. Στη συνέχεια με τη βοήθεια κατάλληλου μετασχηματισμού υπολογίζεται η πιθανότητα να γίνει το εν λόγω γεγονός, ή η εν λόγω επιλογή, συναρτήσει της συνάρτησης χρησιμότητας που υπολογίστηκε προηγουμένως. Η σχέση μεταξύ της πιθανότητας και της συνάρτησης χρησιμότητας δεν είναι γραμμική (Pindyck, Rubinfeld, 1991).

Στην περίπτωση που οι εναλλακτικές επιλογές που υπάρχουν είναι δύο, το μαθηματικό μοντέλο που αναμένεται να προκύψει είναι δυαδικό (binary model). Είναι ευνόητο ότι στην περίπτωση αυτή η πιθανότητα να μη συμβεί το υπό εξέταση γεγονός, ή να μη γίνει η συγκεκριμένη επιλογή, δίνεται από τη σχέση $1-P_i$. Η λογιστική παλινδρόμηση μπορεί με την ίδια ευκολία να ανταποκριθεί και σε περιπτώσεις που οι εναλλακτικές επιλογές είναι περισσότερες από δύο και το αναμενόμενο μαθηματικό μοντέλο δεν είναι δυαδικό (Pindyck, Rubinfeld, 1991).

2.4 ΣΥΝΟΨΗ – ΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

2.4.1 ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΟΔΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

Από τις έρευνες που αναφέρονται στα οδικά ατυχήματα αλλά και στην κατάσταση ενός οδικού δικτύου και τις περιπτώσεις αναβάθμισής του, προκύπτουν τα εξής :

- παρουσιάζεται αδήριτη η ανάγκη μελέτης των **παραγόντων** που προκαλούν οδικά ατυχήματα,
- παρατηρείται η αναγκαιότητα μελέτης της οδηγικής **συμπεριφοράς** και της αντίληψης των χρηστών της οδού απέναντι στην οδική ασφάλεια,
- καθίσταται σαφές ότι οποιαδήποτε μελέτη γίνεται για την αναβάθμιση του οδικού δικτύου θα πρέπει να γίνεται σε **ευρύτερα** οδικά δίκτυα και να μην περιορίζεται κατά τόπους, και
- τέλος ιδιαίτερη σημασία έχει η **αξιοποίηση** και σωστή χρήση των αποτελεσμάτων της κάθε έρευνας παράλληλα με τον σωστό σχεδιασμό του οδικού δικτύου.

2.4.2 ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΕΔΗΛΩΜΕΝΗΣ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ

Σχετικά με τη μέθοδο δεδηλωμένης προτίμησης, παρατηρήθηκε ότι :

- είναι κατάλληλη για έρευνες που αφορούν **υποθετικές καταστάσεις** αφού μπορεί και καταγράφεται η αντίδραση του πληθυσμού σε μη υπαρκτές μελλοντικές οδικές και συγκοινωνιακές συνθήκες,

- μπορεί να **συνδυαστεί** με τη μέθοδο αποκαλυπτόμενης προτίμησης, με ερωτήσεις τόσο σε υποθετικές όσο και σε ισχύουσες συνθήκες, για μεγαλύτερη αξιοπιστία στα αποτελέσματα,
- απαιτείται ένα επαρκές και αντιπροσωπευτικό **δείγμα** πληθυσμού, όπως συμβαίνει φυσικά σε κάθε στατιστική έρευνα,
- στην πλειονότητα των περιπτώσεων, ένα **ερωτηματολόγιο** έρευνας με τη μέθοδο της δεδηλωμένης προτίμησης αποτελείται από τρία έως πέντε μέρη
- οι **έννοιες** που εισάγονται στο ερωτηματολόγιο πρέπει να είναι σαφώς ορισμένες, έτσι ώστε να γίνονται απόλυτα κατανοητές από το σύνολο του δείγματος,
- για τη δημιουργία των υποθετικών σεναρίων χρησιμοποιείται τόσο ο πλήρης όσο και ο κλασματικός παραγοντικός σχεδιασμός, ανάλογα με το πλήθος των δυνατών συνδυασμών που δίνουν τα χαρακτηριστικά των εναλλακτικών επιλογών,
- οι ερωτήσεις που αφορούν στα κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά των ερωτώμενων εισάγονται στο τελευταίο μέρος της έρευνας, ούτως ώστε να μην τους αποθαρρύνουν από τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου, και
- τελευταία αλλά εξίσου σημαντική είναι η παρατήρηση ότι το διαδίκτυο αποτελεί ένα εξαιρετικό μέσο διεξαγωγής ερευνών, καθώς δίνει τη δυνατότητα εισαγωγής εικόνων και ήχων, προσφέρει ευκολία στη διάδοση, συλλογή και επεξεργασία, ενώ δίνει την αίσθηση της ανωνυμίας, η οποία είναι πολύ σημαντική για τη συμμετοχή του κοινού στην έρευνα. Η χρήση του διαδικτύου για το μοίρασμα και τη συμπλήρωση ερωτηματολογίων μειώνει τη χρήση έντυπων ερωτηματολογίων και άρα συμβάλλει με τον τρόπο της στην προστασία του περιβάλλοντος. Μειονέκτημα της χρήσης του διαδικτύου είναι ίσως ότι δεν έχουν όλες οι ηλικίες και οι κοινωνικές τάξεις την ίδια ευχέρεια στη χρήση και την πρόσβαση σε αυτό, άρα το δείγμα ενδέχεται να μην είναι αντιπροσωπευτικό.

2.4.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΣΤΑΣΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Συμπεράσματα που προέκυψαν για τη στατιστική ανάλυση μίας έρευνας προτιμήσεων με τη μέθοδο της δεδηλωμένης προτίμησης είναι ότι :

- για την ανάλυση μίας έρευνας η οποία στα υποθετικά σενάρια περιλαμβάνει δύο εναλλακτικές επιλογές εξετάζεται συνήθως το δυαδικό λογιστικό μοντέλο, ενώ όταν οι εναλλακτικές είναι περισσότερες, εξετάζεται το πολυωνυμικό λογιστικό μοντέλο,
- πολύ σημαντική είναι επίσης η διερεύνηση του ιεραρχικού λογιστικού προτύπου, στην περίπτωση που υπάρχουν περισσότερες από δύο εναλλακτικές επιλογές,
- με την εφαρμογή του μικτού λογιστικού προτύπου καθίσταται εφικτή η εξέταση της ετερογένειας των ατόμων, η οποία λαμβάνει υπόψη τις επαναλαμβανόμενες παρατηρήσεις από έναν ερωτώμενο,

- τέλος, είναι επιθυμητή η αξιολόγηση πολλών διαφορετικών μεταβλητών προκειμένου να βρεθούν εκείνες που πραγματικά επηρεάζουν την επιλογή των συμμετεχόντων.

3. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο παρουσιάζεται το **θεωρητικό υπόβαθρο** στο οποίο στηρίχθηκε η παρούσα Διπλωματική Εργασία. Ειδικότερα, γίνεται αναφορά στις δύο μεθόδους ανάλυσης που αναπτύχθηκαν για την ανάλυση των δεδομένων, δηλαδή στη **γραμμική παλινδρόμηση** (linear regression) και στη **διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση** (binary logistic regression). Στη συνέχεια, αναλύονται τα θεωρητικά στοιχεία που αφορούν στις δύο μεθόδους καθώς και οι **στατιστικοί έλεγχοι** και τα **κριτήρια αποδοχής** ή απόρριψης ενός μοντέλου.

3.2 ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ

3.2.1 ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

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

Η ανάπτυξη ενός μαθηματικού μοντέλου αποτελεί μία στατιστική διαδικασία που συμβάλλει στην ανάπτυξη εξισώσεων για την περιγραφή της σχέσης μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών και της εξαρτημένης. Σημειώνεται πως η επιλογή της μεθόδου ανάπτυξης ενός μοντέλου βασίζεται στο αν η εξαρτημένη μεταβλητή είναι συνεχής ή διακριτή. Στην περίπτωση που η εξαρτημένη μεταβλητή είναι **συνεχές μέγεθος** και ακολουθεί κανονική κατανομή, τότε χρησιμοποιείται η μέθοδος της γραμμικής παλινδρόμησης. Η απλούστερη περίπτωση γραμμικής παλινδρόμησης είναι η **απλή γραμμική παλινδρόμηση** (simple linear regression). Η απλή γραμμική παλινδρόμηση ορίζεται από μία μόνο ανεξάρτητη μεταβλητή X και μία εξαρτημένη μεταβλητή Y , που προσεγγίζεται ως γραμμική συνάρτηση του X . Η τιμή y_i της Y , για κάθε τιμή x_i της X , προσδιορίζεται ως εξής:

$$y_i = a + \beta x_i + \varepsilon_i$$

Το πρόβλημα της παλινδρόμησης έγκειται στην εύρεση των παραμέτρων a και β που εκφράζουν καλύτερα τη γραμμική εξάρτηση της Y από τη X . Κάθε ζεύγος τιμών (a ,

β) καθορίζει μία διαφορετική γραμμική σχέση που εκφράζεται γεωμετρικά από μία ευθεία γραμμή, ενώ οι δύο παράμετροι ορίζονται ως εξής:

- Ο σταθερός όρος a είναι η τιμή του y για $x = 0$.
- Ο συντελεστής β είναι η κλίση (slope) της ευθείας ή διαφορετικά ο συντελεστής παλινδρόμησης (regression coefficient). Εκφράζει τη μεταβολή της μεταβλητής Y όταν η μεταβλητή X αλλάξει κατά μία μονάδα.

Η τυχαία μεταβλητή ε_i ονομάζεται σφάλμα παλινδρόμησης (regression error) και ορίζεται ως η διαφορά της y_i από τη δεσμευμένη μέση τιμή $E(Y|X = x_i)$, όπου $E(Y|X = x_i) = a + \beta x_i$.

Για την ανάλυση της γραμμικής παλινδρόμησης γίνονται οι παρακάτω υποθέσεις:

- Η μεταβλητή X είναι ελεγχόμενη για το πρόβλημα που μελετάται, δηλαδή οι τιμές της είναι γνωστές.
- Η εξάρτηση της Y από τη X είναι γραμμική.
- Το σφάλμα παλινδρόμησης έχει μέση τιμή μηδέν για κάθε τιμή της X και η διασπορά του είναι σταθερή και δεν εξαρτάται από τη X , δηλαδή $E(\varepsilon_i) = 0$ και $Var(\varepsilon_i) = \sigma_\varepsilon^2$.

Στην περίπτωση που η τυχαία μεταβλητή Y εξαρτάται γραμμικά από περισσότερες από μία μεταβλητές X , ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_k$), γίνεται αναφορά στην **πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση** (multiple linear regression). Η εξίσωση που περιγράφει τη σχέση μεταξύ εξαρτημένης και ανεξάρτητων μεταβλητών είναι η εξής:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \beta_3 x_{i3} + \dots + \beta_k x_{ik} + \varepsilon_i$$

Οι υποθέσεις της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης δεν διαφέρουν από αυτές της απλής γραμμικής παλινδρόμησης. Το καινούργιο στοιχείο που εισάγεται είναι η ανάγκη για μηδενική συσχέτιση μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών ($\rho(x_i, x_j) \forall i \neq j \rightarrow 0$), η οποία πρέπει να ελεγχθεί πριν γίνει η εκτίμηση των παραμέτρων των μεταβλητών.

3.2.2 ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

Σε αντίθεση με το μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης στο οποίο η εξαρτημένη μεταβλητή είναι συνεχής, τα μοντέλα **λογιστικής παλινδρόμησης (logistic regression)** χρησιμοποιούνται στην περίπτωση που η εξαρτημένη μεταβλητή είναι **διακριτή** (όπως για παράδειγμα η εμπλοκή σε παρ'ολίγον ατύχημα). Η λογιστική παλινδρόμηση χρησιμοποιείται για τη δημιουργία μοντέλων πρόβλεψης της επιρροής από την παρουσία ή την απουσία κάποιων χαρακτηριστικών στην επιλογή αναφορικά με κάποιο συγκεκριμένο γεγονός. Οδηγεί στην ανάπτυξη μαθηματικού προτύπου που δίνει τη συνάρτηση χρησιμότητας του συγκεκριμένου γεγονότος, συναρτήσει κάποιων παραγόντων που το επηρεάζουν. Από τη συνάρτηση χρησιμότητας (utility

function) υπολογίζεται εύκολα, μετά από κατάλληλο μετασχηματισμό, η πιθανότητα που υπάρχει το γεγονός αυτό να πραγματοποιηθεί. Το μοντέλο που δίνει τη συνάρτηση χρησιμότητας είναι γραμμικό συναρτήσει των παραμέτρων που επηρεάζουν τη συγκεκριμένη επιλογή. Αντίθετα η σχέση που συνδέει την πιθανότητα με τη συνάρτηση χρησιμότητας είναι μη γραμμική. Τόσο η μορφή της συνάρτησης χρησιμότητας, όσο και ο μετασχηματισμός μέσα από τον οποίο προκύπτει η ζητούμενη πιθανότητα παρουσιάζονται αναλυτικά παρακάτω, μέσα στο πλαίσιο της συγκεκριμένης παραγράφου.

Η λογιστική παλινδρόμηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για την ανάπτυξη **δυναδικού** προτύπου πρόβλεψης (binary model) (όπου τα πιθανά ενδεχόμενα είναι δύο), όσο και για την ανάπτυξη προτύπου με **περισσότερες εναλλακτικές** επιλογές (multinomial model). Η λειτουργία της μεθόδου είναι ίδια και για τις δύο περιπτώσεις. Στην παρούσα έρευνα οι εναλλακτικές επιλογές είναι τρεις (υφιστάμενο δίκτυο, αναβαθμισμένο δίκτυο με μείωση πιθανότητας ατυχήματος κατά 20% και πολύ αναβαθμισμένο δίκτυο με μείωση πιθανότητας ατυχήματος κατά 50%), οπότε το μοντέλο που αναμένεται να αναπτυχθεί είναι το multinomial :

$$U_i = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + \dots + a_nx_n$$

Όπου:

U_i : συνάρτηση χρησιμότητας (utility function) του γεγονότος i

$x_1 \dots x_n$: οι μεταβλητές του προβλήματος

a_0 : ο σταθερός όρος ο οποίος δείχνει την επίδραση όλων εκείνων των παραγόντων που επηρεάζουν την επιλογή και δεν έχουν συμπεριληφθεί ως μεταβλητές στο μαθηματικό μοντέλο

$a_1 \dots a_n$: οι συντελεστές των μεταβλητών

Επιπλέον, σε αντίθεση με τη γραμμική παλινδρόμηση, η εξαρτημένη μεταβλητή εκφράζει την πιθανότητα η έκβαση του αποτελέσματος να ισούται με 1. Χρησιμοποιείται, λοιπόν, ο νεπέριος λογάριθμος για την πιθανότητα ή το λόγο πιθανοφάνειας (likelihood ratio), η εξαρτημένη μεταβλητή να ισούται με 1, σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο:

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

Όπου:

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

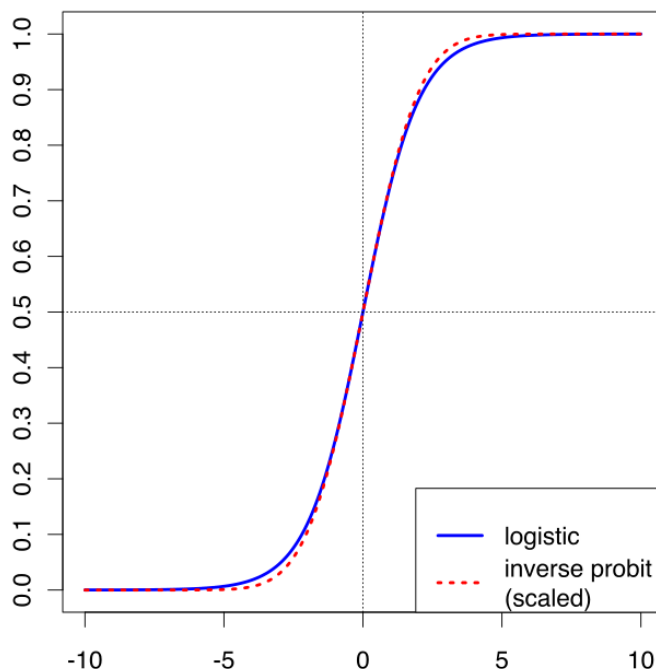
Η **πιθανότητα** κυμαίνεται από 0 έως 1, ενώ ο νεπέριος λογάριθμος $\ln[P_i/(1-P_i)]$ κυμαίνεται από μείον άπειρο έως συν άπειρο. Τα μοντέλα λογιστικής ανάλυσης παλινδρόμησης υπολογίζουν την καμπυλόγραμμη σχέση ανάμεσα στην κατηγορική επιλογή Y και στις μεταβλητές X_i οι οποίες μπορεί να είναι συνεχείς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

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

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

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

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



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.1 Καμπύλη λογιστικής παλινδρόμησης και καμπύλη ανάλυσης probit (Pindyck, Rubinfeld, 1991)

Στο διάγραμμα 3.1 φαίνεται ένα παράδειγμα καμπύλης λογιστικής παλινδρόμησης, όπου οι τιμές της συνάρτησης χρησιμότητας U_i κυμαίνονται μεταξύ του -10 και του 10. Όπως φαίνεται από το σχήμα αυτό, η καμπύλη έχει σχήμα S (σιγμοειδής καμπύλη, sigmoid curve) και μοιάζει με αυτή που λαμβάνεται όταν σχεδιαστεί η αθροιστική πιθανότητα (cumulative probability) της κανονικής κατανομής. Η σχέση μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών και της πιθανότητας είναι μη γραμμική και φυσικά η πιθανότητα κυμαίνεται στο διάστημα $[0,1]$, ανεξάρτητα από την τιμή της U_i .

Από το παραπάνω διάγραμμα παρατηρείται ότι η κλίση της λογιστικής αθροιστικής κατανομής είναι μέγιστη στο σημείο $P = 1/2$. Αυτό συνεπάγεται ότι οι μεταβολές στις ανεξάρτητες μεταβλητές θα έχουν μεγαλύτερη επιρροή στην πιθανότητα επιλογής μιας εναλλακτικής λύσης στο μέσον της κατανομής. Οι μικρές κλίσεις στα άκρα της κατανομής δείχνουν ότι απαιτούνται μεγάλες μεταβολές των ανεξάρτητων μεταβλητών, ώστε να πραγματοποιηθεί μικρή μεταβολή της πιθανότητας.

Αν το P ισούται με 0 ή με 1 τότε οι λόγοι πιθανοτήτων (odds) θα είναι ίσοι με 0 ή θα παρουσιάζουν απροσδιοριστία, με αποτέλεσμα να μην ορίζεται ο νεπέριος λογάριθμός τους, άρα ούτε και η συνάρτηση χρησιμότητας. Για το λόγο αυτό η χρήση της μεθόδου των ελαχίστων τετραγώνων στη σχέση του multinomial model δεν είναι δυνατή. Έτσι ο υπολογισμός των συντελεστών του μαθηματικού προτύπου γίνεται με τη μέθοδο της μέγιστης πιθανοφάνειας (maximum likelihood). Η παραπάνω μέθοδος αποδίδει με ακρίβεια τους παραπάνω συντελεστές, ενώ λειτουργεί με την ίδια ευκολία ακόμη και στην περίπτωση που το δείγμα είναι μεγάλο, γεγονός που την κάνει ένα εύχρηστο εργαλείο για την εκπόνηση τέτοιου είδους ερευνών.

3.3 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

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

❖ Λογική ερμηνεία των προσήμων των συντελεστών

Θετικό πρόσημο του συντελεστή β_i συνεπάγεται αύξηση της εξαρτημένης μεταβλητής με την αύξηση της ανεξάρτητης. Αντιθέτως, **αρνητικό πρόσημο** υποδηλώνει μείωση της εξαρτημένης μεταβλητής με την αύξηση της ανεξάρτητης. Επιπλέον, θα πρέπει να ερμηνεύεται λογικά και η τιμή του συντελεστή, καθώς αύξηση της ανεξάρτητης μεταβλητής κατά μία μονάδα οδηγεί σε αύξηση της εξαρτημένης μεταβλητής κατά β_i μονάδες.

❖ Ελαστικότητα

Η **ελαστικότητα** αποτελεί δείκτη ο οποίος αντικατοπτρίζει την **ευαισθησία** της εξαρτημένης μεταβλητής Y στη μεταβολή μίας ή περισσότερων ανεξάρτητων

μεταβλητών. Είναι πολλές φορές ορθότερο να εκφραστεί η ευαισθησία ως ποσοστιαία μεταβολή της εξαρτημένης μεταβλητής που προκαλεί 1% μεταβολή της ανεξάρτητης.

Για γραμμικά μοντέλα και **συνεχείς μεταβλητές** η ελαστικότητα εκφράζεται ως εξής:

$$\left(\frac{\Delta Y_i}{\Delta X_i}\right) * \left(\frac{X_i}{Y_i}\right) = \beta_i * \left(\frac{X_i}{Y_i}\right)$$

Για **διακριτές μεταβλητές** χρησιμοποιείται η έννοια της ψευδοελαστικότητας, η οποία περιγράφει τη μεταβολή στην τιμή της πιθανότητας επιλογής κατά τη μετάβαση από τη μία τιμή της διακριτής μεταβλητής στην άλλη. Η **ψευδοελαστικότητα** υπολογίζεται μέσω της παρακάτω μαθηματικής σχέσης:

$$E_{x_{ivk}}^{P(i)} = e^{\beta_{ik}} \frac{\sum_{i=1}^I e^{\beta_{ik} x_{ivk}}}{\sum_{i=1}^I e^{\beta_{ik} x_{ivk}}} - 1$$

Όπου:

- I, το πλήθος των πιθανών επιλογών
- x_{ivk} , η τιμή της μεταβλητής k, για την εναλλακτική i, του ατόμου v
- $\Delta(\beta_i x_v)$, η τιμή της συνάρτησης που καθορίζει την κάθε επιλογή αφού η τιμή της x_{vk} έχει μεταβληθεί από 0 σε 1
- $\beta_i x_v$, η αντίστοιχη τιμή όταν η x_{ivk} έχει τιμή 0
- β_{ik} , η τιμή της παραμέτρου της μεταβλητής x_{vk}

❖ Στατιστική σημαντικότητα

Σημαντικός έλεγχος για την αξιολόγηση του προτύπου είναι ο **έλεγχος t-test** (κριτήριο t της κατανομής Student). Μέσω του δείκτη t προσδιορίζεται η **στατιστική σημαντικότητα** των ανεξάρτητων μεταβλητών, δηλαδή η επιλογή των μεταβλητών που θα συμπεριληφθούν στο τελικό μοντέλο. Ο συντελεστής t εκφράζεται με την παρακάτω σχέση:

$$t_{\text{stat}} = \frac{\beta_i}{\text{s.e.}}$$

Όπου s.e. το τυπικό σφάλμα (standard error).

Από την παραπάνω σχέση προκύπτει ότι μείωση του τυπικού σφάλματος επιφέρει αύξηση του συντελεστή t_{stat} και συνεπώς αυξάνεται η επάρκεια (efficiency). Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του t κατά απόλυτη τιμή, τόσο μεγαλύτερη είναι και η επιρροή της συγκεκριμένης μεταβλητής στο τελικό αποτέλεσμα. Στον πίνακα που παρατίθεται στη συνέχεια, παρουσιάζονται οι κρίσιμες τιμές του συντελεστή t για το εκάστοτε επίπεδο εμπιστοσύνης.

Βαθμοί Ελευθερίας	Επίπεδο Εμπιστοσύνης				
	0.900	0.950	0.975	0.990	0.995
80	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660
120	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617
∞	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1: Κρίσιμες τιμές του συντελεστή t της Κατανομής Student

Για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% η τιμή $t^* = 1,7$, επομένως προκύπτει ότι για να είναι συμπεριληφθεί κάποια μεταβλητή στο μοντέλο θα πρέπει να έχει συντελεστή t μεγαλύτερο του 1,7 κατά απόλυτη τιμή, έτσι ώστε να κρίνεται στατιστικά σημαντική. Στα μοντέλα **λογιστικής παλινδρόμησης** ισχύει ό,τι και σε αυτά της γραμμικής παλινδρόμησης, με διαφορά ότι αντί για το t-test χρησιμοποιείται το **Wald test**. Το συγκεκριμένο test ορίζεται και λειτουργεί ακριβώς όπως και το t-test, οπότε για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% η τιμή του Wald θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη του 1,7 για τις μεταβλητές του μοντέλου.

❖ Συντελεστής προσαρμογής R^2 και Hosmer-Lemeshow test

Ο **συντελεστής R^2** χρησιμοποιείται ως **δείκτης αξιολόγησης της ποιότητας** του προτύπου καθώς αποτελεί κριτήριο καλής προσαρμογής των δεδομένων στο γραμμικό μοντέλο και ορίζεται από τη σχέση:

$$R^2 = \frac{SSR}{SST}$$

Όπου:

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

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

Ο συντελεστής R^2 εκφράζει το ποσοστό της μεταβλητότητας της μεταβλητής Y που εξηγείται από την μεταβλητή X, ενώ λαμβάνει τιμές από 0 έως 1. Όσο πιο κοντά βρίσκεται η τιμή του R^2 στη μονάδα, τόσο πιο ισχυρή είναι η γραμμική σχέση εξάρτησης των μεταβλητών Y και X. Δεν υπάρχει συγκεκριμένη τιμή του συντελεστή που είναι αποδεκτή ή απορριπτέα, αλλά μεταξύ μοντέλων επιλέγεται ως καταλληλότερο εκείνο με τον υψηλότερο συντελεστή. Για την αξιολόγηση των μοντέλων **λογιστικής παλινδρόμησης** εφαρμόζεται και ο **στατιστικός έλεγχος Hosmer-Lemeshow test** (Hosmer & Lemeshow, 2000) ο οποίος θεωρείται πιο αξιόπιστος από το συντελεστή R^2 λόγω της πιθανής μη γραμμικότητας των αναλύσεων. Πολλές φορές εισάγεται ως σημαντικότητα του ελέγχου μία συγκεκριμένη τιμή την οποία ο έλεγχος πρέπει να υπερβεί, και για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% η τιμή ορίζεται στο 0,05.

❖ Σφάλμα εξίσωσης προτύπου

Αναφορικά με το **σφάλμα** της εξίσωσης του μοντέλου, αυτό οφείλει να πληροί τις παρακάτω προϋποθέσεις για τη γραμμική παλινδρόμηση:

- Να ακολουθεί κανονική κατανομή
- Να έχει σταθερή διασπορά, $\text{Var}(\varepsilon_i) = \sigma_\varepsilon^2 = c$
- Να έχει μηδενική συσχέτιση, $\rho(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0, \forall i \neq j$

Σημειώνεται πως η διασπορά του σφάλματος εξαρτάται από το συντελεστή R^2 . Όσο μεγαλύτερο είναι το R^2 τόσο μικρότερη είναι η διασπορά του σφάλματος και άρα τόσο καλύτερη η πρόβλεψη.

3.4 Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΗΣ ΔΕΔΗΛΩΜΕΝΗΣ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ (STATED PREFERENCE)

Η μέθοδος δεδηλωμένης προτίμησης αρχικά, είχε προταθεί από τους CiriacyWantrup το 1947, σχετικά με τα οφέλη, ως δημόσια αγαθά, που προκύπτουν από την προστασία από την εδαφολογική διάβρωση. Ωστόσο, ο Davis το 1963, ήταν ο πρώτος που σχεδίασε και εφάρμοσε την πρώτη έρευνα, για να εκτιμήσει τη αξία που έδιναν οι τουρίστες και οι κληρονομήτες σε μία συγκεκριμένη ερημική περιοχή.

Η μέθοδος βασίζεται στην απλή ιδέα ότι εάν θέλει κανείς να αποκτήσει πληροφόρηση για την **προθυμία** των ατόμων να πληρώσουν για κάποιο αγαθό, μπορεί απλά να τους ρωτήσει. Έτσι, διεξάγει έρευνες με χρήση ερωτηματολογίων για να εκμαιεύσει τις ατομικές προτιμήσεις για ένα αγαθό, ρωτώντας άμεσα την προθυμία των ατόμων να πληρώσουν προκειμένου να διατηρήσουν ένα συγκεκριμένο αγαθό ή την προθυμία τους να αποδεχτούν μία επιδείνωση στην ωφέλεια και την ευημερία τους. Οι τιμές αυτές δε βασίζονται σε πραγματικές τιμές αγοράς ή σε πραγματικές καταναλωτικές συμπεριφορές, αλλά προέρχονται μέσα από τις απαντήσεις που δίνουν τα άτομα σε ένα υποθετικό σενάριο, μία «υποθετική αγορά», η οποία προσομοιάζει μία πραγματική αγορά (Ο' Doherty, 1996).

Η μέθοδος κατά τη διάρκεια των δεκαετιών βελτιώθηκε και εξελίχθηκε τόσο εμπειρικά όσο και θεωρητικά και σήμερα είναι ευρύτατα διαδεδομένη σε πολλά επιστημονικά πεδία. Στον τομέα της οδικής ασφάλειας οι πρώτες εκτιμήσεις έγιναν τη δεκαετία του 1950 στις Η.Π.Α. και στη Μ. Βρετανία.

Η μέθοδος της δεδηλωμένης προτίμησης είναι απλή στην κατανόηση και τη χρήση της και μπορεί να εφαρμοστεί και να αποφέρει αποτελέσματα σε σύντομο χρονικό διάστημα και με μικρό σχετικά κόστος. Έτσι, έχει καταστεί ένα πολύ χρήσιμο και ευρέως διαδεδομένο εργαλείο για την εκπόνηση συγκοινωνιακών ερευνών και μελετών, αφού στις περισσότερες περιπτώσεις η βασικότερη επιδίωξη των ερευνών

αυτών είναι να προσδιορίσουν τα χαρακτηριστικά της συμπεριφοράς των χρηστών της οδού.

Ένας πολύ συνηθισμένος τρόπος συλλογής των απαραίτητων στοιχείων, όπως αναφέρθηκε, στο πλαίσιο της μεθόδου της δεδηλωμένης προτίμησης, είναι μέσω κατάλληλα σχεδιασμένου **ερωτηματολογίου** (John Bates, 1998). Η μορφή και το μέγεθος του ερωτηματολογίου, καθώς και ο τρόπος με τον οποίο είναι διατυπωμένες οι ερωτήσεις που περιέχει, ποικίλουν ανάλογα με το αντικείμενο της έρευνας.

Από τις απαντήσεις του κοινού προκύπτουν οι απαραίτητες πληροφορίες για τις τιμές των αγνώστων του προβλήματος. Σειρά έχει ο καθορισμός του είδους των **μεταβλητών** (αγνώστων) του προβλήματος σε συνεχείς και διακριτές καθώς και του εύρους των τιμών που μπορούν να πάρουν.

Ακολουθεί ο σχεδιασμός του ερωτηματολογίου, το οποίο πρέπει να εξυπηρετεί μεν τους σκοπούς της εκάστοτε έρευνας αλλά και να βρίσκεται σε συμφωνία με ορισμένες βασικές αρχές που διέπουν την έρευνα πεδίου. Οι αρχές αυτές παρουσιάζονται στην παράγραφο 4.1 της εργασίας αυτής.

Η τελική εφαρμογή στην πράξη όσων σχεδιάστηκαν με τη μέθοδο της δεδηλωμένης προτίμησης αποτελεί την εκτέλεση της έρευνας πεδίου. Η σωστή εκτέλεσή της σε συνδυασμό με τον κατάλληλο αρχικό σχεδιασμό, είναι καθοριστικοί παράγοντες για την αξιοπιστία και την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων.

3.5 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΕΔΗΛΩΜΕΝΗΣ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ ΜΕ ΑΠΟΚΑΛΥΠΤΟΜΕΝΗ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗ

Πέραν της μεθόδου δεδηλωμένης προτίμησης (stated preference), η καταγραφή των προτιμήσεων και επιλογών του κοινού μπορεί να γίνει και με χρήση της μεθόδου **αποκαλυπτόμενης προτίμησης (revealed preference)**.

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, προκειμένου να μελετηθεί η στάση που προτίθεται να κρατήσει το κοινό απέναντι σε μια **υποθετική** κατάσταση που δεν έχει εφαρμοστεί στο παρελθόν χρησιμοποιείται η μέθοδος δεδηλωμένης προτίμησης. Από την άλλη, για την καταγραφή της συμπεριφοράς και των επιλογών του κοινού πάνω σε **υπάρχοντα** εναλλακτικά σενάρια χρησιμοποιείται η μέθοδος αποκαλυπτόμενης προτίμησης, η οποία και βασίζεται σε μετρήσεις και παρατηρήσεις.

Ανεξάρτητα της μεθόδου που θα χρησιμοποιηθεί, μετά τη συλλογή των στοιχείων, ακολουθεί η κατάλληλη στατιστική επεξεργασία τους και κατ' επέκταση η ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου του οποίου η μορφή και το περιεχόμενο εξαρτώνται από το αντικείμενο της έρευνας. Συνήθως, τα μαθηματικά μοντέλα που αναπτύσσονται στις κυκλοφοριακές έρευνες βασίζονται σε δεδομένα που λαμβάνονται από απευθείας μετρήσεις και παρατηρήσεις, ή από έρευνες στις οποίες καταγράφονται οι απόψεις του κοινού. Συγκρίνοντας τα οδικά δίκτυα που επιλέχθηκαν με εκείνα που δεν επιλέχθηκαν, αποκαλύπτονται οι προτιμήσεις των χρηστών του οδικού δικτύου (οδηγοί). Με κατάλληλες στατιστικές τεχνικές, υπολογίζεται η συνάρτηση

χρησιμότητας (utility function) του κάθε οδικού δικτύου από την οποία προκύπτει η πιθανότητα να επιλεγεί κάθε ένα από αυτά.

Για την ανάπτυξη μαθηματικών προτύπων που εκτιμούν τη **ζήτηση** σε μετακινήσεις οι μέθοδοι της αποκαλυπτόμενης προτίμησης κρίνονται καταλληλότερες (Kroes, Sheldon, 1986). Ωστόσο παρουσιάζουν κάποιους περιορισμούς οι οποίοι μειώνουν την ευρεία και γενική χρήση τους, οπότε η μέθοδος δεδηλωμένης προτίμησης αποτελεί ένα **ελκυστικότερο και πιο εύχρηστο** εργαλείο για την πραγματοποίηση κυκλοφοριακών ερευνών και μελετών, σε σχέση με τη μέθοδο αποκαλυπτόμενης προτίμησης.

Ο ερευνητής είναι εκείνος που καθορίζει την κατάσταση που αξιολογείται από τους ερωτώμενους άρα είναι εύκολο για εκείνον να κατευθύνει τη μέθοδο δεδηλωμένης προτίμησης προς το σημείο που τον ενδιαφέρει. Η ελκυστικότητα της μεθόδου αυτής οφείλεται και στο γεγονός ότι μπορεί να λειτουργήσει εύκολα και αποτελεσματικά και με μεγαλύτερο αριθμό μεταβλητών, και κυριότερα στο γεγονός ότι η έρευνα και η μελέτη πραγματοποιούνται **φθηνότερα και ταχύτερα** από την αποκαλυπτόμενη προτίμηση - η οποία απαιτεί χρονοβόρες και δαπανηρές μετρήσεις.

Ωστόσο, η μέθοδος της δεδηλωμένης προτίμησης διατηρεί ένα μεγάλο **μειονέκτημα**. Είναι κοινός τόπος οι ερωτώμενοι στα υποθετικά σενάρια συνθηκών της μεθόδου να απαντούν άλλο από αυτό που στην πραγματικότητα θα έπρατταν. Το φαινόμενο αυτό μπορεί να είναι κρίσιμο όταν γίνεται χρήση μόνο αυτής της μεθόδου και δε γίνεται επαλήθευση των αποτελεσμάτων με κάποια άλλη μέθοδο για παρόμοιες συνθήκες. Συνεπώς, πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην **ερμηνεία των αποτελεσμάτων** που προκύπτουν από τις μελέτες αυτές αφού όπως έχει αποδειχθεί (Lin et al., 1986), (Van der Hoorn et al., 1984) οι κάτοικοι του δυτικού κόσμου έχουν την τάση να μεγαλοποιούν τις απαντήσεις τους όταν αντιλαμβάνονται ότι συμμετάσχουν σε κάποιο πείραμα.

Οι μέθοδοι δεδηλωμένης προτίμησης εφαρμόζονται ευρέως σε κυκλοφοριακές έρευνες που στόχο έχουν όχι να υπολογίσουν απόλυτα μεγέθη αλλά να εκτιμήσουν τη σχετική βαρύτητα ορισμένων παραγόντων και έτσι αποδεδειγμένα (Roberts et al., 1986) αντιμετωπίζεται το βασικό τους μειονέκτημα.

Όταν απαιτείται εκτίμηση απόλυτων μονάδων ενδείκνυται η χρήση **συνδυασμού μεθόδων** δεδηλωμένης και αποκαλυπτόμενης προτίμησης, γιατί με τον τρόπο αυτό εξαλείφονται τα βασικά μειονεκτήματα κάθε μεθόδου και τα αποτελέσματα είναι απαλλαγμένα από τον κίνδυνο ασυνέπειας.

3.6 ΘΕΩΡΙΑ ΣΤΟΧΑΣΤΙΚΗΣ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ - ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

Τα μοντέλα των διακριτών επιλογών, όπως αυτές παρουσιάζονται σε μία έρευνα δεδηλωμένης προτίμησης, είναι εξατομικευμένα μοντέλα (disaggregate models), με την έννοια ότι εξετάζονται οι επιλογές μεμονωμένων ατόμων και όχι πληθυσμών, σε

σχέση με τα χαρακτηριστικά των ατόμων (characteristics) και τα χαρακτηριστικά των εναλλακτικών επιλογών (attributes). Η ανάλυση της επιλογής του ατόμου προϋποθέτει τη γνώση των εναλλακτικών επιλογών που αντιλαμβάνεται ότι διαθέτει. Το σύνολο που εμπεριέχει όλες τις δυνατές διακριτές επιλογές ονομάζεται **σύνολο επιλογών** (choice set) και περιέχει πεπερασμένο αριθμό εναλλακτικών. Επιπλέον, τα σύνολα επιλογών διαχωρίζονται σε καθολικά σύνολα (universal choice set), τα οποία εμπεριέχουν όλες τις δυνατές εναλλακτικές και τα μειωμένα σύνολα (reduced choice set), τα οποία είναι υποσύνολα των καθολικών και εμπεριέχουν μόνο τις εναλλακτικές που είναι διαθέσιμες στο κάθε άτομο.

Σε κάθε περίπτωση, ορίζεται μια συνάρτηση χρησιμότητας ως ένα μαθηματικό μοντέλο που περιγράφει την ικανοποίηση του κάθε ατόμου από τα χαρακτηριστικά της κάθε εναλλακτικής, και επιλέγεται η εναλλακτική με τη μέγιστη τιμή χρησιμότητας. Ωστόσο, η χρησιμότητα είναι μια λανθάνουσα έννοια (latent concept) η οποία είναι συνάρτηση τόσο συστηματικών (systematic) όσο και τυχαίων (random) μεταβλητών. Οι συστηματικές μεταβλητές περιλαμβάνουν την ποσοτική επιρροή των μετρήσιμων χαρακτηριστικών των εναλλακτικών επιλογών αλλά και του ίδιου του ατόμου στην ικανοποίηση του ατόμου από την κάθε εναλλακτική.

Η αβεβαιότητα στον υπολογισμό της χρησιμότητας μπορεί να οφείλεται σε ελλιπή ή λανθασμένη γνώση/πληροφόρηση του ατόμου για τις εναλλακτικές επιλογές και τα χαρακτηριστικά τους, αλλά και σε διακύμανση στις προτιμήσεις του ατόμου σε σχέση με διάφορους παράγοντες που δε μπορούν να ποσοτικοποιηθούν. Η τυχειότητα αυτή λαμβάνεται υπόψη στα μοντέλα διακριτών επιλογών στο πλαίσιο της **θεωρίας στοχαστικής χρησιμότητας**.

Για κάθε εναλλακτική (i) του συνόλου επιλογών C_n θεωρείται μια **συνάρτηση χρησιμότητας** του ατόμου (n) ως εξής:

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

όπου $V_{in} = \beta_i x_{in}$ είναι το συστηματικό (deterministic) μέρος της χρησιμότητας, με β_i το διάνυσμα (vector) των συντελεστών, x_{in} το διάνυσμα των τιμών των μεταβλητών και ε_{in} το στοχαστικό μέρος της χρησιμότητας της εναλλακτικής.

Η πιθανότητα επιλογής της κάθε εναλλακτικής του ατόμου υπολογίζεται ως:

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

Κρίνεται σκόπιμο να αναφερθεί εδώ ότι μια βασική υπόθεση της θεωρίας στοχαστικής χρησιμότητας είναι ότι τα σφάλματα ε_{in} του συνόλου των επιλογών είναι μεταξύ τους ανεξάρτητα και ακολουθούν μια κοινή κατανομή (independent and identically distributed – i.i.d.). Ανάλογα με τις εκάστοτε υποθέσεις που γίνονται για τη στατιστική αυτή κατανομή, προκύπτουν διάφορες μορφές της παραπάνω εξίσωσης. Οι πιο συνηθισμένες παραδοχές είναι ότι τα σφάλματα ε_{in} ακολουθούν την κανονική κατανομή ή την κατανομή Gumbel. Έτσι, προκύπτουν τα δύο πιο διαδεδομένα είδη προτύπων διακριτών επιλογών, τα **πιθανοτικά** (probit) και τα **λογιστικά** (logit).

4. ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

4.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΕΡΕΥΝΑΣ ΠΕΔΙΟΥ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, όπως αναφέρθηκε και στην παράγραφο 1.2 επιδιώκεται να μελετηθεί η αντίληψη των οδηγών της Μεσσηνίας ως προς την οδική ασφάλεια. Στόχος δηλαδή είναι η ανάλυση της ευαισθησίας της δεδηλωμένης προτίμησης των οδηγών της περιοχής απέναντι σε ένα νέο αναβαθμισμένο οδικό δίκτυο για τη μετακίνηση τους κατά τη διαδρομή Καλαμάτα – Πύλος. Έτσι προκύπτει κατά πόσο είναι διατεθειμένοι οι οδηγοί να πληρώσουν επιπλέον εισφορά προκειμένου να αυξηθεί το επίπεδο της παρεχόμενης ασφάλειας ή αντίστοιχα να μειωθεί η πιθανότητα ατυχήματος.

Μετά από αναζήτηση σε ελληνική και ξένη βιβλιογραφία, κρίθηκε ότι η πλέον κατάλληλη μέθοδος για της καταγραφή αυτή είναι η μέθοδος της δεδηλωμένης προτίμησης (stated preference) καθώς αποτελεί το πλέον ελκυστικό εργαλείο για έρευνα σε μη υφιστάμενα σενάρια. Στο πλαίσιο της μεθόδου αυτής, τα απαιτούμενα στοιχεία συλλέχθηκαν μέσω ενός **ειδικά σχεδιασμένου ερωτηματολογίου** που συμπληρώθηκε υπό μορφή διαδικτυακής έρευνας .

Το ερωτηματολόγιο σχεδιάστηκε στο πλαίσιο του Ευρωπαϊκού Ερευνητικού έργου **ROSEE** και επιδιώκει μέσα από έναν λογικό αριθμό ερωτήσεων να συγκεντρώνονται στοιχεία για όσο το δυνατό περισσότερες παραμέτρους που ο ερευνητής εκτιμά ότι μπορεί να έχουν σχέση με το αντικείμενο της έρευνας. Οι παράμετροι αυτές δεν είναι όλες πρωτεύουσας σημασίας. Ο οριστικός τους χαρακτηρισμός και το αν θα συμπεριλαμβάνονται ή όχι στο μαθηματικό μοντέλο, προκύπτει έπειτα από τη στατιστική ανάλυση που ακολουθεί τη συλλογή των στοιχείων. Κατά την εφαρμογή της μεθόδου της δεδηλωμένης προτίμησης, ιδιαίτερα όταν χρησιμοποιείται για τη μελέτη της αντίδρασης του κοινού ως προς μία μελλοντική επικείμενη κατάσταση μια συνήθης μορφή ερωτηματολογίου είναι ένα τμήμα του να περιλαμβάνει ζεύγη, τριάδες στη δική μας περίπτωση, εναλλακτικών σεναρίων όπου ο ερωτώμενος καλείται να επιλέξει κάθε φορά το ένα από αυτά που για εκείνον είναι προτιμότερο.

Σε αυτό το σημείο τονίζεται ότι κατά τον σχεδιασμό του ερωτηματολογίου δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή στο να είναι δομημένο με τέτοιο τρόπο, ώστε αφενός να εξυπηρετεί τις ανάγκες της έρευνας και αφ' ετέρου να στηρίζεται σε ορισμένες βασικές αρχές, διότι μόνο με τον τρόπο αυτό διασφαλίζεται η **εγκυρότητα** των αποτελεσμάτων που θα προκύψουν από την έρευνα. (Κανελλαΐδης, 1982, Javeau, 2000). Οι **αρχές** που ακολουθήθηκαν κατά το σχεδιασμό του ερωτηματολογίου φαίνονται αναλυτικά στη συνέχεια:

- 1) Οι ερωτήσεις πρέπει να εκφράζονται με τρόπο ώστε οι απαντήσεις να μην είναι κατευθυνόμενες από τον ερευνητή. Η φύση και το πλήθος των εναλλακτικών λύσεων που δίνονται θα πρέπει να αφήνουν τον ερωτώμενο να επιλέγει **αβίαστα** αυτό που κάθε φορά εκφράζει την άποψή του ή αυτό που του φαίνεται ως πλέον καταλληλότερη επιλογή.

Αξίζει να σημειωθεί ότι λόγω της «φύσης» της μεθόδου (τη μελέτη δηλαδή της αντίδρασης του κοινού απέναντι σε νέες καταστάσεις που έρχονται να αντικαταστήσουν την υφιστάμενη αλλά και μελέτη πρόθεσης πληρωμής) θα πρέπει μέσα από το ερωτηματολόγιο να γίνεται σαφές ότι η υφιστάμενη κατάσταση θα πάψει να υπάρχει και άρα ο ερωτώμενος έχει να επιλέξει ανάμεσα σε δύο νέες. Είναι πιθανό η επιλογή αυτή να είναι αρκετά δύσκολη για κάποιους από το δείγμα ή και ακόμα η υφιστάμενη μπορεί να τους εξυπηρετεί και άρα να επιμένουν σε αυτή. Στην περίπτωση αυτή ο ερευνητής οφείλει να τους πιέσει να επιλέξουν μία από τις νέες προτεινόμενες καταστάσεις ακόμα κι αν η επιλογή τους δεν τους εκφράζει απόλυτα. Έτσι όμως οι απαντήσεις δε δίνονται αβίαστα. Η φύση του προβλήματος όμως είναι τέτοια που γίνεται ανεκτό μιας και δεν υπάρχει άλλη λύση. Ωστόσο, αν κατά τη συνέντευξη κάποιων χρηστών ο ερευνητής θεωρήσει ότι απαντούν τυπικά, αρνούμενοι να καταλάβουν τη λογική και τις υποθέσεις της έρευνας, θα πρέπει να αποκλείσει τα ερωτηματολόγια αυτά από την περαιτέρω ανάλυση.

- 2) Προκειμένου να συμπληρωθεί σωστά το ερωτηματολόγιο πρέπει να δημιουργηθεί ένα κλίμα εμπιστοσύνης προς τον ερωτώμενο, συνεπώς τονίζεται με έμφαση **ποιός διεξάγει την έρευνα**, ενώ ορισμένες ερωτήσεις προσωπικού χαρακτήρα, πρέπει να συνοδεύονται από τη διαβεβαίωση ότι η έρευνα γίνεται **ανώνυμα**.
- 3) Οι ερωτήσεις πρέπει να είναι **απλά διατυπωμένες**, ώστε να μπορούν να γίνουν εύκολα κατανοητές από το μέσο χρήστη και να αναφέρονται με σαφήνεια σε συγκεκριμένα θέματα για να αποφεύγονται οι παρανοήσεις.
- 4) Το ερωτηματολόγιο πρέπει να μπορεί να συμπληρωθεί σε **χρόνο εύλογο** από το μέσο χρήστη, δηλαδή της τάξης των τριών (3) έως πέντε (5) λεπτών. Ο χρόνος αυτός αυξάνεται με την προϋπόθεση ότι ο ερωτώμενος το συμπληρώνει στον ελεύθερο του χρόνο ή σε κάποιον ειδικό χώρο, όχι δηλαδή εν ώρα εργασίας ή στο δρόμο. Ερωτηματολόγια τα οποία επεκτείνονται σε μεγάλο αριθμό ερωτημάτων κουράζουν τον ερωτώμενο και του δημιουργούν την αίσθηση ότι θα χάσει χρόνο συνεπώς είναι πιθανό να μην απαντηθούν σωστά.
- 5) Πρέπει να υπάρχει **συνοχή** μεταξύ των ερωτημάτων. Ομοειδή ερωτήματα πρέπει να εμφανίζονται στο ερωτηματολόγιο ομαδοποιημένα και να ερωτώνται μαζί, προκειμένου η σκέψη και η μνήμη του ερωτώμενου να κατευθύνεται ευκολότερα στις σωστές απαντήσεις.
- 6) Η συνθετότητα των ερωτήσεων πρέπει να γίνεται **κλιμακωτά**, ξεκινώντας από τις πιο απλές και καταλήγοντας στις πιο σύνθετες για τη διευκόλυνση του ερωτώμενου. Πρέπει να υπάρχει δηλαδή συνεχής και λογική ροή των ζητούμενων.
- 7) Είναι επιθυμητό ο ερωτώμενος να συνεργάζεται με τον ερευνητή ώστε να απαντά ειλικρινά και ευσυνείδητα. Επομένως οι ερωτήσεις **δεν πρέπει να τον ξαφνιάζουν** και να του δίνουν την εντύπωση ότι εξετάζεται.
- 8) Οι έννοιες και οι μονάδες που θα χρησιμοποιηθούν στις ερωτήσεις θα πρέπει να είναι **γνωστές και κατανοητές** προς τους ερωτώμενους.
- 9) Πρέπει να υπάρχουν **ερωτήματα ελέγχου**, τα οποία τίθενται για τον έλεγχο της ορθότητας των απαντήσεων σε βασικές ερωτήσεις.

- 10) Ερωτήσεις **αρνητικού** τύπου, όπως για παράδειγμα «γιατί δεν επιλέξατε την εναλλακτική Α;» οδηγούν τον ερωτώμενο σε αμυντική θέση και σε μια απάντηση – δικαιολογία που είναι απλά γενικώς αποδεκτή και όχι η πραγματική αιτία. Συνεπώς τέτοιου τύπου ερωτήσεις είναι καλό να αποφεύγονται.
- 11) Οι ερωτήσεις προσωπικού τόνου που απευθύνονται σε **πρώτο πρόσωπο** στο χρήστη δίνουν γενικά αποτελέσματα που ανταποκρίνονται σε πολύ ικανοποιητικό βαθμό στην πραγματικότητα.
- 12) Η **αρτιότητα εμφάνισης** του ερωτηματολογίου, από τεχνική άποψη, επηρεάζει σημαντικά το βαθμό ανταπόκρισης του κοινού.
- 13) Σε κάθε ερωτηματολόγιο θα πρέπει να έχουν προβλεφθεί ειδικοί χώροι σε κάθε ανοιχτή ερώτηση για τη κωδικοποίηση της κάθε απάντησης, με τρόπο ώστε να καταστεί δυνατή η εισαγωγή της, υπό μορφή αριθμού στο λογισμικό πρόγραμμα, για περαιτέρω επεξεργασία.

Αρχές δεν πρέπει να τηρούνται μόνο κατά το σχεδιασμό ενός ερωτηματολογίου αλλά και κατά τη συλλογή των απαντημένων ερωτηματολογίων, προκειμένου η έρευνα να μας οδηγήσει σε αξιόπιστα και έγκυρα αποτελέσματα. Οι αρχές αυτές παρατίθενται παρακάτω:

- 14) Αν ο ερευνητής παρατηρήσει απροθυμία για συνεργασία από τη μεριά του ερωτώμενου, ακόμα και αν τον έχει ενημερώσει σχετικά με τον σκοπό της έρευνας και τον φορέα που τη διεξάγει, δεν πρέπει να επιμείνει για να τον πείσει να συμπληρώσει το ερωτηματολόγιο αφού οι απαντήσεις του δε θα είναι αξιόπιστες.
- 15) Η ομάδα που διεξάγει την έρευνα θα πρέπει να έχει αποφασίσει εκ των προτέρων αν είναι απαραίτητη ή όχι η παρουσία του ερευνητή για να δίνει περαιτέρω διευκρινίσεις στους ερωτώμενους. Η απόφαση αυτή πρέπει να τηρηθεί αυστηρά και καθ' όλη τη διάρκεια της έρευνας.

4.2 ΕΡΕΥΝΑ ΠΕΔΙΟΥ

4.2.1 ΤΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

Στις επόμενες σελίδες παρατίθεται το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε για το κομμάτι της έρευνας πεδίου της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Το ερωτηματολόγιο αποτελείται από έντεκα (11) σελίδες οι οποίες είναι όλες προς απάντηση. Υπάρχει μια καρτέλα με εννέα (9) σενάρια όπου ο ερωτώμενος καλείται να απαντήσει σε κάθε ένα από αυτά. Συνολικά αποτελείται από τέσσερα (4) μέρη και για τη συμπλήρωσή του απαιτείται χρόνος της τάξης των τεσσάρων (4) έως επτά (7) λεπτών, ανάλογα με την εμπειρία, την αντίληψη και το μορφωτικό επίπεδο του ερωτώμενου.

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ & ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ
ΗΡΩΩΝ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ 5 - 157 73 ΖΩΓΡΑΦΟΥ
ΤΗΛ. & VOICE MAIL: 210 772 1203, 772 1285, TELEFAX: 210 772 1327



NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS
SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING
DEPT. OF TRANSPORTATION PLANNING AND ENGINEERING
5, IROON POLYTECHNIUM ST. GR-157 73 ZOGRAFOU, ATHENS
TEL. & VOICE MAIL: +30210 772 1203, 772 1285, TELEFAX: +30210 772 1327

<http://www.civil.ntua.gr/transport.html>

ΕΡΕΥΝΑ ΑΝΤΙΑΗΨΕΩΝ ΤΩΝ ΟΔΗΓΩΝ ΤΗΣ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ

ΑΠΕΝΑΝΤΙ ΣΤΗΝ ΟΔΙΚΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ

Η παρούσα έρευνα με αντικείμενο τη στάση των οδηγών της Μεσσηνίας απέναντι στην οδική ασφάλεια εντάσσεται στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού ερευνητικού έργου [ROSEE](#) για την οδική ασφάλεια στη Νοτιο-Ανατολική Ευρώπη, που εκπονείται από τον Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου είναι ανώνυμη.

Εάν δεν είστε οδηγός και κάτοικος Μεσσηνίας, παρακαλείστε να μην συνεχίσετε στη συμπλήρωση του παρόντος ερωτηματολογίου.

Σας ευχαριστούμε πολύ.

A' ΜΕΡΟΣ

A1. Είστε κάτοχος έγκυρης άδειας οδήγησης:

- Κατηγορίας A/A1: Μοτοσυκλέτα, Μοτοποδήλατο
- Κατηγορίας B: Επιβατικό αυτοκίνητο
- Άλλες Κατηγορίες: Φορτηγά, Λεωφορεία, κλπ
- ΟΧΙ

A2. Πόσα χρόνια είστε ενεργός οδηγός;

A3. Πόσα χιλιόμετρα ανά έτος εκτιμάτε ότι διανύετε ως οδηγός;

A4. Ποιό μέσο μεταφοράς χρησιμοποιείτε συνήθως για τις μετακινήσεις σας στην Περιφερειακή Ενότητα Μεσσηνίας (μπορείτε να επιλέξετε και συνδυασμό μέσων);

- I.X. επιβατικό αυτοκίνητο
- Μοτοσυκλέτα
- Λεωφορείο

A5. Κατοικείτε εντός του Δήμου Καλαμάτας;

- Ναι
- Όχι

A6. Τα τελευταία τρία χρόνια, σε πόσα ατυχήματα εμπλακήκατε ως οδηγός οχήματος με τις παρακάτω συνέπειες των εμπλακέντων:

___ με θάνατο ___ με σοβαρό τραυματισμό ___ με ελαφρύ τραυματισμό ___ με υλικές ζημιές

A7. Τα τελευταία τρία χρόνια, ενεπλάκη κάποιο μέλος της οικογένειάς σας σε οδικό ατύχημα με τις παρακάτω συνέπειες των εμπλακέντων;

___ με θάνατο ___ με σοβαρό τραυματισμό ___ με ελαφρύ τραυματισμό ___ με υλικές ζημιές

A8. Ποιά πιστεύετε ότι είναι η πιθανότητα να εμπλακείτε σε οδικό ατύχημα κατά τη διάρκεια της ζωής σας, όταν αυτό έχει ως συνέπεια εμπλακέντες με;

τραυματισμό	θάνατο
<input type="checkbox"/> 10 ‰	<input type="checkbox"/> 1 ‰
<input type="checkbox"/> 50 ‰	<input type="checkbox"/> 5 ‰
<input type="checkbox"/> 100 ‰	<input type="checkbox"/> 10 ‰
<input type="checkbox"/> 150 ‰	<input type="checkbox"/> 15 ‰
<input type="checkbox"/> >200 ‰	<input type="checkbox"/> >20 ‰

B' ΜΕΡΟΣ

B9. Πόσο σημαντικό θεωρείτε καθένα από τα παρακάτω για την ασφάλεια μιας οδού;

- **επαρκή γεωμετρικά χαρακτηριστικά (πλάτος οδού και λωρίδων, στροφές, κ.λπ.)**

πολύ αρκετά λίγο καθόλου

- **επαρκής ορατότητα**

πολύ αρκετά λίγο καθόλου

- **επαρκής σήμανση**

πολύ αρκετά λίγο καθόλου

- **ύπαρξη και λειτουργία ηλεκτροφωτισμού**

πολύ αρκετά λίγο καθόλου

- **καλή κατάσταση οδοστρώματος**

πολύ αρκετά λίγο καθόλου

- **επαρκής αποστράγγιση οδοστρώματος**

πολύ αρκετά λίγο καθόλου

- **επαρκής συντήρηση παρόδιας βλάστησης**

πολύ αρκετά λίγο καθόλου

- **άλλο:** _____

πολύ αρκετά λίγο καθόλου

B10. Πόσο ασφαλές θεωρείτε το οδικό δίκτυο της Περιφερειακής Ενότητας Μεσσηνίας;

πολύ αρκετά λίγο καθόλου

B11. Πόσο τηρείτε τα όρια ταχύτητας όταν οδηγείτε:

- **σε αυτοκινητόδρομο;**

πολύ αρκετά λίγο καθόλου

- **σε εθνική οδό;**

πολύ αρκετά λίγο καθόλου

- **σε επαρχιακή οδό;**

πολύ αρκετά λίγο καθόλου

- **σε αστική οδό;**

πολύ αρκετά λίγο καθόλου

B12. Τα τελευταία τρία χρόνια, πόσες κλήσεις για υπερβολική ταχύτητα έχετε λάβει;

B13. Πόσο συχνά χρησιμοποιείτε τη ζώνη ασφαλείας όταν οδηγείτε:

- **σε αυτοκινητόδρομο;**

πολύ αρκετά λίγο καθόλου

• σε εθνική οδό;

πολύ αρκετά λίγο καθόλου

• σε επαρχιακή οδό;

πολύ αρκετά λίγο καθόλου

• σε αστική οδό;

πολύ αρκετά λίγο καθόλου

B14. Πόσο συχνά χρησιμοποιείτε τη ζώνη ασφαλείας ως συνοδηγός:

• σε αυτοκινητόδρομο;

πολύ αρκετά λίγο καθόλου

• σε εθνική οδό;

πολύ αρκετά λίγο καθόλου

• σε επαρχιακή οδό;

πολύ αρκετά λίγο καθόλου

• σε αστική οδό;

πολύ αρκετά λίγο καθόλου

B15. Πόσο συχνά χρησιμοποιείτε τη ζώνη ασφαλείας ως επιβάτης στο πίσω κάθισμα:

• σε αυτοκινητόδρομο;

πολύ αρκετά λίγο καθόλου

• σε εθνική οδό;

πολύ αρκετά λίγο καθόλου

• σε επαρχιακή οδό;

πολύ αρκετά λίγο καθόλου

• σε αστική οδό;

πολύ αρκετά λίγο καθόλου

B16. Πόσο συχνά χρησιμοποιείτε ειδικό παιδικό κάθισμα όταν ταξιδεύετε με παιδιά:

- σε αυτοκινητόδρομο;
 πολύ αρκετά λίγο καθόλου
- σε εθνική οδό;
 πολύ αρκετά λίγο καθόλου
- σε επαρχιακή οδό;
 πολύ αρκετά λίγο καθόλου
- σε αστική οδό;
 πολύ αρκετά λίγο καθόλου
- δεν ταξιδεύω με παιδιά

B17. Πόσο συχνά χρησιμοποιείτε το κράνος ασφαλείας όταν οδηγείτε:

- σε αυτοκινητόδρομο;
 πολύ αρκετά λίγο καθόλου
- σε εθνική οδό;
 πολύ αρκετά λίγο καθόλου
- σε επαρχιακή οδό;
 πολύ αρκετά λίγο καθόλου
- σε αστική οδό;
 πολύ αρκετά λίγο καθόλου
- δεν οδηγώ δίκυκλο

B18. Πόσο συχνά χρησιμοποιείτε το κράνος ασφαλείας ως συνοδηγός:

- σε αυτοκινητόδρομο;
 πολύ αρκετά λίγο καθόλου
- σε εθνική οδό;
 πολύ αρκετά λίγο καθόλου

• σε επαρχιακή οδό;

- πολύ αρκετά λίγο καθόλου

• σε αστική οδό;

- πολύ αρκετά λίγο καθόλου
 δεν επιβαίνω ως συνοδηγός σε δίκυκλο

B19. Τον τελευταίο χρόνο, πόσες φορές έχετε οδηγήσει έχοντας καταναλώσει έστω και μικρή ποσότητα αλκοόλ;

- ποτέ σπάνια μερικές φορές συχνά πολύ συχνά πάντα

B20. Τον τελευταίο χρόνο, πόσες φορές έχετε ελεγχθεί για οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ;

- ποτέ μόνο μια φορά περισσότερες από μια φορές

B21. Όταν οδηγείτε κουρασμένος ποιόν από τους παρακάτω θεωρείτε τον καλύτερο τρόπο για να μην αποκοιμηθείτε;

- κατανάλωση καφέ
 κατανάλωση ενεργειακού ποτού
 δυνατή μουσική
 στάση για 10λεπτο ύπνο
 οδήγηση με ανοιχτά παράθυρα
 συνομιλία με επιβάτες
 άλλο _____

Γ' ΜΕΡΟΣ

Γ22. Εξετάζεται η μελλοντική θέσπιση εισφοράς σε Ειδικό Ταμείο της Περιφερειακής Ενότητας Μεσσηνίας, με μοναδικό στόχο την εξασφάλιση πόρων για τη συντήρηση και τη βελτίωση του οδικού δικτύου του Νομού.

Θα είσαστε διατεθειμένος/η να πληρώσετε ετήσια εισφορά ώστε να εξασφαλισθούν οι απαιτούμενοι πόροι για τη συντήρηση και την ανάπτυξη ενός ασφαλέστερου οδικού δικτύου;

- πολύ αρκετά λίγο καθόλου

Γ23. Ποιο ποσό είσαστε διατεθειμένος/η να πληρώσετε ως ετήσια εισφορά στην Περιφερειακά Ενότητα ώστε να εξασφαλισθούν οι απαιτούμενοι πόροι για τη συντήρηση και την ανάπτυξη ενός ασφαλέστερου οδικού δικτύου;

- κανένα
- 100 ευρώ
- 200 ευρώ
- 500 ευρώ

Γ24. Ετοιμάστηκαν σενάρια προτιμήσεων για διαφορετικές τιμές ετήσιας εισφοράς για την αναβάθμιση και συντήρηση του οδικού δικτύου (100, 200, 500 ευρώ), συνολικού χρόνου που απαιτείται για να διανύσετε οδικώς, με το όχημά σας, τη διαδρομή Καλαμάτα-Πύλος (50, 40, 30 λεπτά) και μείωση της υπάρχουσας πιθανότητας οδικού ατυχήματος κατά 20% ή 50%. Η σημερινή πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με παθόντες κατά τη διάρκεια της ζωής σας είναι περίπου 12%.

Για κάθε ένα από τα ακόλουθα 9 σενάρια να διαλέξετε τον συνδυασμό Α, Β ή Γ ετήσιας εισφοράς και χρόνου διαδρομής που θα προτιμούσατε:

Ετήσια εισφορά (€)	Χρόνος διαδρομής (λεπτά)
--------------------	--------------------------

Ετήσια εισφορά (€)	Χρόνος διαδρομής (λεπτά)
--------------------	--------------------------

Σενάριο 1

Σενάριο 2

Υφιστάμενο δίκτυο	0	50	A	0	50	A
Αναβαθμισμένο δίκτυο (μείωση πιθανότητας ατυχήματος κατά 20%)	100	40	B	100	40	B
Πολύ αναβαθμισμένο δίκτυο (μείωση πιθανότητας ατυχήματος κατά 50%)	200	30	Γ	500	30	Γ

Σενάριο 3

Σενάριο 4

Υφιστάμενο δίκτυο	0	50	A	0	50	A
Αναβαθμισμένο δίκτυο (μείωση πιθανότητας ατυχήματος κατά 20%)	100	50	B	100	50	B
Πολύ αναβαθμισμένο δίκτυο (μείωση πιθανότητας ατυχήματος κατά 50%)	200	30	Γ	200	40	Γ

Σενάριο 5

Υφιστάμενο δίκτυο	0	50	A	0	50	A
Αναβαθμισμένο δίκτυο (μείωση πιθανότητας ατυχήματος κατά 20%)	100	50	B	100	50	B
Πολύ αναβαθμισμένο δίκτυο (μείωση πιθανότητας ατυχήματος κατά 50%)	500	30	Γ	500	40	Γ

Σενάριο 6

Σενάριο 7

Υφιστάμενο δίκτυο	0	50	A	0	50	A
Αναβαθμισμένο δίκτυο (μείωση πιθανότητας ατυχήματος κατά 20%)	200	40	B	200	50	B
Πολύ αναβαθμισμένο δίκτυο (μείωση πιθανότητας ατυχήματος κατά 50%)	500	30	Γ	500	30	Γ

Σενάριο 8

Σενάριο 9

Υφιστάμενο δίκτυο	0	50	A
Αναβαθμισμένο δίκτυο (μείωση πιθανότητας ατυχήματος κατά 20%)	200	50	B
Πολύ αναβαθμισμένο δίκτυο (μείωση πιθανότητας ατυχήματος κατά 50%)	500	40	Γ

Δ' ΜΕΡΟΣ

Δ25. Φύλο:

- Γυναίκα Άνδρας

Δ26. Ηλικία:

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

Δ27. Οικογενειακή κατάσταση:

- Δ27α** Ανύπαντρος Παντρεμένος

Δ27β Αρ. Παιδιών ___

Δ28. Ετήσιο οικογενειακό εισόδημα:

- χαμηλό (<10.000 ευρώ)
 μέσο (10.000 – 25.000 ευρώ)
 υψηλό (>25.000 ευρώ)

Δ29. Μορφωτικό επίπεδο:

- Γυμνάσιο
 Λύκειο
 Πανεπιστήμιο
 άλλο

Δ30. Επάγγελμα:

- υπάλληλος
- ελεύθερος επαγγελματίας
- εργάτης
- άνεργος
- φοιτητής
- νοικοκυρά
- συνταξιούχος
- άλλο

Σας ευχαριστούμε πολύ.

4.2.2 ΤΑ ΜΕΡΗ ΤΟΥ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

Α΄ ΜΕΡΟΣ

Το πρώτο μέρος του ερωτηματολογίου αποτελεί την εισαγωγή του ερωτώμενου στη φιλοσοφία του ερωτηματολογίου και το περιεχόμενο της έρευνας. Διαμορφώνεται από οκτώ ερωτήσεις οι οποίες αφορούν στην **οδηγική συμπεριφορά** των ερωτώμενων. Η καταγραφή των απαντήσεων αυτών σε συνδυασμό με εκείνες του τρίτου και τέταρτου μέρους του ερωτηματολογίου, οδηγεί στην εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων.

Β΄ ΜΕΡΟΣ

Το δεύτερο μέρος του ερωτηματολογίου αποτελείται από δεκατρείς ερωτήσεις που αφορούν την **αντίληψη των ερωτώμενων απέναντι στην οδική ασφάλεια**. Αυτό επιτυγχάνεται με ερωτήσεις σχετικές με την αντίληψη ασφάλειας της οδού και του οδικού δικτύου της Μεσσηνίας, και κυρίως με ερωτήσεις που αφορούν στην τήρηση ορίων ταχύτητας, στη χρήση ζώνης ασφαλείας, κράνους και παιδικού καθίσματος αλλά και στην οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ ή υπό κούραση.

Γ΄ ΜΕΡΟΣ

Το μέρος αυτό περιλαμβάνει τρεις ερωτήσεις πάνω στις οποίες στηρίζεται και το μεγαλύτερο μέρος της ανάλυσης της διπλωματικής εργασίας.

Στην πρώτη ερώτηση του μέρους αυτού, παρουσιάζεται για πρώτη φορά στον ερωτώμενο το **ενδεχόμενο της θέσπισης ετήσιας εισφοράς** με μοναδικό στόχο την εξασφάλιση πόρων για τη συντήρηση και τη βελτίωση του οδικού δικτύου του νομού Μεσσηνίας. Εδώ οι ερωτώμενοι καλούνται να δείξουν κατά πόσο είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν την εισφορά αυτή.

Στη δεύτερη ερώτηση, δίνονται **κάποιες προτεινόμενες τιμές της εισφοράς** αυτής και οι ερωτώμενοι επιλέγουν πόσα χρήματα προτίθενται να δώσουν.

Στην τρίτη ερώτηση του μέρους αυτού, παρουσιάζονται **εννέα εναλλακτικά υποθετικά σενάρια** για κάθε ένα από τα οποία ο ερωτώμενος καλείται να επιλέξει ανάμεσα σε τρεις επιλογές Α, Β ή Γ. Καλείται δηλαδή να δηλώσει την προτίμησή του ανάμεσα σε τρεις επιλογές (μέθοδος δεδηλωμένης προτίμησης).

Πριν την παρουσίαση των σεναρίων, γίνεται μια περιγραφή για τις έννοιες που αναφέρονται σε αυτά. Τονίζεται ότι τα σενάρια αναφέρονται στη διαδρομή Καλαμάτα – Πύλος. Δίνονται οι εναλλακτικές τιμές για την ετήσια εισφορά που αναλογεί στην αναβάθμιση και συντήρηση του οδικού δικτύου καθώς και ο χρόνος που απαιτείται για τη διαδρομή. Τέλος, δίνεται η πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα με το υφιστάμενο οδικό δίκτυο όπως και η εκάστοτε μείωση της υπάρχουσας πιθανότητας ανάλογα με την ενδεχόμενη αναβάθμιση του δικτύου.

Σε κάθε ένα από τα εννέα σενάρια, δίνονται συνδυασμοί ετήσιας εισφοράς και χρόνου διαδρομής, και ο ερωτώμενος καλείται να επιλέξει έναν από αυτούς για κάθε σενάριο.

Δ' ΜΕΡΟΣ

Το μέρος αυτό περιλαμβάνει έξι ερωτήσεις σχετικές με τα **δημογραφικά χαρακτηριστικά** του ερωτώμενου, τα οποία είναι το φύλο, η ηλικία, η οικογενειακή κατάσταση, το ετήσιο οικογενειακό εισόδημα, το μορφωτικό επίπεδο και το επάγγελμα.

Η καταγραφή των παραπάνω κοινωνικοοικονομικών χαρακτηριστικών χρησιμεύει:

- α) στον έλεγχο της αντιπροσωπευτικότητας του δείγματος,
- β) στην εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων συνδυαζόμενα με τις απαντήσεις στο τρίτο μέρος και
- γ) στη χρήση κάποιων από αυτά τα χαρακτηριστικά, στο μαθηματικό μοντέλο.

4.2.3 ΤΑ ΣΕΝΑΡΙΑ

Το τρίτο μέρος του ερωτηματολογίου αποτελείται από τα υποθετικά σενάρια τα οποία και αποτελούν τη βάση της έρευνας και της εφαρμογής της μεθόδου δεδηλωμένης προτίμησης.

Στο πλαίσιο όσων αναφέρονται παρακάτω στην παράγραφο 4.4 σχετικά με το χρόνο και το μέγεθος του ερωτηματολογίου, κατά την παρουσίαση των σεναρίων στο ερωτηματολόγιο, κατέστη σαφές ότι παρουσιάζονται κάποια σενάρια καθώς δεν ήταν δυνατό να μπουν όλοι οι δυνατοί συνδυασμοί. Αυτό συμβαίνει γιατί έχουμε τρεις βασικές εναλλακτικές (υφιστάμενο δίκτυο, αναβαθμισμένο δίκτυο, πολύ αναβαθμισμένο δίκτυο) οι οποίες έχουν από δύο χαρακτηριστικά (ετήσια εισφορά και χρόνος διαδρομής). Η ετήσια εισφορά παίρνει τέσσερις τιμές και ο χρόνος διαδρομής τρεις τιμές. Θα χρειάζονταν δηλαδή 2187 διαφορετικά σενάρια αν θέλαμε να καλύψουμε όλους τους δυνατούς συνδυασμούς, πράγμα ανέφικτο και από πλευράς σύνθεσης του ερωτηματολογίου αλλά και από πλευράς απάντησής του.

Όπως αναφέρθηκε και στο εισαγωγικό κεφάλαιο, η σύνθεση του ερωτηματολογίου έγινε από τους αρμόδιους φορείς στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού ερευνητικού έργου ROSEE για την οδική ασφάλεια στη Νοτιο-Ανατολική Ευρώπη.

Στον σχεδιασμό του ερωτηματολογίου δεδηλωμένης προτίμησης, για να μην υπάρχουν συσχετίσεις ανάμεσα στα χαρακτηριστικά των εναλλακτικών επιλογών, ακολουθήθηκε **ορθογώνιος σχεδιασμός** (orthogonal design). Στις έρευνες δεδηλωμένης προτίμησης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο κλασματικός παραγοντικός σχεδιασμός (fractional factorial design) έναντι του πλήρως παραγοντικού σχεδιασμού (full factorial design). Και οι δύο αυτοί σχεδιασμοί διασφαλίζουν την ορθογωνικότητα, όμως ο πλήρως παραγοντικός σχεδιασμός θα περιλάμβανε και τα

2.187 σενάρια, σε αντίθεση με τον κλασματικό που περιλαμβάνει (συνήθως πολλούς) λιγότερους συνδυασμούς ενώ μας εγγυάται την ικανοποίηση ορισμένων επιθυμητών στατιστικών ιδιοτήτων όπως είναι η ταυτοποίηση και η ακρίβεια (Ben-Akiva, 2007).

4.3 Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΒΑΣΙΚΩΝ ΑΡΧΩΝ ΣΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΤΟΥ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

Όπως έχει ήδη αναφερθεί σε προηγούμενες παραγράφους, αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ανάλυση απαντήσεων σε ένα ερωτηματολόγιο που απαντήθηκε από χρήστες συγκεκριμένου οδικού δικτύου στη Μεσσηνία. Ο σχεδιασμός του ερωτηματολογίου και η διαδικασία μοιράσματος και συλλογής των απαντήσεων, δεν έγιναν στο πλαίσιο της εργασίας. Παρατηρώντας όμως τη μορφή του μπορεί κανείς να διαπιστώσει πως εφαρμόστηκαν οι βασικές αρχές στο σχεδιασμό του ερωτηματολογίου, όπως φαίνεται στα επόμενα.

Στο πάνω μέρος της πρώτης σελίδας υπάρχει το όνομα της σχολής που διεξάγει την έρευνα και ο τίτλος της έρευνας. Ακριβώς από κάτω δίνεται η πληροφορία ότι η έρευνα αυτή γίνεται στο πλαίσιο ευρωπαϊκού ερευνητικού έργου και διευκρινίζεται στον ερωτώμενο ότι η συμπλήρωσή του είναι ανώνυμη συνεπώς υπάρχει συμφωνία με την αρχή 2.

Παρατηρώντας το παραπάνω ερωτηματολόγιο, διαπιστώνεται εύκολα ότι οι ερωτήσεις που υπάρχουν είναι απλές και με σαφήνεια διατυπωμένες, ώστε να μπορούν να γίνουν εύκολα κατανοητές από το μέσο χρήστη χωρίς να υπάρχει κίνδυνος παρανοήσεων και έτσι υπάρχει συμφωνία με την αρχή 3.

Κάνοντας κανείς μια δοκιμαστική συμπλήρωση του ερωτηματολογίου διαπιστώνει ότι ο απαιτούμενος χρόνος για τη συμπλήρωσή τους είναι της τάξης των 8 - 10 λεπτών, ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και το γνωσιολογικό υπόβαθρο του ερωτώμενου. Ο χρόνος αυτός δεν μπορεί να χαρακτηριστεί υπερβολικός, αλλά κινείται σε λογικά πλαίσια με τις προϋποθέσεις που καλύπτει η αρχή 4.

Το παρατιθέμενο ερωτηματολόγιο είναι δομημένο με τέτοιο τρόπο ώστε να περιλαμβάνει ομογενείς ενότητες και οι ερωτήσεις γίνονται κλιμακωτά, από τις απλούστερες στις περισσότερο σύνθετες. Αρχικά δηλαδή υποβάλλονται εκείνες που αφορούν στα χαρακτηριστικά της μετακίνησης του χρήστη, ακολουθούν οι ερωτήσεις αντίληψης του προβλήματος καθώς και εκείνες που καταγράφουν τη σημερινή του στάση απέναντι στην τήρηση των κανόνων οδικής κυκλοφορίας, και έπεται το τρίτο μέρος στο οποίο απαιτείται επιλογή ενός δικτύου σε καθένα από τις εννέα κάρτες σεναρίων που υπάρχουν. Το ερωτηματολόγιο κλείνει με τα δημογραφικά στοιχεία του ερωτώμενου. Επομένως συμφωνεί ο σχεδιασμός του ερωτηματολογίου με τις αρχές 5, 6 και 7.

Οι μονάδες που χρησιμοποιούνται για την ποσοτική έκφραση διαφόρων μεγεθών είναι απολύτως γνωστές στους ερωτώμενους (χρόνος, κόστος). Άρα υπάρχει συμφωνία με την αρχή 8.

Στο ερωτηματολόγιο δεν υπάρχουν ερωτήσεις αρνητικού τύπου κάτι που βρίσκεται σε απόλυτη συμφωνία με την αρχή 10.

Ερωτήσεις όπως η Α3 του ερωτηματολογίου, αποτελούν ερωτήσεις ελέγχου, πράγμα που βρίσκει σύμφωνα το ερωτηματολόγιο με την αρχή 9.

Οι ερωτήσεις είναι προσωπικού τόνου και απευθύνονται στο χρήστη σε πρώτο πρόσωπο, ικανοποιώντας την αρχή 11.

Από τεχνικής άποψης το ερωτηματολόγιο εμφανίζεται άρτιο, όπως προστάζει η αρχή 12.

Τέλος, στις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου (όπως είναι η τελευταία κουκίδα στην ερώτηση Β9) υπάρχει χώρος για την απάντηση, γεγονός που συμφωνεί με την αρχή 13.

Με βάση όλα τα παραπάνω καθίσταται σαφές ότι τόσο κατά τη σχεδίαση του ερωτηματολογίου, όσο και κατά τη συλλογή των δεδομένων τηρήθηκαν βασικές αρχές που έχουν θεσπιστεί κατόπιν σκέψης και εμπειρίας χρόνων, εξασφαλίζοντας αποτελεσματικότητα της διαδικασίας και εγκυρότητα των αποτελεσμάτων του θα προκύψουν.

4.4 ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ ΣΤΙΣ ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ ΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Κατά την ανάπτυξη μαθηματικού προτύπου που προκύπτει από τη μέθοδο της δεδηλωμένης προτίμησης είναι εξ' αρχής άγνωστο ποιες παράμετροι θα απαρτίζουν το μοντέλο. Για το λόγο αυτό γίνεται μια προσπάθεια να συλλεχθούν στοιχεία για όσο το δυνατόν **περισσότερες παραμέτρους** κρίνεται ότι σχετίζονται με το αντικείμενο της έρευνας.

Μετά την **ανάλυση** του αντικειμένου της Διπλωματικής Εργασίας, είναι δυνατό να προσδιοριστεί ποιες είναι οι βασικές παράμετροι που πρέπει να περιέχονται στο μοντέλο. Όμως δεν ισχύει το ίδιο και για τις μεταβλητές δευτερεύουσας σημασίας που θα χρησιμοποιηθούν. Υπάρχουν ακόμα αρκετές περιπτώσεις στη στατιστική ανάλυση όπου κάποιες παράμετροι που αναμενόταν να είναι σημαντικές, τελικά αποδεικνύονται ασήμαντες ή πολύ μικρής βαρύτητας ή και το αντίστροφο.

Κάτι άλλο που κάνει τη συλλογή πολλών στοιχείων απαραίτητη είναι ότι αρκετές φορές, η στατιστική ανάλυση παρουσιάζει αμελητέα τη σημασία ορισμένων παραμέτρων αν χρησιμοποιηθούν ατόφια, ενώ χρησιμοποιούμενες σε συνδυασμό, αποτελούν μια καινούργια σημαντικότερη μεταβλητή. Για παράδειγμα είναι δυνατό δύο μεταβλητές να προκύπτουν ασήμαντες, αλλά ο λόγος τους ή το γινόμενο τους να αποτελεί μια νέα πολύ σημαντική παράμετρο για το μαθηματικό μοντέλο. Εδώ βεβαίως πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στο ότι η νέα μεταβλητή που θα προκύψει, για να μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην κατάρτιση του προτύπου θα πρέπει

απαραίτητα να έχει φυσική σημασία. Σε αντίθετη περίπτωση η χρήση της είναι απαγορευμένη.

Είναι γνωστό ότι όσο περισσότερες παραμέτρους (σχετικές με το θέμα) περιλαμβάνει το μοντέλο, τόσο **εγκυρότερα** είναι τα αποτελέσματά του, αφού προσεγγίζουν περισσότερο την ισχύουσα πραγματικότητα. Επίσης όσο αυξάνονται τα συστατικά του, οι συντελεστές των μεταβλητών κινούνται προς τη σωστή κατεύθυνση, τείνουν δηλαδή να ταυτιστούν με τους ιδανικούς, αν υποθεθεί ότι τέτοιοι υπάρχουν. Χαρακτηριστικό είναι ότι με τον τρόπο αυτό μειώνεται ο συντελεστής του σταθερού όρου, γεγονός πολύ θετικό, μιας που ο όρος αυτός εκφράζει την επίδραση όλων εκείνων των μεταβλητών που επηρεάζουν μεν αλλά δεν έχουν συμπεριληφθεί στην έρευνα.

Φαίνεται λοιπόν ότι πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή κατά το σχεδιασμό του ερωτηματολογίου, ώστε να επιτυγχάνεται η συλλογή όσο το δυνατό περισσότερων πληροφοριών που αφορούν το εξεταζόμενο θέμα, χωρίς όμως η διαδικασία της απάντησής του να καταντά χρονοβόρα και κουραστική για τον ερωτώμενο επηρεάζοντας τις απαντήσεις του. Έτσι εξασφαλίζεται ότι η έρευνα δε θα αποτύχει – τουλάχιστον από τεχνικούς λόγους- και θα προκύψουν σφαιρικά και ολοκληρωμένα αποτελέσματα από μια όσο το δυνατόν πληρέστερη ανάλυση.

Μια τέτοια προσπάθεια φαίνεται ότι έγινε και κατά το σχεδιασμό της παρούσας έρευνας. Παρατηρώντας το ερωτηματολόγιο που παρατέθηκε παραπάνω είναι εμφανές ότι σχεδόν όλες οι ερωτήσεις έχουν σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να αποτελούν **παραμέτρους** που μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά τη στατιστική ανάλυση, και αν οι στατιστικοί δείκτες που θα προκύψουν το επιτρέπουν να αποτελέσουν συστατικά του τελικού μαθηματικού προτύπου.

Συγκεκριμένα για το παρόν ερωτηματολόγιο, οι ερωτήσεις που απαρτίζουν τα δύο πρώτα μέρη μπορούν υπό κατάλληλη επεξεργασία να αποτελέσουν συστατικά του μαθηματικού προτύπου. Στο τρίτο μέρος του ερωτηματολογίου όλες οι ερωτήσεις μπορούν να αποτελέσουν παραμέτρους του προτύπου και μάλιστα βασικές, την επίδραση των οποίων επιχειρεί να μελετήσει η παρούσα διπλωματική εργασία. Ειδικά από το τρίτο μέρος προκύπτουν στοιχεία για τις εξής μεταβλητές :

- α) χρόνος διαδρομής στο επιλεγόμενο οδικό δίκτυο, και
- β) ύψος ετήσιας εισφοράς για την αναβάθμιση και συντήρηση του επιλεγόμενου δικτύου

Οι ερωτήσεις που απαρτίζουν το τέταρτο μέρος του ερωτηματολογίου (ερωτήσεις 25–30) αφορούν το φύλο, την ηλικία, την οικογενειακή κατάσταση, το ετήσιο οικογενειακό εισόδημα, το μορφωτικό επίπεδο και το επάγγελμα, στοιχεία δηλαδή που μπορούν με κατάλληλη κωδικοποίηση να αποτελέσουν σημαντικές ή μη μεταβλητές του προτύπου.

4.5 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

Η λογική πάνω στην οποία βασίζεται όλη η επιστήμη της στατιστικής, καθώς και το γεγονός που την κάνει ένα πολυτιμότερο εργαλείο για πλήθος άλλων επιστημών είναι το ότι μέσα από την εξέταση ενός μικρού αλλά επαρκούς τμήματος του συνόλου που ονομάζεται δείγμα, εξάγει ακριβή και αξιόπιστα αποτελέσματα που αντιπροσωπεύουν ολόκληρο το σύνολο. Καθίσταται λοιπόν σαφές ότι όσο καταλληλότερο είναι το δείγμα που θα επιλεγεί για μελέτη, τόσο πιο αντιπροσωπευτικά θα είναι τα εξαγόμενα αποτελέσματα για ολόκληρο τον πληθυσμό, δηλαδή πιο **αξιόπιστα**.

Η καταλληλότητα του δείγματος εξαρτάται από το αν αυτό πληροί ή όχι κάποιες προϋποθέσεις που σύμφωνα με τον P.Kotler οι βασικότερες από αυτές είναι:

1. Το δείγμα πρέπει να επιλέγεται κάθε φορά από τον κατάλληλο **πληθυσμό**. Έτσι για παράδειγμα σε μια έρευνα γύρω από την οδική ασφάλεια θα πρέπει να επιλεγεί από ένα πληθυσμό οδηγών.
2. Το **μέγεθος** του δείγματος έχει μεγάλη σημασία και πιο συγκεκριμένα όσο πιο μεγάλο είναι, τόσο πιο αξιόπιστα είναι τα αποτελέσματα της έρευνας. Στο πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας αυτής συγκεντρώθηκαν 285 απαντημένα ερωτηματολόγια, ικανοποιητικός αριθμός για τη φύση της συγκεκριμένης έρευνας.
3. Η επιλογή του δείγματος πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε αυτό να είναι **αντιπροσωπευτικό** του πληθυσμού ως προς τα χαρακτηριστικά του. Για παράδειγμα, εδώ που ο πληθυσμός ήταν οδηγοί το δείγμα έπρεπε να αποτελείται από άτομα με ποικίλα κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά. Έτσι μελετώντας το τέταρτο μέρος του ερωτηματολογίου που περιέχει τα δημογραφικά χαρακτηριστικά, δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στο να αποτελείται το δείγμα από άτομα που ανήκουν σε όλες τις αναφερόμενες κατηγορίες με όσο το δυνατό λογικότερες αναλογίες.

4.6 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Μετά τη συλλογή των απαντηθέντων ερωτηματολογίων, συντάχθηκε ένας **πίνακας excel** με το σύνολο των απαντήσεων ο οποίος όμως χρειαζόταν επεξεργασία προκειμένου να μπορέσουν να γίνουν αντιληπτά τα στατιστικά στοιχεία του δείγματος. Οι απαντήσεις δεν ήταν όλες κωδικοποιημένες, υπήρχαν ερωτήματα που δεν είχαν απαντηθεί, ενώ υπήρχαν αρκετές στήλες με πληροφορίες που τελικώς δεν χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα έρευνα.

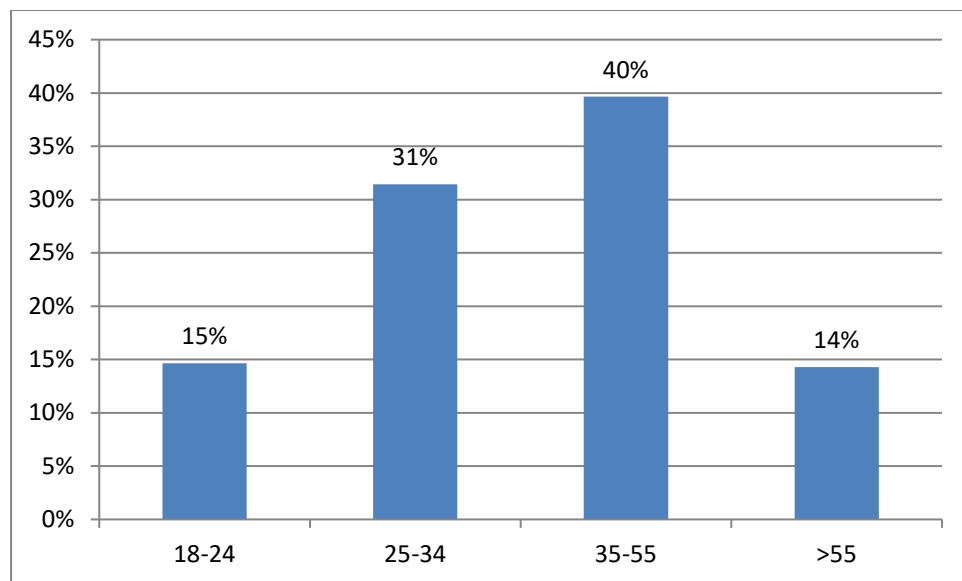
Η πρώτη στήλη ήταν η “ID” στην οποία φαινόταν ο αύξων αριθμός του κάθε ερωτώμενου που απάντησε το ερωτηματολόγιο. Λόγω των εννέα σεναρίων, για την καλύτερη ανάγνωση και χρήση του excel, σε κάθε “ID” αντιστοιχούσαν εννέα σειρές –οι οποίες είχαν τα ίδια στοιχεία ανά στήλη για κάθε σειρά, με διαφορές μόνο στις στήλες που αφορούσαν τις απαντήσεις στα σενάρια.

Όταν το αρχείο των αποτελεσμάτων κατέστη επεξεργάσιμο, έγιναν όλοι οι απαραίτητοι έλεγχοι για την αξιοπιστία των στοιχείων και την εγκυρότητα των απαντήσεων.

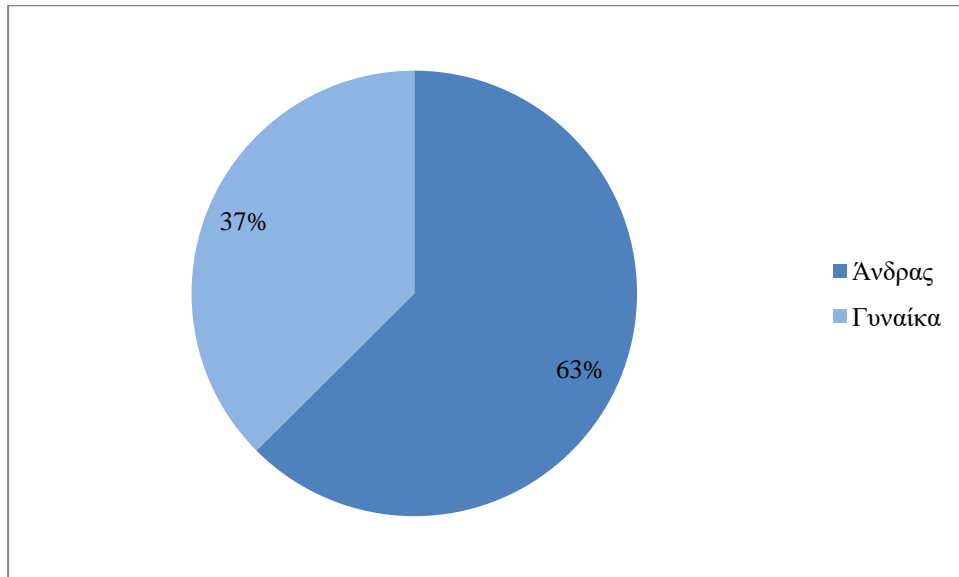
Έτσι, στη συνέχεια, κωδικοποιήθηκαν οι απαντήσεις με τη μορφή αριθμών, ούτως ώστε το τελικό αρχείο excel που προέκυψε να είναι έτοιμο και για το επόμενο βήμα, αυτό της επεξεργασίας μέσω του προγράμματος **BIOGEME**.

4.7 ΤΟ ΔΕΙΓΜΑ - ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ

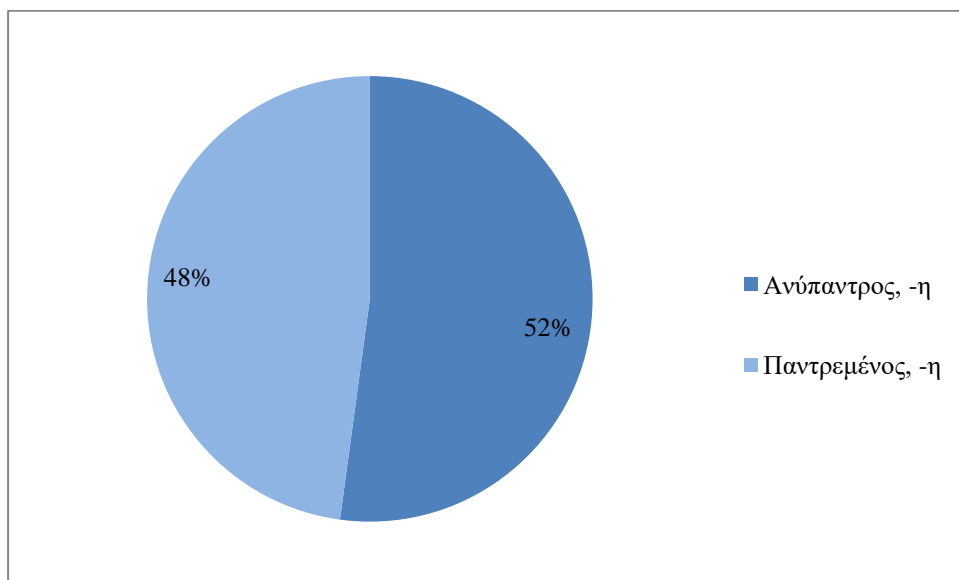
Στην παράγραφο αυτή παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά του δείγματος που χρησιμοποιήθηκε για την πραγματοποίηση της συγκεκριμένης έρευνας. Δίνονται δηλαδή πληροφορίες για τα **κοινωνικοοικονομικά** χαρακτηριστικά των χρηστών της οδού που συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο. Με δεδομένο ότι τα εξαγόμενα από την έρευνα συμπεράσματα βασίζονται στη στατιστική επεξεργασία των απαντήσεων των συγκεκριμένων ατόμων, είναι χρήσιμο να παρουσιαστούν τα βασικότερα δημογραφικά χαρακτηριστικά τους, προκειμένου ο αναγνώστης να μπορεί να κρίνει αν το χρησιμοποιούμενο δείγμα παρουσιάζει κατάλληλη κατανομή ώστε να μπορεί να χαρακτηριστεί αντιπροσωπευτικό. Τα στοιχεία παρουσιάζονται με τη μορφή ποσοστιαίας κατανομής.



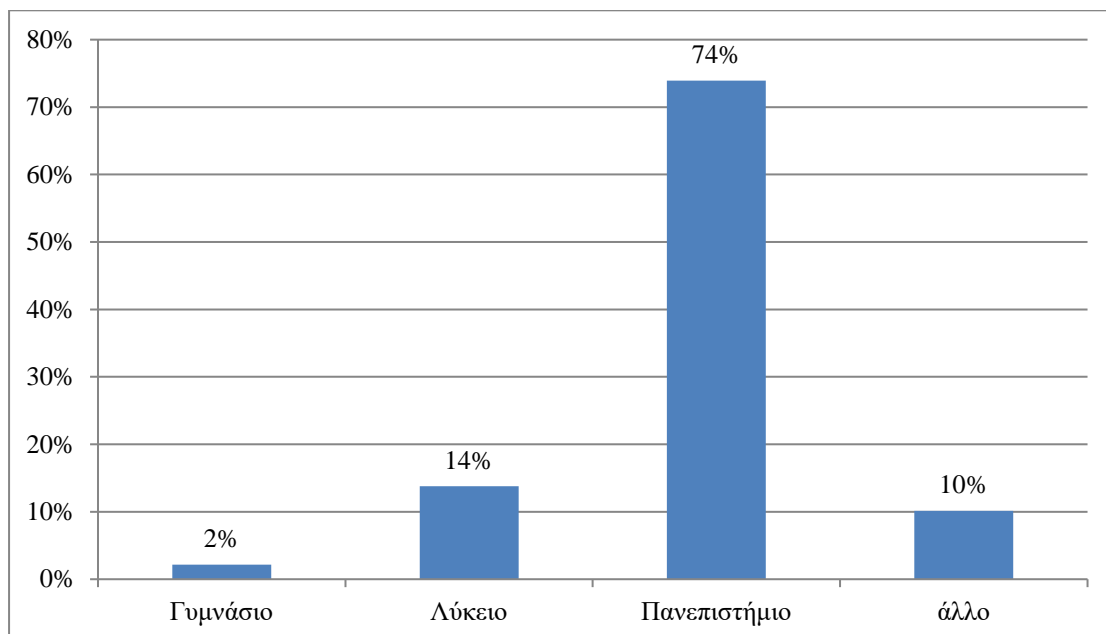
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.1 Ποσοστιαία κατανομή ηλικίας



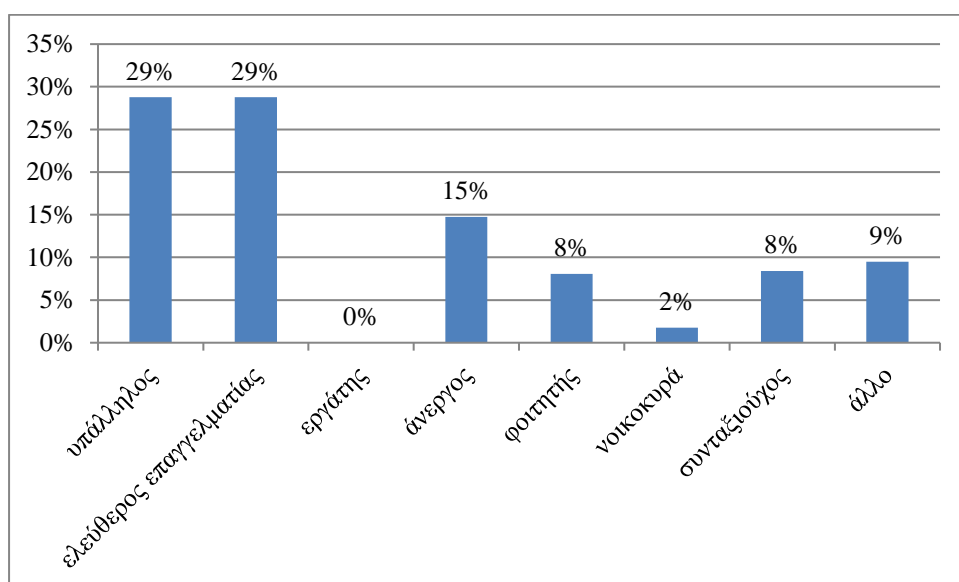
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.2 Ποσοστιαία κατανομή φύλου



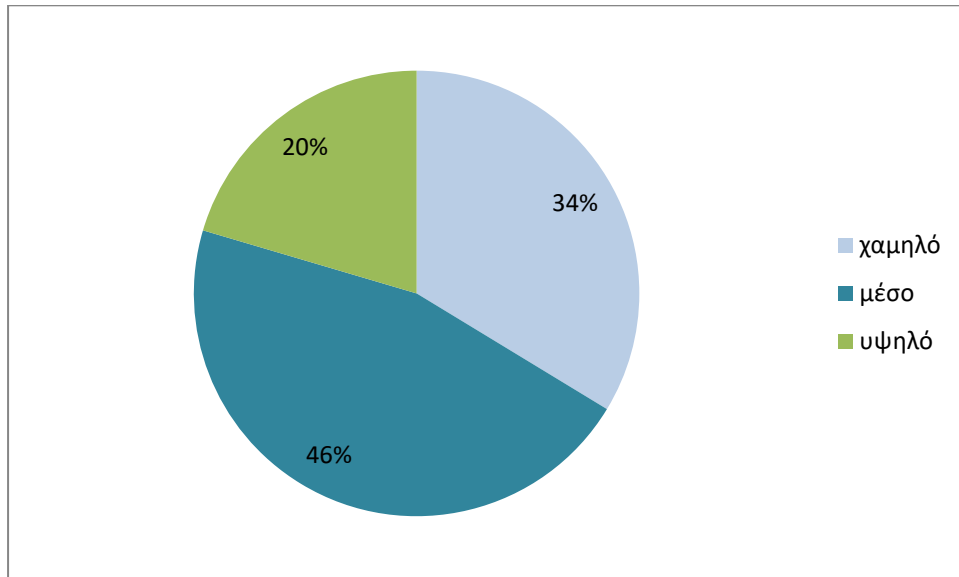
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.3 Ποσοστιαία κατανομή οικογενειακής κατάστασης



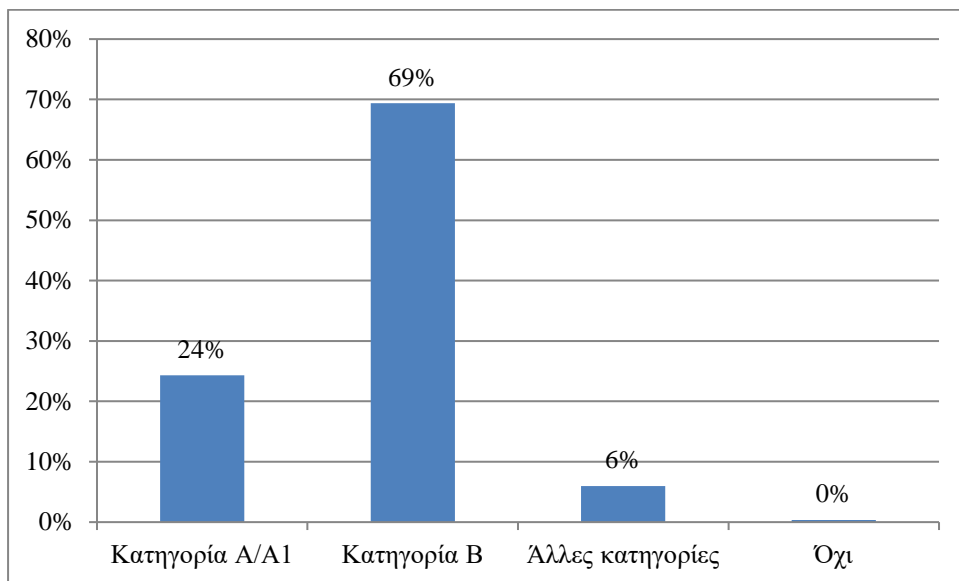
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.4 Ποσοστιαία κατανομή μορφωτικού επιπέδου



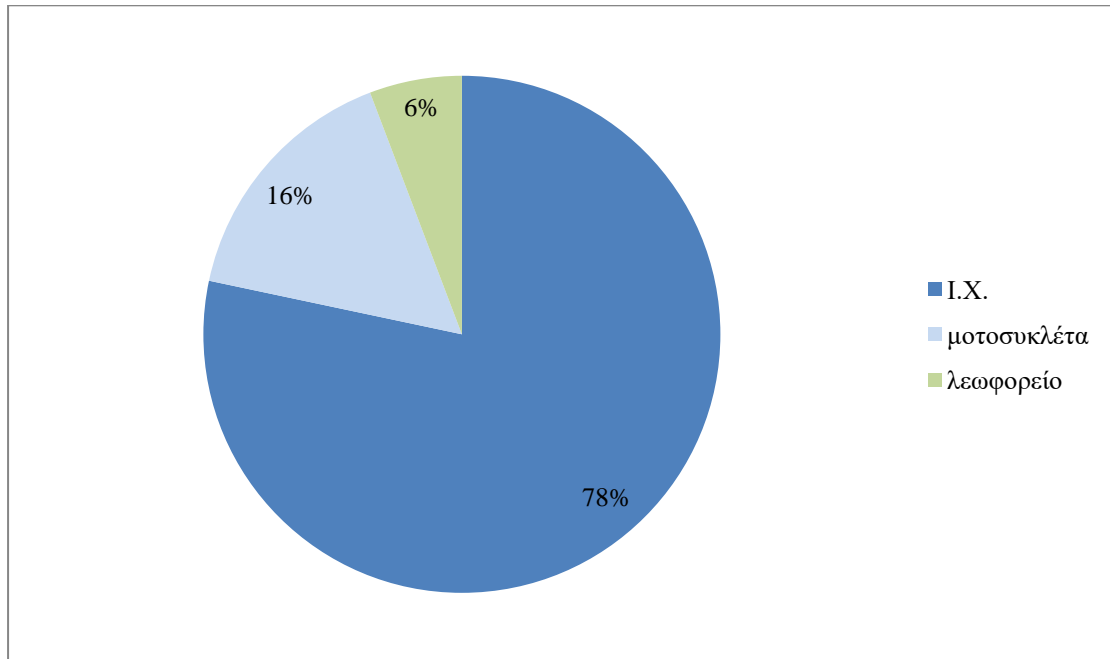
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.5 Ποσοστιαία κατανομή επαγγέλματος



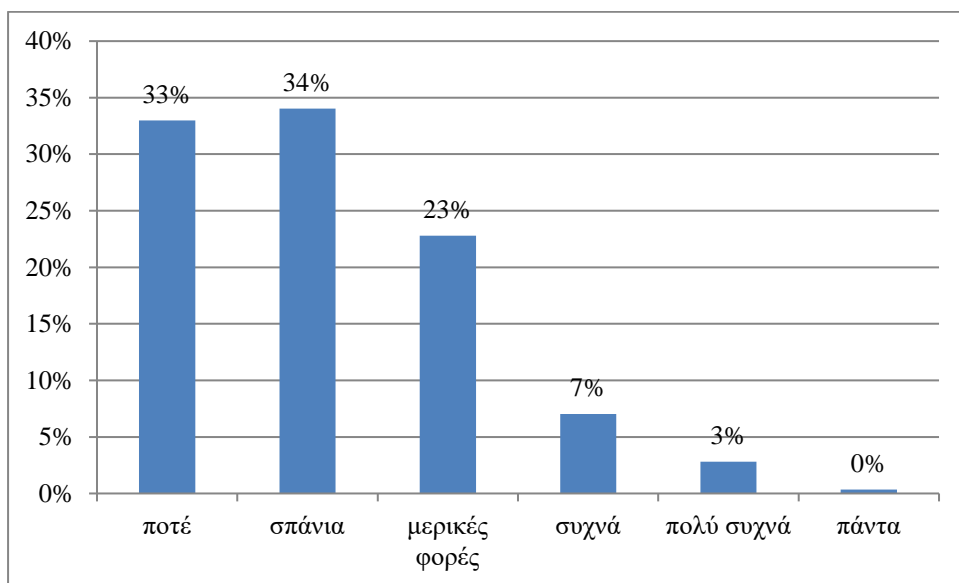
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.6 Ποσοστιαία κατανομή ετήσιου εισοδήματος



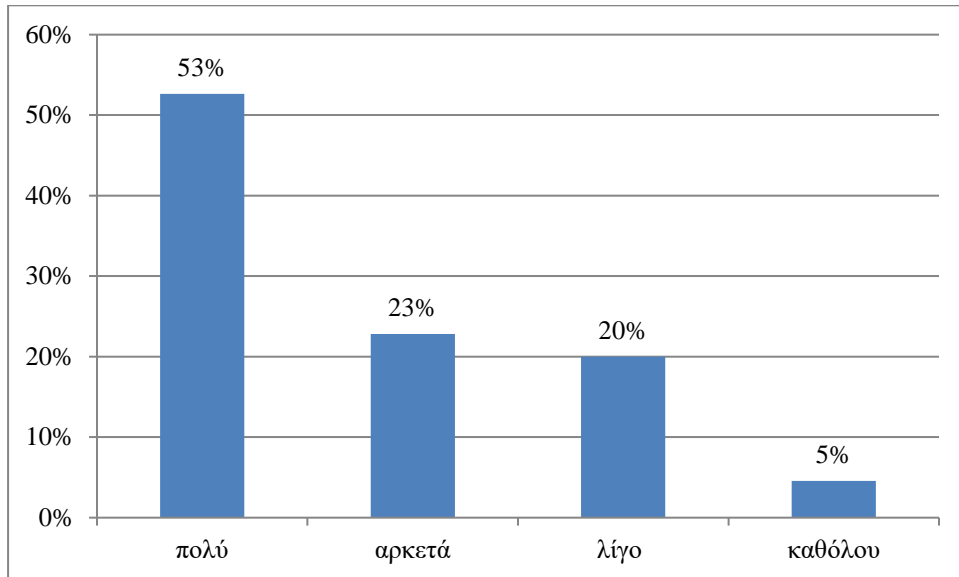
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.7 Ποσοστιαία κατανομή τύπου διπλώματος οδήγησης



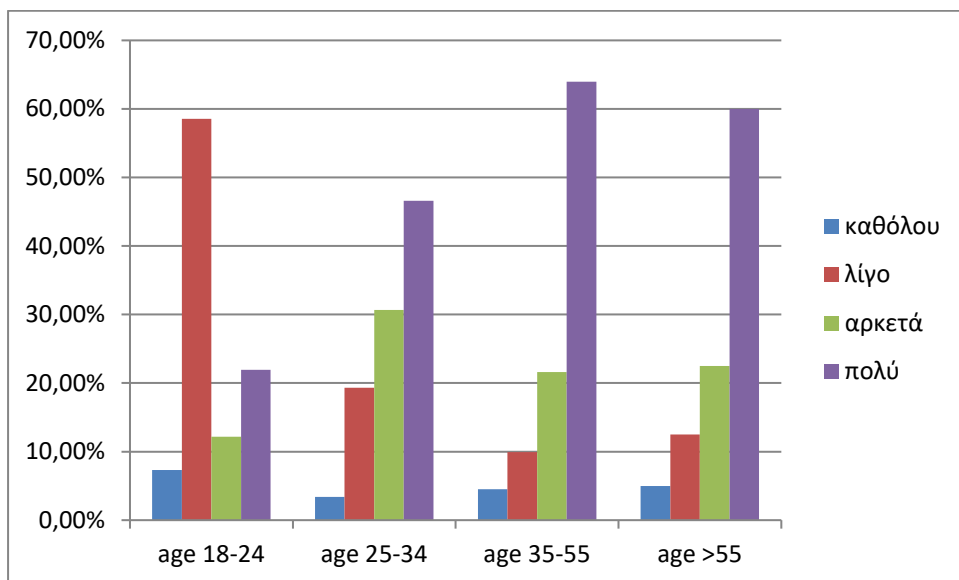
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.8 Ποσοστιαία κατανομή επιλογής μέσου μετακίνησης



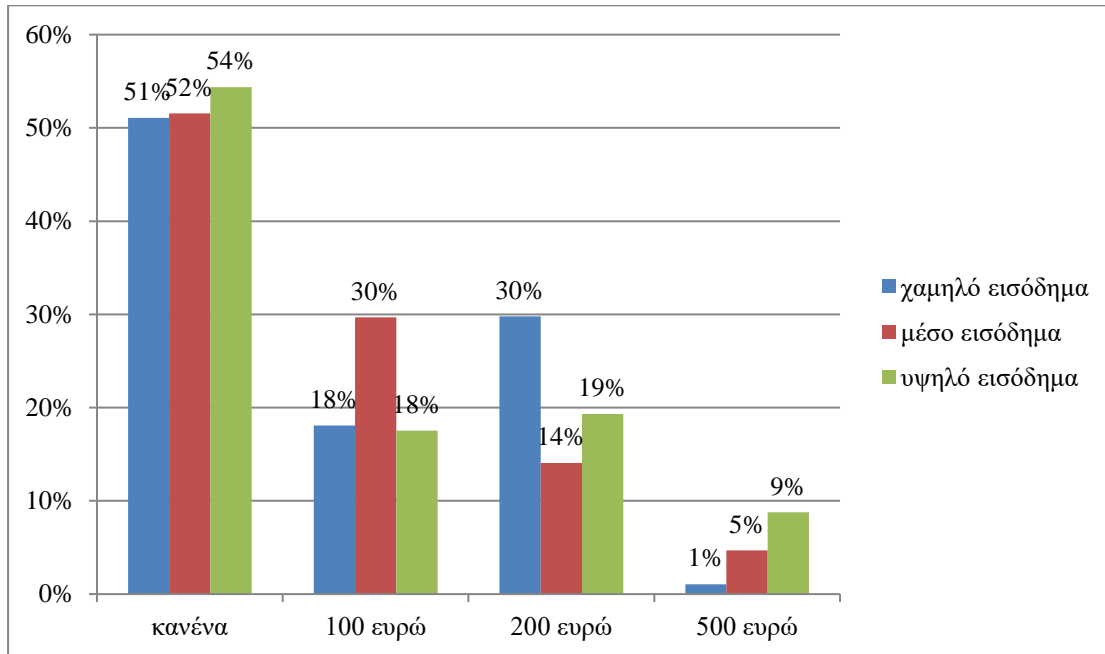
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.9 Ποσοστιαία κατανομή απαντήσεων στην ερώτηση «Τον τελευταίο χρόνο, πόσες φορές έχετε οδηγήσει έχοντας καταναλώσει έστω και μικρή ποσότητα αλκοόλ;»



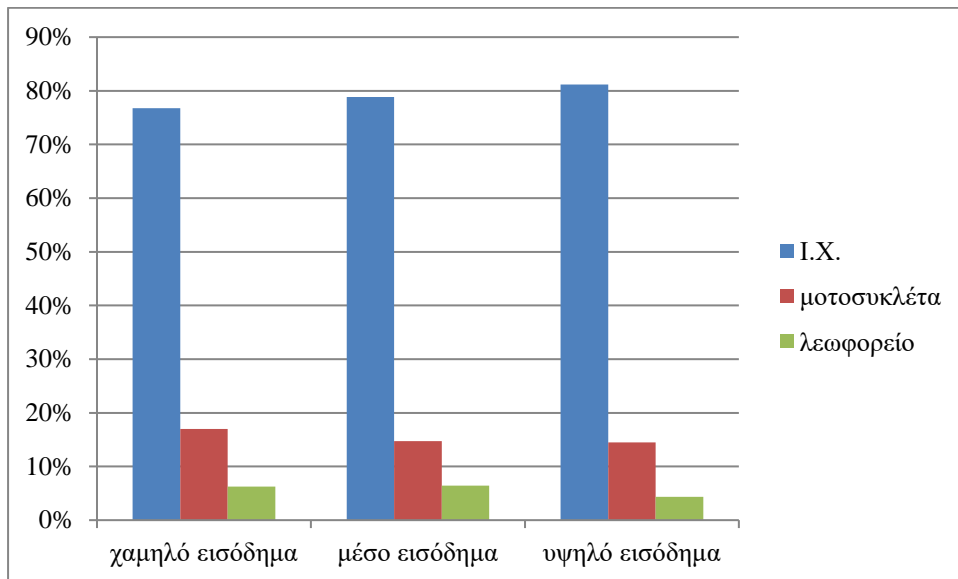
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.10 Ποσοστιαία κατανομή απαντήσεων στην ερώτηση «Θα είσαστε διατεθειμένος/η να πληρώσετε ετήσια εισφορά ώστε να εξασφαλισθούν οι απαιτούμενοι πόροι για τη συντήρηση και την ανάπτυξη ενός ασφαλέστερου οδικού δικτύου;»



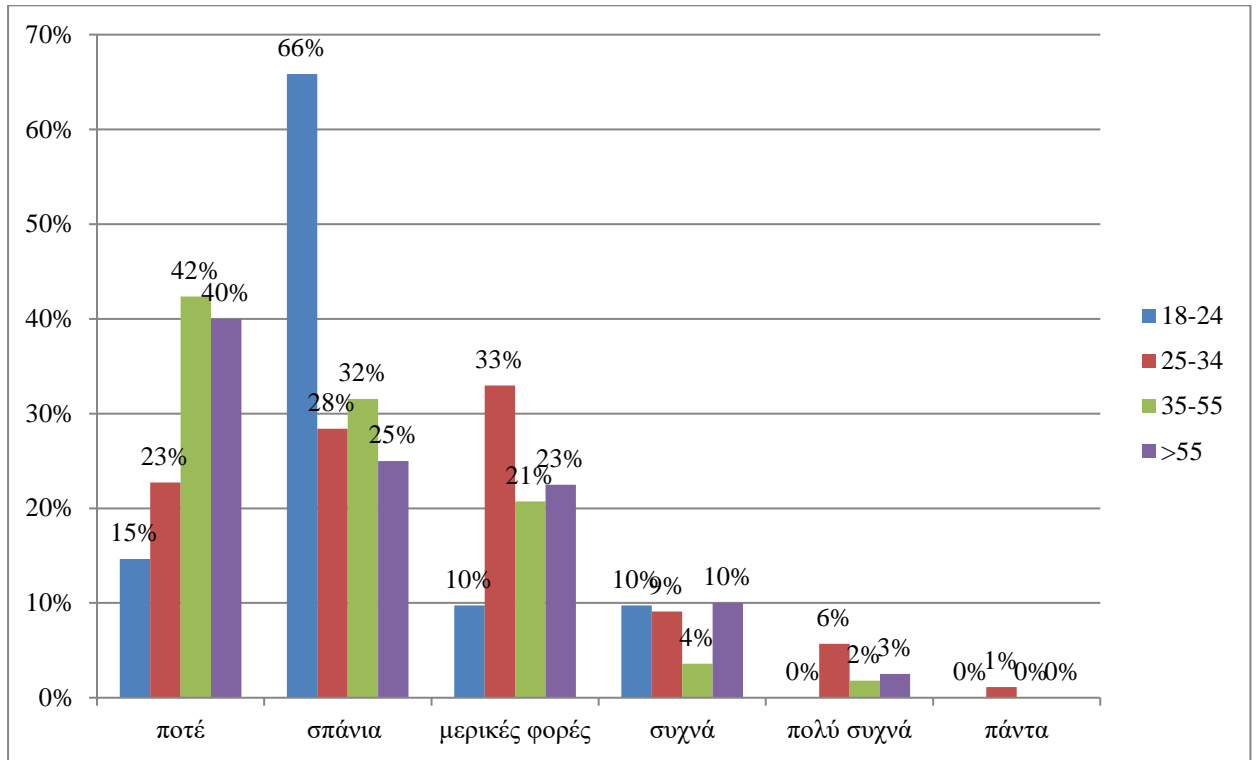
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.11 Κατανομή απαντήσεων ανά ηλικία στην ερώτηση «Θα είστε διατεθειμένος/η να πληρώσετε ετήσια εισφορά ώστε να εξασφαλισθούν οι απαιτούμενοι πόροι για τη συντήρηση και την ανάπτυξη ενός ασφαλέστερου οδικού δικτύου;»



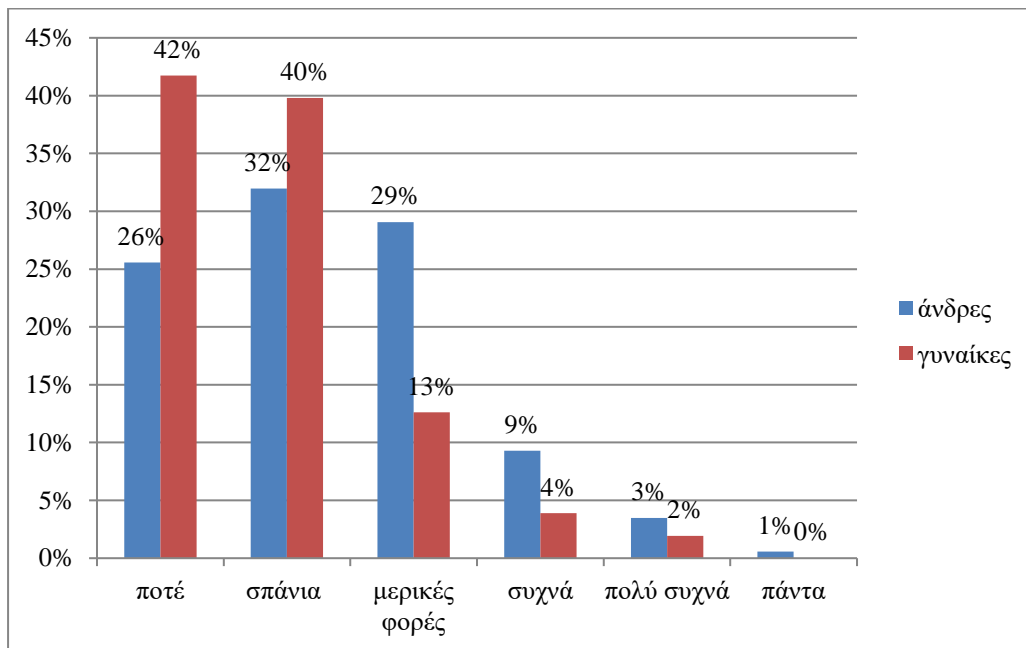
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.12 Κατανομή απαντήσεων ανά ετήσιο εισόδημα στην ερώτηση «Ποιο ποσό είσαστε διατεθειμένος/η να πληρώσετε ως ετήσια εισφορά στην Περιφερειακά Ενότητα ώστε να εξασφαλισθούν οι απαιτούμενοι πόροι για τη συντήρηση και την ανάπτυξη ενός ασφαλέστερου οδικού δικτύου;»



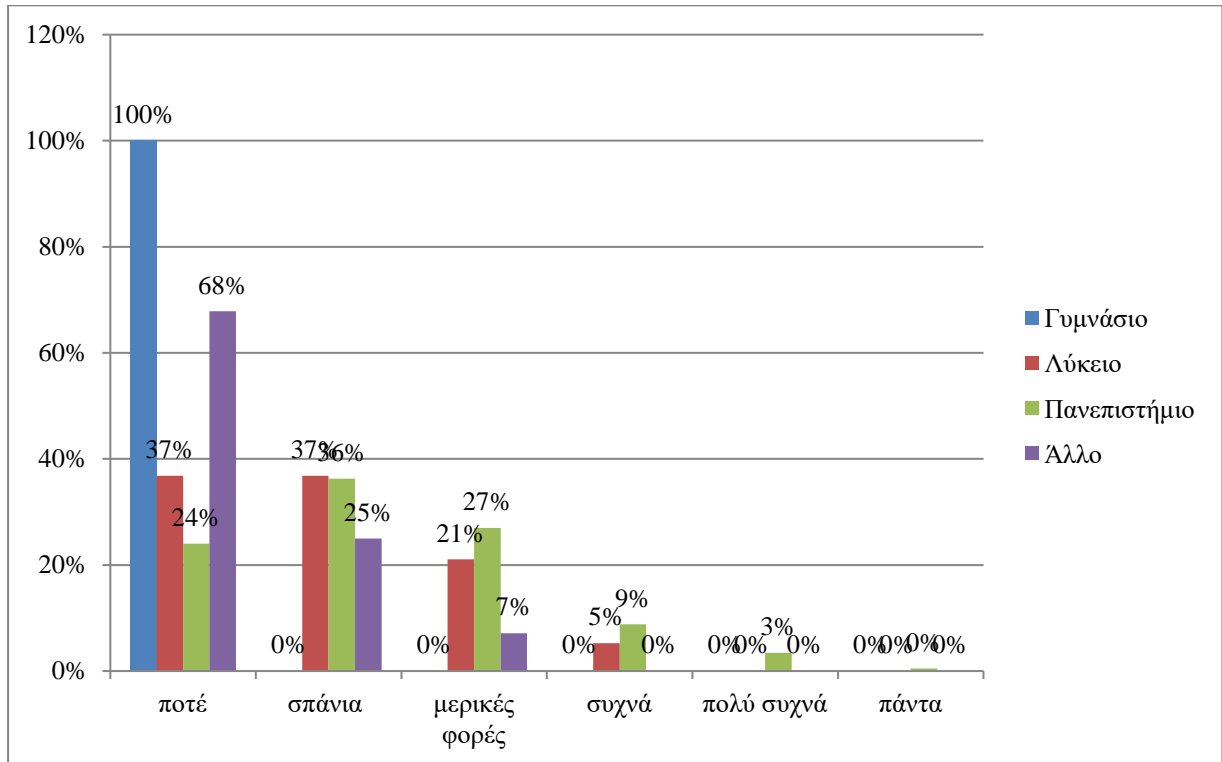
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.13 Κατανομή ανά ετήσιο εισόδημα της επιλογής μέσου μετακίνησης



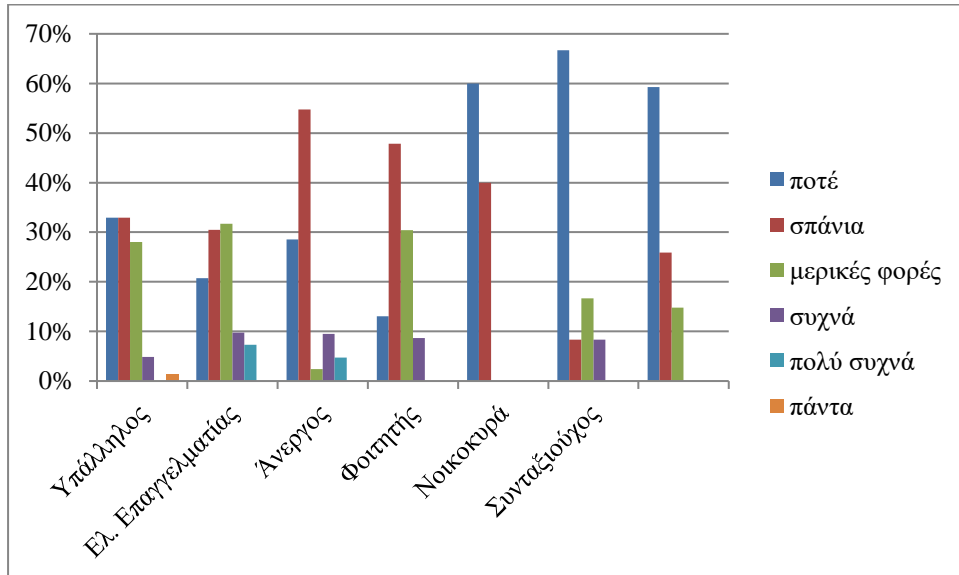
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.14 Κατανομή ανά ηλικία των απαντήσεων στην ερώτηση «Τον τελευταίο χρόνο, πόσες φορές έχετε οδηγήσει έχοντας καταναλώσει έστω και μικρή ποσότητα αλκοόλ;»



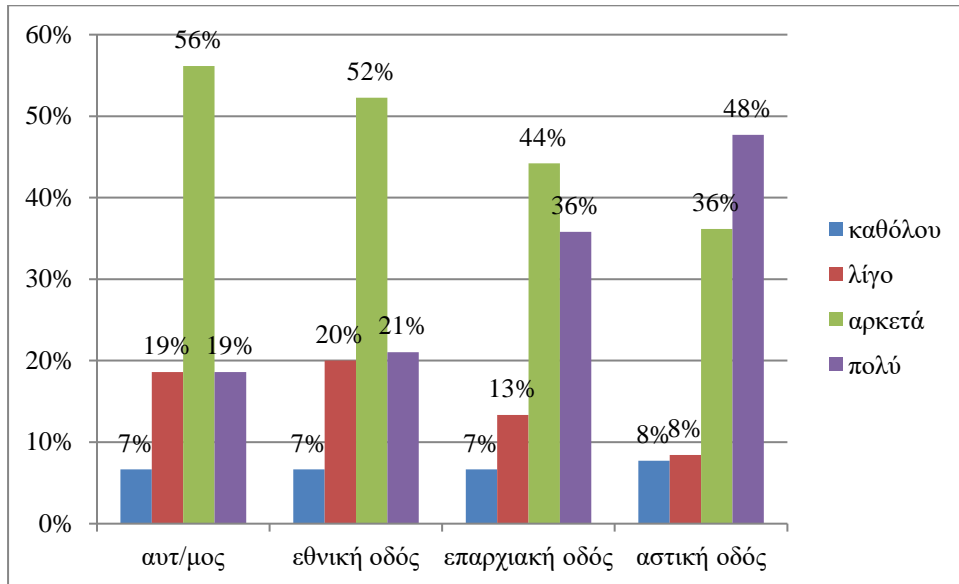
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.15 κατανομή ανά φύλο των απαντήσεων στην ερώτηση «Τον τελευταίο χρόνο, πόσες φορές έχετε οδηγήσει έχοντας καταναλώσει έστω και μικρή ποσότητα αλκοόλ;»



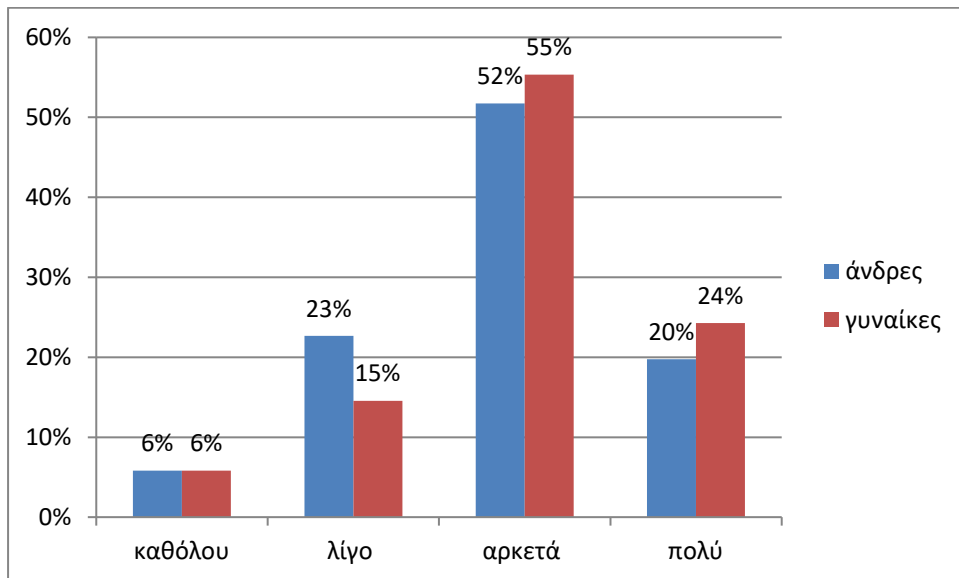
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.16 Κατανομή ανά μορφωτικό επίπεδο των απαντήσεων στην ερώτηση «Τον τελευταίο χρόνο, πόσες φορές έχετε οδηγήσει έχοντας καταναλώσει έστω και μικρή ποσότητα αλκοόλ;»



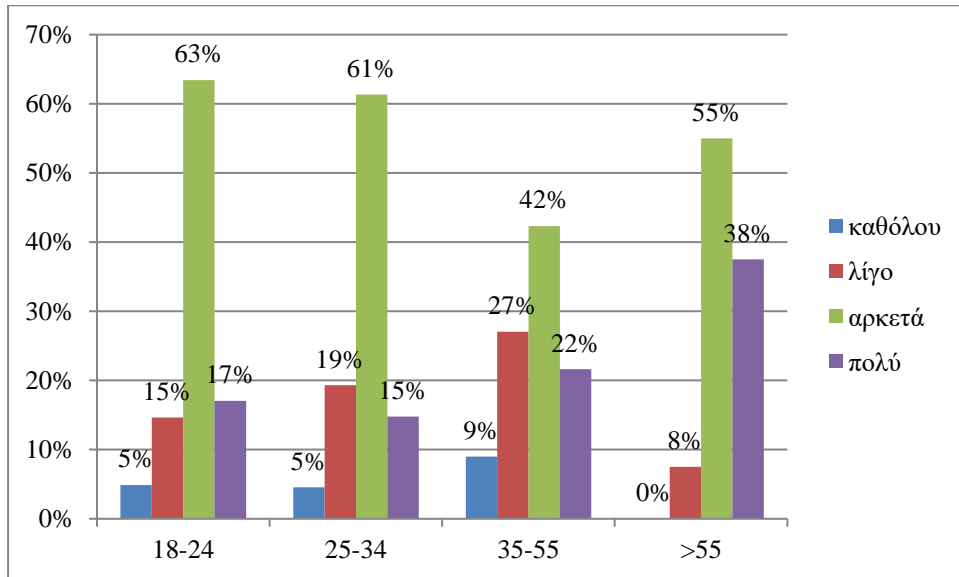
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.17 Κατανομή ανά επάγγελμα των απαντήσεων στην ερώτηση «Τον τελευταίο χρόνο, πόσες φορές έχετε οδηγήσει έχοντας καταναλώσει έστω και μικρή ποσότητα αλκοόλ;»



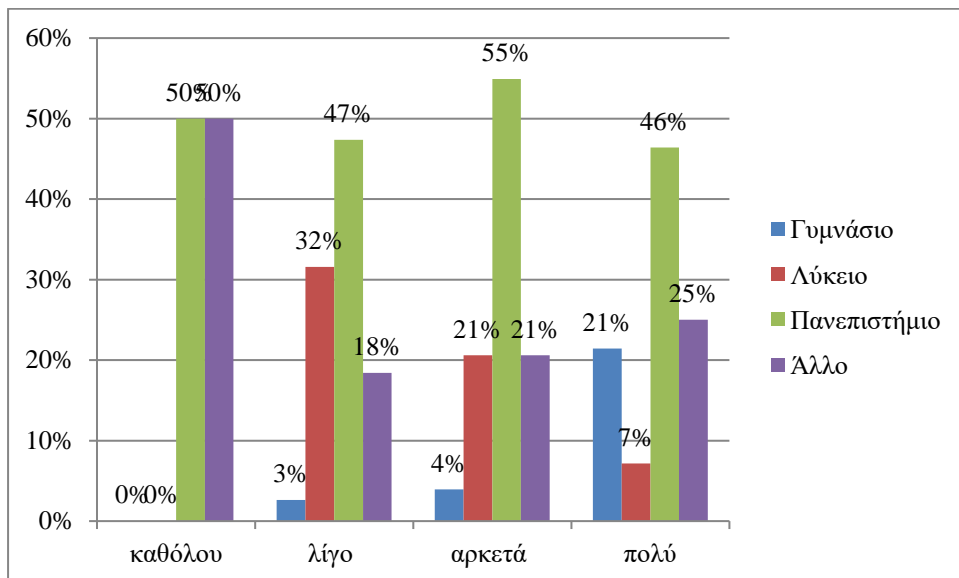
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.18 Τήρηση ορίων ταχύτητας ανά τύπο οδού



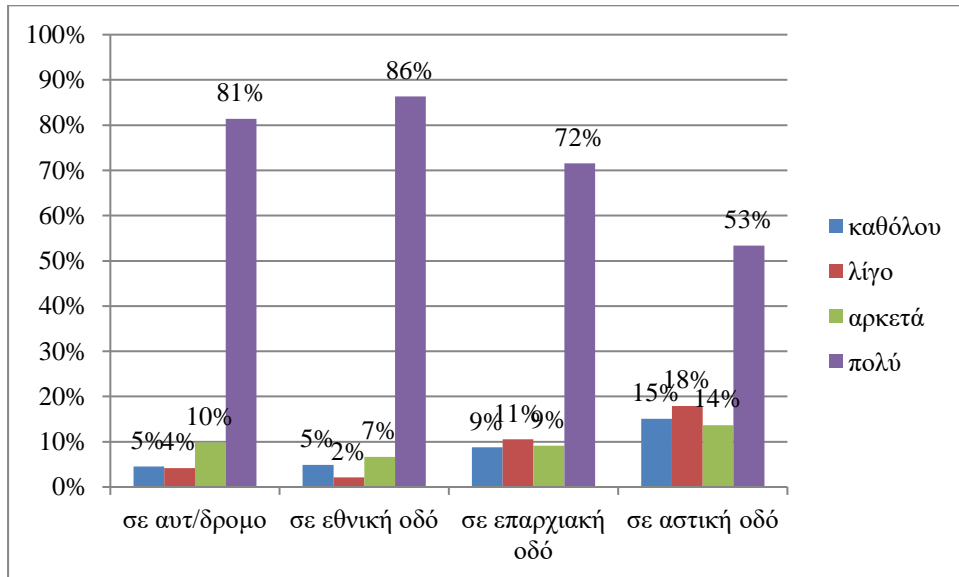
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.19 Κατανομή ανά φύλο τήρησης ορίων ταχύτητας σε εθνική οδό



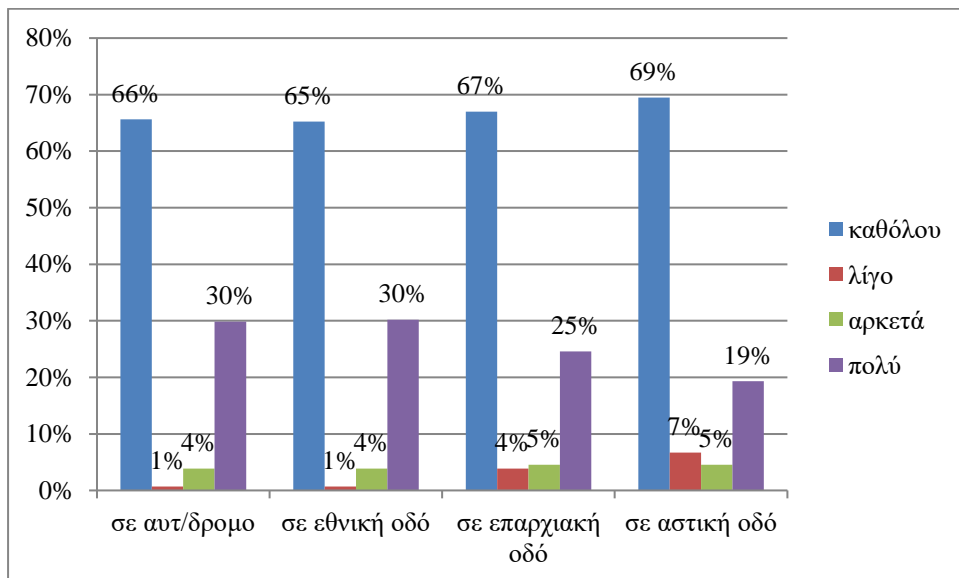
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.20 Κατανομή ανά ηλικία τήρησης ορίων ταχύτητας σε εθνική οδό



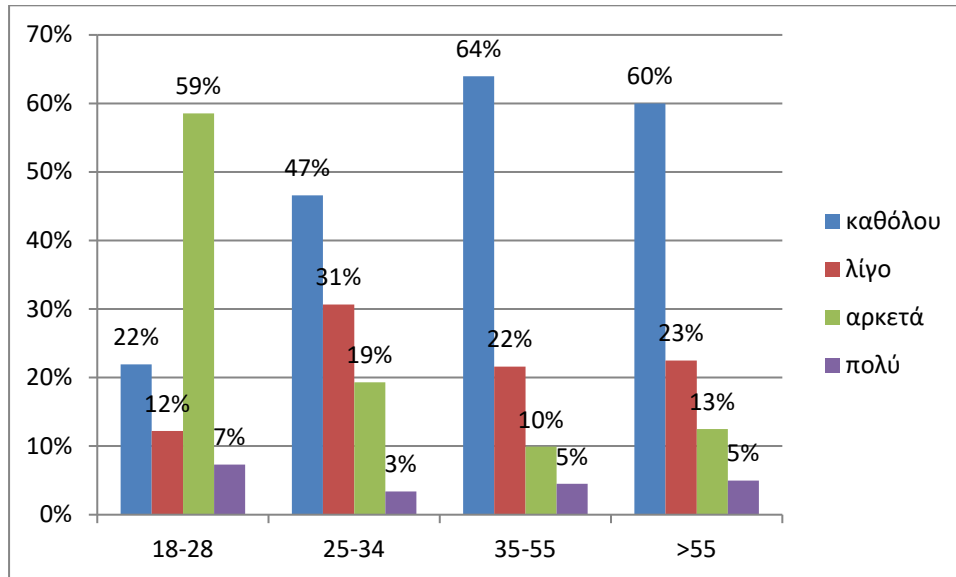
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.21 Κατανομή ανά μορφωτικό επίπεδο τήρησης ορίων ταχύτητας σε εθνική οδό



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.22 Συχνότητα χρήσης ζώνης ασφαλείας ανά τύπο οδού



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.23 Συχνότητα χρήσης κράνους ασφαλείας ανά τύπο οδού



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.24 Κατανομή ανά ηλικία της προθυμίας πληρωμής ετήσιας εισφοράς

Όπως παρατηρείται στα παραπάνω διαγράμματα, οι συμμετέχοντες είναι κυρίως νεαροί στην **ηλικία** (25-55 ετών) με μοιρασμένα σχεδόν τα ποσοστά για τις ηλικίες 25-34 ετών και 35-55 ετών (31% για την ηλικία 25-34 ετών και 40% για την ηλικία 35-55 ετών). Έτσι δικαιολογούνται και τα ποσοστά παντρεμένων και ανύπαντρων που είναι σχεδόν ίσα.

Η πλειοψηφία του δείγματος (78%) επιλέγει **I.X. αυτοκίνητο** για τις μετακινήσεις του, γεγονός που βοηθά στην εξαγωγή ορθότερων αποτελεσμάτων αφού η έρευνα αφορά χρήση οδικού δικτύου.

Γενικά, δεν παρατηρείται καλή κατανομή όσον αφορά στο **φύλο**, αλλά η κατανομή του **επαγγέλματος** είναι καλή.

Τέλος, η συντριπτική πλειοψηφία του δείγματος έχει Πανεπιστημιακή **εκπαίδευση**, γεγονός που δεν είναι αντιπροσωπευτικό του πληθυσμού, αλλά με τα σημερινά δεδομένα και συνυπολογίζοντας ότι το δείγμα αποτελείται κυρίως από άτομα ηλικίας 25-55 ετών, δεν αναμένεται το ποσοστό να πέσει κάτω του 50%.

5. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ

5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο κεφάλαιο αυτό περιλαμβάνονται η αναλυτική περιγραφή της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε καθώς και η παρουσίαση των αποτελεσμάτων της Διπλωματικής αυτής Εργασίας. Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, μετά τη συλλογή των στοιχείων και την επεξεργασία τους σε πρόγραμμα excel, ακολούθησε η στατιστική ανάλυση των δεδομένων η οποία έγινε με τη μέθοδο της Λογιστικής Παλινδρόμησης και με χρήση του πολυωνυμικού λογιστικού προτύπου.

Στη συνέχεια περιγράφονται αναλυτικά τα **βήματα** που έγιναν κατά την εφαρμογή της μεθοδολογίας και παρουσιάζεται η διαδικασία ανάπτυξης των κατάλληλων μοντέλων. Σημαντικό κομμάτι των αποτελεσμάτων αποτελούν οι στατιστικοί έλεγχοι που απαιτούνται για την αποδοχή ή απόρριψη των μοντέλων.

Τέλος, παρουσιάζονται και περιγράφονται τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας και γίνεται μια προσπάθεια ερμηνείας τους σύμφωνα με τη λογική, την εμπειρία και στοιχεία από τη σχετική βιβλιογραφία. Η **παρουσίαση** των αποτελεσμάτων αυτών διακρίνεται σε τρεις φάσεις:

- Παρουσίαση των εξαγόμενων στοιχείων
- Περιγραφή των αποτελεσμάτων
- Ερμηνεία των αποτελεσμάτων

Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων περιλαμβάνει τόσο τη μαθηματική σχέση του μοντέλου, όσο και κάποια σχετικά διαγράμματα που διευκολύνουν στη γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων.

5.2 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΟΔΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

Στην παράγραφο αυτή περιγράφεται η διαδικασία ανάλυσης που πραγματοποιήθηκε για τον προσδιορισμό των δύο συναρτήσεων χρησιμότητας οι οποίες θεωρήθηκε ότι εξηγούν τον τρόπο με τον οποίο γίνεται τελικά η επιλογή οδικού δικτύου από τους οδηγούς.

5.2.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΑΙ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Αφού συλλέχθηκαν τα στοιχεία και επεξεργάστηκαν στο excel, ακολούθησε η στατιστική ανάλυσή τους μέσω της λογιστικής παλινδρόμησης.

Για τη σύνθεση των στατιστικών μοντέλων παλινδρόμησης, δημιουργήθηκε μια βάση δεδομένων σε αρχείο excel, που περιελάμβανε για κάθε οδικό δίκτυο (υφιστάμενο,

αναβαθμισμένο, πολύ αναβαθμισμένο) το χρόνο διαδρομής και την ετήσια εισφορά για την αναβάθμιση και τη συντήρηση του οδικού δικτύου, όπως αυτά φαίνονται στα σενάρια δεδηλωμένης προτίμησης που περιγράφονται στις παραγράφους 4.2.1 και 4.2.3 . Στη βάση δεδομένων περιλαμβάνονταν ακόμη τα κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά των ερωτώμενων που συλλέχθηκαν από τις ερωτήσεις του τέταρτου μέρους του ερωτηματολογίου.

Η βάση δεδομένων χωρίστηκε σε 3 φύλλα excel, ένα για κάθε οδικό δίκτυο. Κάθε φύλλο αποτελούταν από 2565 γραμμές, καθώς απαντήθηκαν 285 ερωτηματολόγια καθένα εκ των οποίων περιελάμβανε 9 σενάρια δεδηλωμένης προτίμησης. Δηλαδή κάθε γραμμή της βάσης δεδομένων αντιστοιχούσε στα δεδομένα ενός μόνο σεναρίου, μαζί με τα χαρακτηριστικά του ερωτώμενου.

Έτσι, σε κάθε γραμμή της βάσης υπήρχε :

- ο αύξων αριθμός του ερωτώμενου (**ID**), από 1 έως 285,
- η επιλογή του στο αντίστοιχο σενάριο (**C_choice**), με τιμές από 1 έως 3, όπου ο αριθμός 1 αντιστοιχεί στην επιλογή Α (υφιστάμενο δίκτυο), ο αριθμός 2 στην επιλογή Β (αναβαθμισμένο δίκτυο) και ο αριθμός 3 στην επιλογή Γ (πολύ αναβαθμισμένο δίκτυο). Σημειώνεται ότι στο ερωτηματολόγιο δεν υπήρχε η επιλογή «κανένα από τα παραπάνω»,
- η ετήσια εισφορά (x_{i1}) για το εκάστοτε δίκτυο, με τις τιμές που αναφέρονται στο αντίστοιχο σενάριο, όπου $i=1, 2, 3$, με 1 για τις τιμές που αφορούν το υφιστάμενο δίκτυο, 2 τις τιμές για το αναβαθμισμένο δίκτυο και 3 τις τιμές για το πολύ αναβαθμισμένο δίκτυο,
- ο χρόνος διαδρομής (x_{i2}) για το εκάστοτε δίκτυο, με $i=1, 2, 3$ όπως παραπάνω.

Εκτός από τα προαναφερθέντα στοιχεία, κάθε γραμμή της βάσης περιείχε και τιμές για τα κοινωνικοοικονομικά στοιχεία των ερωτώμενων οδηγών:

- το φύλο (**GenderF**), με τιμές 0 και 1, όπου 0 αν ο ερωτώμενος ήταν άνδρας και 1 αν ήταν γυναίκα,
- την ηλικία, η οποία χωρίστηκε σε τέσσερις ξεχωριστές μεταβλητές:
 - **Age1**, με τιμή 1 αν ο ερωτώμενος ήταν από 18 έως 24 ετών και τιμή 0 αν όχι
 - **Age2**, με τιμή 1 αν ο ερωτώμενος ήταν από 25 έως 34 ετών και τιμή 0 αν όχι
 - **Age3**, με τιμή 1 αν ο ερωτώμενος ήταν από 35 έως 55 ετών και τιμή 0 αν όχι
 - **Age4**, με τιμή 1 αν ο ερωτώμενος ήταν άνω των 55 ετών και τιμή 0 αν όχι
- την οικογενειακή κατάσταση (**Married**), με τιμές 0 και 1, όπου 1 αν ο ερωτώμενος ήταν παντρεμένος και 0 αν όχι,
- το εισόδημα, το οποίο χωρίστηκε σε τρεις ξεχωριστές μεταβλητές:

- **IncomeL**, με τιμή 1 αν ο ερωτώμενος δήλωσε χαμηλό οικογενειακό εισόδημα και 0 αν όχι,
- **IncomeM**, με τιμή 1 αν ο ερωτώμενος δήλωσε μέσο οικογενειακό εισόδημα και 0 αν όχι,
- **IncomeH**, με τιμή 1 αν ο ερωτώμενος δήλωσε υψηλό οικογενειακό εισόδημα και 0 αν όχι,
- την εκπαίδευση, όπου χωρίστηκε και εκείνη σε τέσσερις ξεχωριστές μεταβλητές:
 - **Educ1**, με τιμή 1 αν ο ερωτώμενος απάντησε πως έχει μορφωτικό επίπεδο γυμνασίου και 0 αν όχι
 - **Educ2**, με τιμή 1 αν ο ερωτώμενος απάντησε πως έχει μορφωτικό επίπεδο λυκείου και 0 αν όχι
 - **Educ3**, με τιμή 1 αν ο ερωτώμενος απάντησε πως έχει μορφωτικό επίπεδο πανεπιστημίου και 0 αν όχι
 - **Educ4**, με τιμή 1 αν ο ερωτώμενος απάντησε πως έχει μορφωτικό επίπεδο διαφορετικό από τα παραπάνω και 0 αν όχι
- και τέλος το επάγγελμα, το οποίο χωρίστηκε σε έξι ξεχωριστές μεταβλητές:
 - **Occu1**, με τιμή 1 αν ο ερωτώμενος ήταν υπάλληλος και 0 αν όχι
 - **Occu2**, με τιμή 1 αν ο ερωτώμενος ήταν ελεύθερος επαγγελματίας και 0 αν όχι
 - **Occu4**, με τιμή 1 αν ο ερωτώμενος ήταν άνεργος και 0 αν όχι
 - **Occu5**, με τιμή 1 αν ο ερωτώμενος ήταν φοιτητής και 0 αν όχι
 - **Occu6**, με τιμή 1 αν ο ερωτώμενος ασχολούταν με οικιακά και 0 αν όχι
 - **Occu7**, με τιμή 1 αν ο ερωτώμενος ήταν συνταξιούχος και 0 αν όχι
 - **Occu8**, με τιμή 1 αν ο ερωτώμενος δεν άνηκε σε καμία από τις παραπάνω κατηγορίες και 0 αν άνηκε

Πρέπει να σημειωθεί ότι στο ερωτηματολόγιο, η ερώτηση του επαγγέλματος περιελάμβανε και το επάγγελμα του εργάτη. Όμως, όπως φάνηκε από τις απαντήσεις των οδηγών, δεν υπήρχαν άτομα που να ανήκουν στην κατηγορία αυτή. Επομένως η κατηγορία αυτή δε συμπεριλήφθηκε στις ανεξάρτητες μεταβλητές. Το γεγονός αυτό, όπως φαίνεται και στην παράγραφο 4.7, δεν επηρεάζει την αντιπροσωπευτικότητα του δείγματος άρα ούτε και την ακρίβεια της ανάλυσης, αφού η κατηγορία αυτή αποτελεί πολύ μικρό ποσοστό του πληθυσμού.

Έτσι, προέκυψε ένα αρχείο με 24 στήλες και 2.565 για κάθε απαντημένο σενάριο.

5.2.2 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ

Με στόχο τη διερεύνηση της πιθανότητας καθενός από τα τρία οδικά δίκτυα να επιλεγεί, ως εξαρτημένη μεταβλητή θεωρήθηκε η *C_choice*, δηλαδή η επιλογή μίας από τις τρεις εναλλακτικές. Η μεταβλητή αυτή είναι διακριτή καθώς είναι δυνατόν να λάβει μόνο 3 τιμές (1, 2, 3).

Για τον λόγο αυτό η ανάλυση έγινε με λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης, και πιο συγκεκριμένα πολωνυμική ανάλυση παλινδρόμησης (multinomial logistic regression), καθώς υπάρχουν πάνω από δύο εναλλακτικές.

Η ανάλυση αρχικά επιλέχθηκε να γίνει με το στατιστικό πρόγραμμα **SPSS**. Τα αποτελέσματα όμως που προέκυπταν για τις συναρτήσεις χρησιμότητας (utility functions) δεν ήταν σύμφωνα με την κοινή λογική. Έγιναν αρκετοί έλεγχοι για τον προσδιορισμό του πιθανού λάθους που είχε οδηγήσει σε αυτά τα αποτελέσματα, όμως δε βρέθηκε κάτι. Πριν αποφασιστεί ότι αυτά θα είναι και τα τελικά μοντέλα με την όποια επιστημονική ερμηνεία τους, κρίθηκε σκόπιμο να γίνει εκ νέου ανάλυση των δεδομένων με το στατιστικό πρόγραμμα **BIOGEME**.

Το BIOGEME θεωρείται το πλέον κατάλληλο λογισμικό για ανάλυση πολωνυμικών λογιστικών προτύπων, το οποίο θεωρεί συνάρτηση χρησιμότητας της μορφής:

$$U_i = ASC_i + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_j x_{ij}$$

όπου ASC_i , με $i=1,2,\dots$ (όσες και οι εναλλακτικές, στην παρούσα έρευνα 3), και $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_j$, με $j=1,2,3,\dots$ (όσες είναι οι ανεξάρτητες μεταβλητές, στην παρούσα έρευνα αρχικά 20), συντελεστές που πρέπει να υπολογιστούν, ενώ $x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ij}$ είναι οι ανεξάρτητες μεταβλητές. Να σημειωθεί ότι οι συντελεστές ASC_i είναι ειδικές σταθερές των εναλλακτικών (alternative specific constants), και δεν προσδιορίζονται όλες.

Για τη λειτουργία του στατιστικού αυτού λογισμικού απαιτείται ο καθορισμός δύο αρχείων, του αρχείου δεδομένων εισόδου (αρχείο DAT) και του αρχείου ελέγχου (αρχείο MOD).

Στο αρχείο εισόδου, που έχει τη μορφή αρχείου DAT, εισάγονται τα στοιχεία της τελικής βάσης δεδομένων, όπως αυτά παρουσιάστηκαν παραπάνω. Η διαδικασία μετατροπής του αρχείου EXCEL σε αρχείο DAT είναι η εξής: αρχικά αντιγράφεται η βάση δεδομένων από το EXCEL σε αρχείο σημειωματάριου, και στη συνέχεια το αρχείο αυτό αποθηκεύεται με το επιθυμητό όνομα, που έχει όμως την κατάληξη «.dat».

Το αρχείο ελέγχου είναι εκείνο στο οποίο περιγράφονται από το χρήστη οι λεπτομέρειες που απαιτεί το μοντέλο. Περιέχει δηλαδή μια σειρά από χρήσιμες πληροφορίες προκειμένου το πρόγραμμα να ολοκληρώσει με επιτυχία τη στατιστική ανάλυση των στοιχείων που περιέχονται στο αρχείο δεδομένων εισόδου.

Το αρχείο αυτό δημιουργείται σε μορφή σημειωματάριου στον υπολογιστή και αποθηκεύεται με την κατάληξη «.mod».

Αυτό το αρχείο αποτελείται από πολλά διαφορετικά τμήματα, τα περισσότερα από τα οποία όμως είναι προαιρετικά. Για την παρούσα έρευνα, υποχρεωτικά ήταν τα ακόλουθα έξι τμήματα:

1. **Τμήμα περιγραφής προτύπου** (section Model Description): εδώ γράφεται ένα κείμενο που να περιγράφει το μοντέλο. Μπορεί να περιέχει πολλές σειρές, κάθε σειρά

όμως πρέπει να ξεκινάει με διπλά εισαγωγικά όπως φαίνεται παρακάτω. Στο τμήμα αυτό, επίσης, δηλώνεται στο BIOGEME 1.7 το όνομα του αρχείου εισόδου που πρέπει να διαβάσει. Συντάσσεται ως εξής:

```
[ModelDescription] " Example of a logit model for a transportation mode choice with
3 alternatives" "- Train" "- Car" "- Swissmetro, an hypothetical high-speed train" "
data file: dat#1.dat "
```

2. **Τμήμα επιλογής** (section Choice): περιγράφει στο BIOGEME 1.7 που μπορεί να βρεθεί η εξαρτημένη μεταβλητή. Συντάσσεται ως εξής:

```
[Choice] C_Choice (το όνομα που δώσαμε στη στήλη των επιλογών στο αρχείο DAT)
```

Πρέπει να σημειωθεί ότι η σύνταξη πρέπει να ταυτίζεται στα δύο αρχεία και ότι το C_Choice με το C_choice διαφέρουν.

3. **Τμήμα Βήτα** (section Beta): το τμήμα αυτό περιγράφει στο BIOGEME 1.7 τη λίστα των συντελεστών που πρέπει να εκτιμήσει. Συντάσσεται ως εξής:

```
[Beta]
```

```
// Name Value LowerBound UpperBound status (0=variable, 1=fixed)
```

```
ASC1 0 -10000 10000 1
```

```
ASC2 0 -10000 10000 0
```

```
ASC3 0 -10000 10000 0
```

```
ASC4 0 -10000 10000 0
```

```
BETA1 0 -10000 10000 0
```

```
BETA2 0 -10000 10000 0
```

Εδώ πρέπει να επισημανθεί ότι κάθε γραμμή που αρχίζει με το σύμβολο «//» αγνοείται από το πρόγραμμα και χρησιμοποιείται για να περιλάβει σχόλια.

Το τμήμα οργανώνεται σε στήλες:

- Η πρώτη στήλη περιέχει τα ονόματα των συντελεστών.
- Η δεύτερη στήλη περιέχει μία προκαθορισμένη τιμή (συνήθως 0).
- Η τρίτη και τέταρτη στήλη περιέχουν κατώτατα και ανώτατα όρια (lower and upper bounds) της τιμής του κάθε συντελεστή. Η χρήση των προκαθορισμένων τιμών -10000 και 10000 είναι κατάλληλη για την πλειοψηφία των περιπτώσεων.
- Η τελευταία στήλη δηλώνει στο πρόγραμμα αν ο συντελεστής πρέπει να εκτιμηθεί (δηλώνεται με την τιμή 0) ή να διατηρηθεί στην προκαθορισμένη του τιμή, δηλαδή το 0, παίρνοντας την τιμή 1. Στο παράδειγμα αυτό, δεν εκτιμώνται όλες οι ειδικές σταθερές των εναλλακτικών. Έτσι, η ASC1

κλειδώνεται στην προκαθορισμένη της τιμή 0 με την τοποθέτηση της τιμής 1 στην τελευταία στήλη.

4. Τμήμα Χρησιμότητας (Section Utilities): Εδώ περιγράφεται ο προσδιορισμός των συναρτήσεων χρησιμότητας. Ο προσδιορισμός κάθε νέας εναλλακτικής πρέπει να ξεκινάει σε καινούργια σειρά, ενώ μπορεί στην πράξη να καταλαμβάνει αρκετές σειρές.

Για κάθε μία από τις συναρτήσεις χρησιμότητας, τέσσερις καταχωρήσεις πρέπει να προσδιορίζονται:

- Το όνομα αναγνώρισης της εναλλακτικής, με τη μορφή αριθμού συνεπή και συμβατού με τον τομέα επιλογής
- Το όνομα της εναλλακτικής
- Η κατάσταση διαθεσιμότητας. Στην περίπτωση αυτή, γίνεται άμεση αναφορά σε μια από τις καταχωρίσεις του αρχείου εισόδου.
- Η γραμμική σε παραμέτρους (linear-in-parameter) συνάρτηση χρησιμότητας συντάσσεται με μία λίστα από όρους, οι οποίοι χωρίζονται με ένα +. Κάθε όρος απαρτίζεται από το όνομα ενός συντελεστή και το όνομα μιας μεταβλητής, τα οποία χωρίζονται από ένα *. Τονίζεται ότι για την σύνταξη των δύο αυτών συμβόλων (+ και *) απαιτείται ένα κενό πριν και ένα κενό μετά.

Έτσι, το τμήμα χρησιμότητας συντάσσεται ως εξής:

[Utilities]

// Id Name Avail linear-in-parameter expression

1 Alt1 av1 ASC1 * one + BETA1 * x11 + BETA2 * x12 +...

2 Alt2 av2 ASC2 * one + BETA1 * x21 + BETA2 * x22 +...

3 Alt3 av3 ASC3 * one + BETA1 * x31 + BETA2 * x32 +...

4 Alt4 av4 ASC4 * one + BETA1 * x41 + BETA2 * x42 +...

5. Τμήμα Εκφράσεων (Section Expressions): περιγράφει στο BIOGEME 1.7 πώς να υπολογίσει τα στοιχεία που δεν είναι άμεσα διαθέσιμα από το αρχείο εισόδου. Σε αυτό το παράδειγμα το μόνο τέτοιο στοιχείο είναι το 'one'. Συντάσσεται ως εξής:

[Expressions]

// Define here arithmetic expressions for name that are not

// directly available from the data one = 1

6. Τμήμα Προτύπου (Section Model): προσδιορίζει στο BIOGEME 1.7 ποιες υποθέσεις πρέπει να γίνουν όσων αφορά στα σφάλματα, δηλαδή ποιος τύπου

προτύπου πρέπει να υπολογιστεί. Για την παρούσα έρευνα είναι το πολυωνυμικό λογαριθμικό μοντέλο (multinomial logit model). Συντάσσεται ως εξής:

[Model]

```
// Currently, only $MNL (multinomial logit),
// $NL (nested logit), $CNL (cross-nested logit) and
// $NGEV (Network GEV model) are valid keywords $MNL
```

Συνεπώς, το αρχείο ελέγχου έχει τη μορφή που φαίνεται στην εικόνα 5.1.

[ModelDescription]

```
"Example of a logit model for a transportation mode choice with 3 alternatives:"
"- Train"
"- Car"
"- Swissmetro, an hypothetical high-speed train"
```

[Choice]

Choice

[Beta]

```
// Name Value LowerBound UpperBound status (0=variable, 1=fixed)
ASC_1 0 -10 10 1
ASC_2 0 -10 10 0
ASC_3 0 -10 10 0
B_x21 0 -10 10 0
B_x22 0 -10 10 0
B_x31 0 -10 10 0
B_x32 0 -10 10 0
B_GenderF 0 -10 10 0
B2_Educ3 0 -10 10 0
B_Occu1 0 -10 10 0
B1_Occu4 0 -10 10 0
B_Age3 0 -10 10 0
B2_IncomeM 0 -10 10 0
```

```
[LaTeX]
ASC_1 "ASC_1"
ASC_2 "ASC_2"
ASC_3 "ASC_3"
B_x21 "B_x21"
B_x22 "B_x22"
B_x31 "B_x31"
B_x32 "B_x32"
B_GenderF "B_GenderF"
B2_Educ3 "B2_Educ3"
B_Occu1 "Occu1"
B1_Occu4 "Occu4"
B_Age3 "Age3"
B2_IncomeM "B2_IncomeM"

[Utilities]
// Id Name Avail linear-in-parameter expression (beta1*x1 + beta2*x2 + ... )
1 A1 AV_1 ASC_1 * one

2 A2 AV_2 ASC_2 * one + B_x21 * x21 + B_x22 * x22 + B_GenderF * GenderF + B_Occu1 * Occu1 + B_Age3 * Age3 + B1_Occu4 * Occu4

3 A3 AV_3 ASC_3 * one + B_x31 * x31 + B_x32 * x32 + B_GenderF * GenderF + B2_Educ3 * Educ3 + B_Occu1 * Occu1 + B2_IncomeM * IncomeM + B_Age3 * Age3

[Expressions]
// Define here arithmetic expressions for name that are not directly
// available from the data
one = 1
```

ΕΙΚΟΝΑ 5.1 Αρχείο ελέγχου Biogeme

Το BIOGEME 1.7 εκτελείται αφού εισαχθεί στη γραμμή εντολών το κείμενο ‘biogeme mymodel sample.dat’, όπου το ‘mymodel’ είναι το όνομα του αρχείου mod και το sample το όνομα του αρχείου dat.

Το επόμενο βήμα είναι η διερεύνηση της συσχέτισης των μεταβλητών. Αυτό που επιδιώκεται είναι η μέγιστη δυνατή συσχέτιση μεταξύ εξαρτημένης και ανεξάρτητων μεταβλητών και μηδενική συσχέτιση μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών. Στις δοκιμές που έγιναν για την παρούσα διπλωματική εργασία, αρχικά απορρίφθηκαν οι μεταβλητές με συσχέτιση πάνω από 0,4. Έτσι όμως προέκυψαν πολλές μεταβλητές για κάθε συνάρτηση χρησιμότητας, οπότε το όριο της συσχέτισης κατέβηκε στο 0,3 και μετά στο 0,25 όπου και κατέληξε. Επομένως, για τα δεδομένα της εργασίας αυτής, θεωρήθηκε ότι τιμές της συσχέτισης πάνω από 0,25 θεωρούνται υψηλές (έχω δηλαδή υψηλή συσχέτιση).

Επόμενο βήμα είναι ο στατιστικός έλεγχος των μοντέλων με σκοπό την επιλογή εκείνου που προσαρμόζεται καλύτερα στα δεδομένα. Το πρόγραμμα αυτό κάνει εύκολο τον στατιστικό έλεγχο μεταξύ των μοντέλων, παρέχοντας ορισμένες πληροφορίες κατά την εξαγωγή των συμπερασμάτων.

Η στατιστική εμπιστοσύνη του μοντέλου αξιολογείται μέσω του ελέγχου Wald, που είναι αντίστοιχος του ελέγχου t-test που γίνεται στην απλή γραμμική και στη λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση. Με τον τρόπο αυτό προσδιορίζεται η στατιστική σημαντικότητα των ανεξάρτητων μεταβλητών. Καθορίζεται δηλαδή ποιες μεταβλητές θα συμπεριληφθούν στο τελικό μοντέλο.

Ο δείκτης Wald ορίζεται από τη σχέση:

$$Wald = \frac{\beta_i}{s.e.}$$

όπου s.e. = τυπικό σφάλμα (standard error).

Από την παραπάνω σχέση παρατηρείται ότι όσο μειώνεται το τυπικό σφάλμα αυξάνεται ο συντελεστής Wald. Για κάθε επίπεδο εμπιστοσύνης ορίζεται μία κρίσιμη τιμή του Wald. Έτσι, για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% και μεγάλο μέγεθος δείγματος, είναι $Wald=1,7$. Οι μεταβλητές των οποίων οι απόλυτες τιμές του Wald είναι μικρότερες από 1,7 δε θα συμπεριλαμβάνονται στην επόμενη δοκιμή για τη διαμόρφωση του μοντέλου.

Σημαντικό ρόλο στην επιλογή των μεταβλητών των μοντέλων της λογιστικής ανάλυσης παλινδρόμησης παίζει η πιθανοφάνεια. Το κριτήριο λόγου πιθανοφάνειας (Likelihood Ratio Test, LRT) εξηγείται αναλυτικά στην παράγραφο 3.8. Υπενθυμίζεται ότι εάν η τιμή του LRT είναι μεγαλύτερη από την τιμή του κριτηρίου χ^2 για p βαθμούς ελευθερίας σε επίπεδο σημαντικότητας 5%, τότε το μοντέλο είναι στατιστικά προτιμότερο από το μοντέλο χωρίς τις μεταβλητές, και γίνεται αποδεκτό. Ο συντελεστής ρ^2 καθορίζει την ποιότητα του μοντέλου και είναι αντίστοιχος του δείκτη R^2 της απλής γραμμικής αλλά και της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης. Αναλυτική περιγραφή του συντελεστή βρίσκεται στην παράγραφο 3.8. Εδώ υπενθυμίζεται ότι η τιμή του ρ^2 κυμαίνεται από 0 έως 1, ενώ όσο πιο κοντά βρίσκεται η τιμή αυτή στη μονάδα τόσο πιο ισχυρή είναι η γραμμική σχέση εξάρτησης των μεταβλητών X και Y . Επίσης, στην πράξη η τιμή αυτή συνήθως δεν ξεπερνά το 0,45.

Τονίζεται ότι πρέπει πάντα να εξετάζεται εάν τα αποτελέσματα του μοντέλου οδηγούν σε λογικά συμπεράσματα και εάν μπορούν να ερμηνευτούν με βάση τις επικρατούσες συνθήκες και αντιλήψεις, όπως έγινε και αρχικά με την περίπτωση του spss, το οποίο και εξαιτίας των «παράλογων» αποτελεσμάτων αντικαταστάθηκε από το biogeme.

5.2.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΕΛΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Προκειμένου να βρεθεί το βέλτιστο μοντέλο που θα είναι στατιστικά αποδεκτό, αλλά και θα ερμηνεύεται λογικά, έγιναν αρκετές **δοκιμές** και δοκιμάστηκαν ποικίλοι συνδυασμοί ανεξάρτητων μεταβλητών. Κάποιες από τις αρχικές μεταβλητές αφαιρέθηκαν, καθώς βρέθηκαν συσχετισμένες με κάποιες άλλες, ενώ στη συνέχεια αφαιρέθηκαν και οι μεταβλητές των οποίων οι τιμές του δείκτη Wald των συντελεστών τους δήλωναν μικρή στατιστική σημαντικότητα.

Παρακάτω παρουσιάζονται οι μαθηματικές σχέσεις που αναπτύχθηκαν για να υπολογίσουν την πιθανότητα να επιλεγεί η κάθε εναλλακτική, του αναβαθμισμένου κατά 20% δικτύου και του αναβαθμισμένου κατά 50% δικτύου. Οι μαθηματικές

αυτές σχέσεις υπολογίζουν τη συνάρτηση χρησιμότητας U ή αλλιώς Utility Function. Επομένως, η πιθανότητα για μία εναλλακτική να επιλεγεί είναι:

$$P = \frac{e^U}{\sum e^U}$$

Από το τελικό μοντέλο προκύπτουν οι ακόλουθες συναρτήσεις:

$$U_{20\%} = 1,36 - 0,002 \cdot x_{21} - 0,037 \cdot x_{22} + 0,937 \cdot \text{GenderF} - 0,036 \cdot \text{Occu1} - 0,523 \cdot \text{Age3} + 0,518 \cdot \text{Occu4} + 0,447 \cdot \text{Occu5}$$

$$U_{50\%} = 1,41 - 0,005 \cdot x_{31} - 0,252 \cdot x_{32} + 0,937 \cdot \text{GenderF} + 0,513 \cdot \text{Educ3} - 0,363 \cdot \text{Occu1} - 0,372 \cdot \text{IncomeM} - 0,523 \cdot \text{Age3} + 0,447 \cdot \text{Occu5}$$

Από τις συναρτήσεις χρησιμότητας για δυο αναβαθμισμένα δίκτυα παρατηρούμε αρχικά ότι η πιθανότητα να επιλεγεί το κάθε δίκτυο εξαρτάται από την **ετήσια εισφορά** που απαιτεί το κάθε δίκτυο, δηλαδή από το x_{21} για το αναβαθμισμένο κατά 20% και x_{31} για το αναβαθμισμένο κατά 50%. Το **αρνητικό πρόσημο** στους συντελεστές x_{21} και x_{31} υποδηλώνει ότι όσο μεγαλώνει η τιμή της ετήσιας εισφοράς που απαιτείται τόσο μειώνεται η πιθανότητα να επιλεγεί το εκάστοτε δίκτυο. Συγκεκριμένα, για μια μονάδα αύξησης της τιμής της ετήσιας εισφοράς, προκύπτει μείωση της τιμής του $U_{20\%}$ κατά 0,002 και της τιμής του $U_{50\%}$ κατά 0,005.

Όμοια παρατηρείται ότι οι παραπάνω πιθανότητες εξαρτώνται από το **χρόνο της διαδρομής** σε κάθε δίκτυο, δηλαδή από το x_{22} για το αναβαθμισμένο κατά 20% και x_{32} για το αναβαθμισμένο κατά 50%. Και αυτοί οι συντελεστές έχουν **αρνητικό πρόσημο**, γεγονός που δείχνει ότι όσο αυξάνεται ο χρόνος της διαδρομής του κάθε δικτύου τόσο μειώνεται η πιθανότητα να επιλεγεί το δίκτυο αυτό. Συγκεκριμένα, για μια μονάδα αύξησης της τιμής του χρόνου διαδρομής, προκύπτει μείωση της τιμής του $U_{20\%}$ κατά 0,037 και της τιμής του $U_{50\%}$ κατά 0,252.

Αυτό ως παρατήρηση όχι μόνο δεν προκαλεί έκπληξη αλλά συμβαδίζει και με τη διεθνή βιβλιογραφία, αφού το κόστος και ο χρόνος διαδρομής αποτελούν βασικά κριτήρια επιλογής μέσου και δικτύου για το επιβατικό κοινό, καθώς επίσης η αύξηση στο κόστος ενός αγαθού ή υπηρεσίας είναι αναμενόμενο να επηρεάσει αρνητικά τη ζήτησή του.

Συγκρίνοντας τις δύο συναρτήσεις μεταξύ τους φαίνεται ότι οι τιμές των συντελεστών της ετήσιας εισφοράς και του χρόνου διαδρομής για το αναβαθμισμένο κατά 20% δίκτυο είναι σαφέστερα **μικρότεροι** από εκείνους για το αναβαθμισμένο κατά 50% δίκτυο, γεγονός που επιβεβαιώνεται από τις τιμές που παίρνουν τα x_{21} , x_{31} , x_{22} , x_{32} στα σενάρια του ερωτηματολογίου.

Πέραν των δύο αυτών μεταβλητών, η συνάρτηση χρησιμότητας του αναβαθμισμένου κατά 20% δικτύου εξαρτάται από το φύλο (GenderF), το επάγγελμα (Occu1, που αφορά το επάγγελμα του υπάλληλου, Occu4 που αφορά τους ανέργους και Occu5, που αφορά τους φοιτητές) και την ηλικία (Age3, που αφορά την ηλικία 35-55 ετών). Ενώ η συνάρτηση χρησιμότητας του αναβαθμισμένου κατά 50% δικτύου δεν εξαρτάται από τους ανέργους, αλλά εξαρτάται επιπλέον από το ετήσιο οικογενειακό εισόδημα (IncomeM, που αφορά το μέσο εισόδημα 10.000 – 25.000 ευρώ). Η επιπλέον αυτή μεταβλητή που επηρεάζει την πιθανότητα επιλογής του αναβαθμισμένου κατά 50% δικτύου είναι απολύτως λογικό να υπάρχει καθώς όπως φαίνεται από τα σενάρια του ερωτηματολογίου οι διάφορες τιμές για τις ετήσιες εισφορές του δικτύου αυτού είναι σαφέστατα μεγαλύτερες από τις εισφορές που απαιτούν τα άλλα δύο δίκτυα. Συνεπώς θα πρέπει κανείς όχι μόνο να μην είναι άνεργος, αλλά να έχει ένα ικανοποιητικό εισόδημα για να μπορεί να καλύψει τα κόστη αυτά.

Εν συνεχεία, εξετάζεται ξεχωριστά η κάθε μια από τις παραπάνω μεταβλητές.

- **Φύλο (GenderF)**

Αποτελεί κοινή μεταβλητή και για τις δύο συναρτήσεις χρησιμότητας. Κατά τη διαδικασία συλλογής των στοιχείων και επεξεργασίας τους όπως παρουσιάζεται στο κεφάλαιο 4, παρατηρήθηκε ότι το 63% των ερωτηθέντων οδηγών είναι άντρες έναντι του 37% που είναι γυναίκες. Για να τρέξει το πρόγραμμα της στατιστικής ανάλυσης των δεδομένων δόθηκαν δύο τιμές για τη μεταβλητή GenderF: η τιμή 1 αν η επιλογή ήταν γυναίκα, και η τιμή 0 αν η επιλογή ήταν άντρας. Και για τις δύο συναρτήσεις, ο συντελεστής της μεταβλητής του φύλου είναι 0,937. Αυτό σημαίνει ότι αν ο ερωτώμενος είναι γυναίκα, τότε η πιθανότητα να επιλεγεί κάποιο από τα αναβαθμισμένα δίκτυα αυξάνεται κατά 0,937, ενώ αν είναι άντρας οι πιθανότητες αυτές δεν επηρεάζονται. Το γεγονός αυτό εξηγείται ενδεχομένως από τη φύση των γυναικών να είναι «υπέρ της ασφαλείας».

- **Επάγγελμα (Occu1, Occu4, Occu5)**

Και αυτή η μεταβλητή είναι κοινή και για τις δύο συναρτήσεις. Η μεταβλητή Occu1 παίρνει τιμή 1 αν η απάντηση στην ερώτηση του επαγγέλματος είναι «υπάλληλος», διαφορετικά παίρνει την τιμή 0. Αντίστοιχα, η μεταβλητή Occu5 παίρνει τιμή 1 αν ο ερωτώμενος είναι φοιτητής, διαφορετικά παίρνει την τιμή 0 και η τιμή Occu4 παίρνει την τιμή 1 αν ο ερωτώμενος είναι άνεργος. Όπως φαίνεται από το κεφάλαιο 4, το 29% του δείγματος αποτελούν οι υπάλληλοι, το 15% οι άνεργοι και το 8% οι φοιτητές. Και για τις δύο συναρτήσεις η μεταβλητή Occu1 έχει συντελεστή -0,363, που σημαίνει ότι αν ο ερωτώμενος είναι υπάλληλος, η πιθανότητα να επιλέξει κάποιο από τα αναβαθμισμένα δίκτυα μειώνεται κατά 0,363. Κοινό συντελεστή 0,447 έχει και η μεταβλητή Occu5 και για τις δύο συναρτήσεις, πράγμα που υποδεικνύει ότι αν ο ερωτώμενος είναι φοιτητής η πιθανότητα να επιλέξει κάποιο από τα αναβαθμισμένα δίκτυα αυξάνεται κατά 0,447. Τέλος, αν ο ερωτώμενος είναι άνεργος, η πιθανότητα να επιλέξει το αναβαθμισμένο κατά 20% δίκτυο

αυξάνεται κατά 0,518 αφού ο συντελεστής της μεταβλητής Occu4 για την $U_{20\%}$ είναι 0,518. Το γεγονός αυτό πιθανώς είναι τυχαίο καθώς δε συνάδει απόλυτα με την οικονομική δεινότητα του χρήστη.

- **Ηλικία (Age3)**

Και στις δύο συναρτήσεις παρατηρείται η μεταβλητή της ηλικίας, και συγκεκριμένα της ηλικιακής τάξης 35-55 ετών η οποία και αποτελεί το 40% του συνόλου των ερωτηθέντων. Όπως και στις προηγούμενες μεταβλητές, για να γίνει η εφαρμογή του προγράμματος στατιστικής ανάλυσης, δόθηκε η τιμή 1 αν ο ερωτώμενος άνηκε στην τάξη 35-55 ετών, και η τιμή 0 αν δεν άνηκε. Με συντελεστή -0,523 για τη μεταβλητή Age3 και στις δύο συναρτήσεις, συμπεραίνεται ότι αν ο ερωτώμενος είναι σε ηλικία 35-55 ετών μειώνεται η πιθανότητα να επιλέξει κάποιο από τα αναβαθμισμένα δίκτυα κατά 0,523 Το γεγονός αυτό συμβαδίζει με τις πιθανότητες επιλογής από υπαλλήλους και από φοιτητές όπως αναφέρθηκε παραπάνω.

- **Ετήσιο εισόδημα (IncomeM)**

Η μεταβλητή του ετήσιου εισοδήματος και συγκεκριμένα του μέσου (10.000 – 25.000 ευρώ) εμφανίζεται μόνο στη συνάρτηση του αναβαθμισμένου κατά 50% δικτύου. Όπως παρουσιάστηκαν και στο κεφάλαιο 4, το 46% του δείγματος άνηκε στο μέσο ετήσιο οικογενειακό εισόδημα, το 34% στο χαμηλό (<10.000 ευρώ) και το 20% στο υψηλό (>25.000ευρώ). Η μεταβλητή του εισοδήματος εμφανίζεται στο αναβαθμισμένο κατά 50% δίκτυο πιθανώς γιατί όπως αναφέρθηκε παραπάνω, οι τιμές των ετήσιων εισφορών που καλούνται να καλύψουν οι οδηγοί για το δίκτυο αυτό είναι αρκετά υψηλές σε σχέση με τα άλλα δύο δίκτυα. Η τιμή του συντελεστή της μεταβλητής αυτής είναι -0,372, πράγμα που σημαίνει ότι εάν κάποιος έχει μέσο ετήσιο εισόδημα, η πιθανότητα να επιλέξει το αναβαθμισμένο κατά 50% δίκτυο μειώνεται κατά 0,372. Το γεγονός αυτό ενδεχομένως οφείλεται στο ύψος του κόστους συντήρησης του αναβαθμισμένου κατά 50% δικτύου που μάλλον είναι υψηλότερο από το μέσο ετήσιο εισόδημα των ερωτηθέντων.

- **Μορφωτικό επίπεδο (Educ3)**

Το μορφωτικό επίπεδο αποτελεί μια ακόμα μη κοινή μεταβλητή μεταξύ των δύο συναρτήσεων. Εμφανίζεται στη συνάρτηση χρησιμότητας του αναβαθμισμένου κατά 50% δικτύου. Στη συνάρτηση η ακριβής μεταβλητή που εμφανίζεται είναι η Educ3, που παίρνει την τιμή 1 για την περίπτωση που ο οδηγός είναι απόφοιτος Πανεπιστημίου και 0 για κάθε άλλη περίπτωση (απόφοιτος Γυμνασίου, Λυκείου ή άλλο). Από την επεξεργασία των στοιχείων του κεφαλαίου 4 φαίνεται ότι το 74% του δείγματος αποτελούν απόφοιτους Πανεπιστημίου. Παρά την πλειονότητά τους στο δείγμα, οι απόφοιτοι Πανεπιστημίου εμφανίζονται μόνο στη συνάρτηση $U_{50\%}$ και

μάλιστα με συντελεστή 0,513 που σημαίνει ότι αν ο οδηγός είναι απόφοιτος Πανεπιστημίου τότε η πιθανότητα να επιλέξει το πλέον αναβαθμισμένο οδικό δίκτυο αυξάνεται κατά 0,513. Το γεγονός αυτό μπορεί να αιτιολογηθεί αφού η ανώτερη εκπαίδευση προσφέρει γνώσεις στο άτομο και οξύνει την κριτική του σκέψη και ικανότητα. Έτσι πλέον ξέρει να ξεχωρίζει το καλό και το ωφέλιμο για την ασφάλειά του (αφού στην προκειμένη περίπτωση μιλάμε για οδικό δίκτυο).

Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι το φύλο (GenderF) έχει θετικό συντελεστή και στις δύο συναρτήσεις. Και τα δύο αναβαθμισμένα δίκτυα προτιμώνται από τις γυναίκες και όχι από τους άντρες διότι ενδεχομένως οι γυναίκες είναι πιο προσεκτικές απ' ότι οι άντρες, όπως φαίνεται αναλυτικά και στο κεφάλαιο 4. Ενδεικτικά παρουσιάζονται σε μορφή πίνακα τα ποσοστά ανά φύλο στην ερώτηση «Πόσο τηρείτε τα όρια ταχύτητας όταν οδηγείτε σε αυτοκινητόδρομο και σε αστική οδό;» :

	Αυτοκινητόδρομος	
	% ανδρών	% γυναικών
καθόλου	8%	2%
λίγο	22%	6%
αρκετά	55%	37%
πολύ	16%	55%
σύνολο	100%	100%

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1 Ποσοστιαία κατανομή ανά φύλο των απαντήσεων στην ερώτηση «Πόσο τηρείτε τα όρια ταχύτητας όταν οδηγείτε σε αυτοκινητόδρομο;»

	αστική οδός	
	% ανδρών	% γυναικών
καθόλου	6%	7%
λίγο	9%	8%
αρκετά	40%	31%
πολύ	45%	54%
σύνολο	100%	100%

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2 Ποσοστιαία κατανομή ανά φύλο των απαντήσεων στην ερώτηση «Πόσο τηρείτε τα όρια ταχύτητας όταν οδηγείτε σε αστική οδό;»

5.2.4 ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Η σχετική επιρροή των μεταβλητών στα μοντέλα που αφορούν την πιθανότητα να επιλεγεί η κάθε εναλλακτική από τα δύο αναβαθμισμένα δίκτυα, υπολογίστηκε με τη **θεωρία της ελαστικότητας** με σχέσεις που αφορούν το λογιστικό μοντέλο παλινδρόμησης.

Κατά προσέγγιση η ελαστικότητα ορίζεται ως «η επί της εκατό μεταβολή της πιθανότητας $P(i)$ που προκαλείται από 1% μεταβολή στο x_{ki} » και είναι αδιάστατο μέγεθος. Πρακτικά δηλαδή με την ελαστικότητα υπολογίζεται η επιρροή που έχουν μικρές αλλαγές των ανεξάρτητων μεταβλητών πάνω στην πιθανότητα επιλογής κάποιας εναλλακτικής. Σημειώνεται ότι πρόκειται για σημειακές ελαστικότητες (point elasticities), που αφορούν σε μικρές μεταβολές των μεταβλητών και υπολογίζονται από την μερική παράγωγο για κάθε παρατήρηση από τη σχέση (Washington et al. 2003):

$$E_{x_{ink}}^{P(i)} = \frac{\partial P_i(n)}{\partial x_{ink}} \frac{x_{ink}}{P_n(i)} = \frac{\partial \ln P_n(i)}{\partial \ln x_{ink}} = \left[1 - \sum_{n=1}^I P_n(i) \right] x_{ink} \beta_k$$

όπου $P(i)$ είναι η πιθανότητα της εναλλακτικής (i) και x_{ink} η τιμή της μεταβλητής (k) για την εναλλακτική (i) του ατόμου (n) και I το πλήθος των εναλλακτικών που περιέχουν τη μεταβλητή x_{ink} . Όπως φαίνεται η παραπάνω σχέση υπολογίζει την ελαστικότητα ξεχωριστά για κάθε εναλλακτική (i). Γενικά υπολογίζεται η συγκεντρωτική ελαστικότητα για το σύνολο του δείγματος ως ο σταθμισμένος μέσος όρος των εξατομικευμένων ελαστικότητων.

Σημειώνεται, ωστόσο, ότι οι παραπάνω σχέσεις δεν είναι δυνατό να εφαρμοστούν σε διακριτές μεταβλητές. Για τον υπολογισμό της ελαστικότητας των μεταβλητών αυτών χρησιμοποιείται η έννοια της **ψευδοελαστικότητας** (pseudoeelasticity) (Shankar & Mannering, 1996; Chang & Mannering, 1999), η οποία περιγράφει τη μεταβολή στην τιμή της πιθανότητας επιλογής κατά τη μετάβαση από τη μία διακριτή τιμή της μεταβλητής στην άλλη. Στην παρούσα διπλωματική όπως έχει αναφερθεί προηγουμένως, οι μεταβλητές που χρησιμοποιούνται είναι διακριτές και παίρνουν τις τιμές 0 και 1, είναι επομένως διττές. Για τις διττές διακριτές μεταβλητές, η ψευδοελαστικότητα υπολογίζεται από τη σχέση (Ulfarsson & Mannering, 2004):

$$E_{x_{ink}}^{P(i)} = e^{\beta_{ik}} \frac{\sum_{t=1}^I e^{\beta'_t x_n}}{\sum_{i=1}^I e^{\Delta(\beta'_i x_n)}}$$

όπου i είναι το πλήθος των πιθανών επιλογών, $\Delta(\beta'_i x_n)$ είναι η τιμή της συνάρτησης που καθορίζει την κάθε επιλογή αφού η τιμή της x_{nk} έχει μεταβληθεί από 0 σε 1, ενώ $\beta'_i x_n$ είναι η αντίστοιχη τιμή όταν η x_{nk} έχει την τιμή 0, και β_{ik} είναι η τιμή της παραμέτρου της μεταβλητής x_{nk} .

Εφόσον η παραπάνω σχέση αφορά κάθε άτομο (n) ξεχωριστά, η σχετική ελαστικότητα αφορά την ευαισθησία του συγκεκριμένου ατόμου στην αλλαγή της μεταβλητής και επομένως πρόκειται για εξατομικευμένη ελαστικότητα (disaggregate elasticity). Για τον υπολογισμό της συγκεντρωτικής ελαστικότητας (aggregate elasticity), από την οποία προκύπτει η ευαισθησία του συνόλου του δείγματος στην εξεταζόμενη μεταβολή, ως προς την αντίστοιχη συνολική μεταβολή της πιθανότητας επιλογής μιας εναλλακτικής, εφαρμόζεται η σχέση (Ben-Akiva & Lerman, 1985):

$$E_{x_{ik}}^{P(i)} = \frac{\sum_{n=1}^N P_n(i) E_{x_{ink}}^{P_n(i)}}{\sum_{n=1}^N P_n(i)}$$

Επομένως, η συγκεντρωτική ελαστικότητα του δείγματος στη συγκεκριμένη μεταβολή υπολογίζεται ως ο σταθμισμένος μέσος όρος των εξατομικευμένων ελαστικοτήτων με βάση τις αντίστοιχες πιθανότητες επιλογής.

Το είδος και το μέγεθος της επιρροής της κάθε συνεχούς ανεξάρτητης μεταβλητής στην εξαρτημένη παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα.

συνεχείς μεταβλητές	αναβαθμισμένο δίκτυο 20%			αναβαθμισμένο δίκτυο 50%		
	βi	wald	σχετική επιρροή	βi	wald	σχετική επιρροή
			Ei			ei
χρόνος	-0,037	-3,592	2,147	-0,252	-18,394	1,449
ετήσια εισφορά	-0,002	-1,673	5,507	-0,005	-12,693	9,134

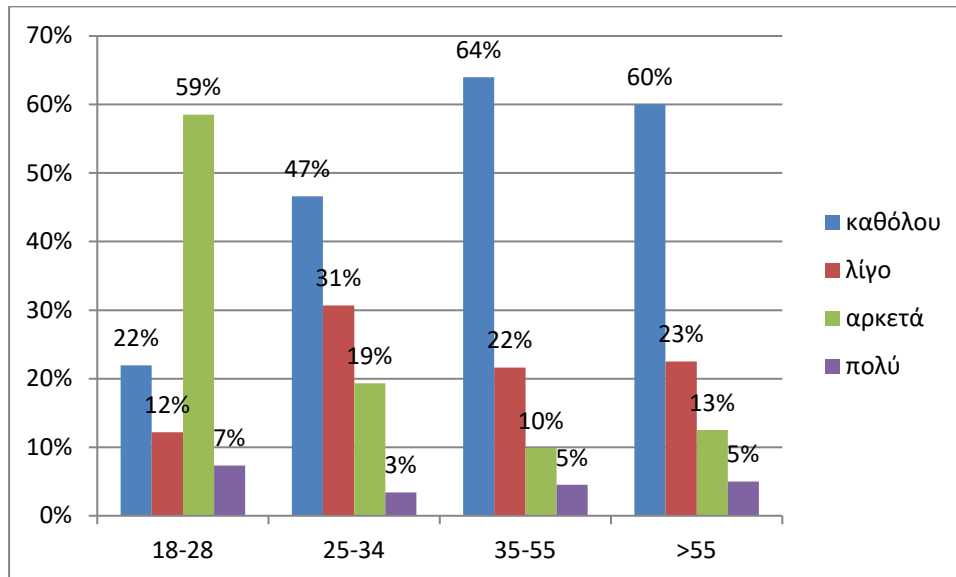
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3 Επιρροή συνεχών ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι για το αναβαθμισμένο κατά 20% δίκτυο, η ετήσια εισφορά είναι σχεδόν δύομιση φορές που σημαντική από το χρόνο διαδρομής ενώ για το αναβαθμισμένο κατά 50% είναι πέντε φορές πιο σημαντική.

5.2.5 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ

Στην υποπαράγραφο αυτή παρουσιάζονται κάποια διαγράμματα ευαισθησίας τα οποία σχεδιάστηκαν για την καλύτερη κατανόηση της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών σε κάθε μία από τις δύο εξαρτημένες (αναβαθμισμένα δίκτυα με μείωση πιθανότητας ατυχήματος κατά 20% και κατά 50%). Συγκεκριμένα στα διαγράμματα που ακολουθούν φαίνεται η επιρροή της μεταβλητής του φύλλου (GenderF).

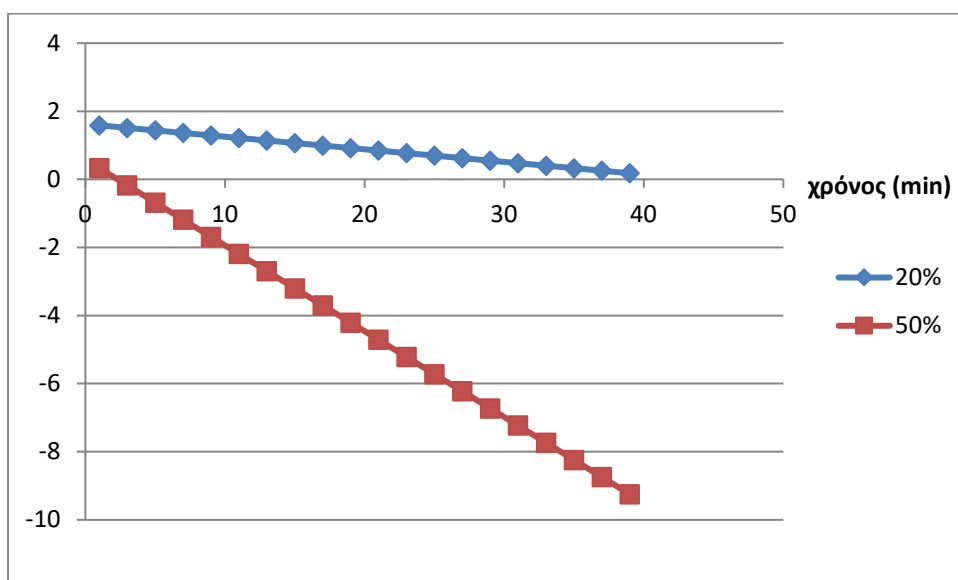
Υπενθυμίζεται εδώ ότι το δείγμα μας αποτελείται στην πλειοψηφία από άτομα ηλικίας 35-55 ετών, ηλικιακή κατηγορία που φαίνεται να είναι η λιγότερο πρόθυμη να πληρώσει το αντίστοιχο χρηματικό αντίτιμο για την αναβάθμιση του οδικού δικτύου σε σχέση με τις υπόλοιπες όπως δείχνει το διάγραμμα 4.24 αλλά και όπως δείχνει το τελικό μαθηματικό μοντέλο με το αρνητικό πρόσημο. Επομένως τα επόμενα διαγράμματα ευαισθησίας αφορούν αυτή την ηλικιακή κατηγορία.



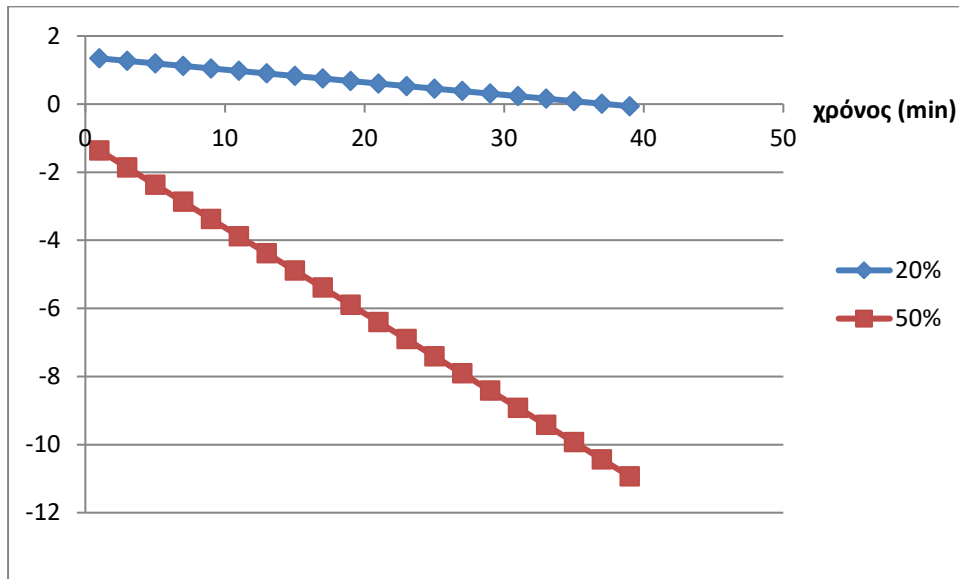
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.24 Κατανομή ανά ηλικία της προθυμίας πληρωμής ετήσιας εισφοράς

Τονίζεται ακόμα ότι οι απαντήσεις που λήφθηκαν κατά τη διάρκεια της έρευνας αντιστοιχούν σε υποθετικά σενάρια, γεγονός που σημαίνει ότι είναι πιθανό να μην ταυτίζονται με τις επιλογές των ατόμων σε πραγματικές συνθήκες.

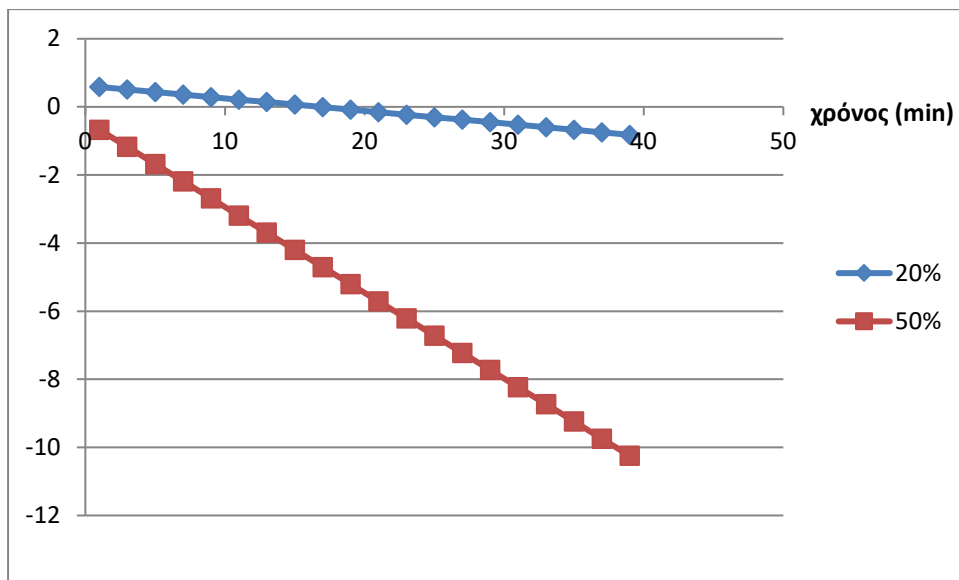
Τα παρακάτω διαγράμματα πιθανοτήτων έχουν δημιουργηθεί με ανάλογες τιμές κόστους (δηλαδή χαμηλό και υψηλό κόστος, ανάλογα με το εύρος τιμών της κάθε εναλλακτικής).



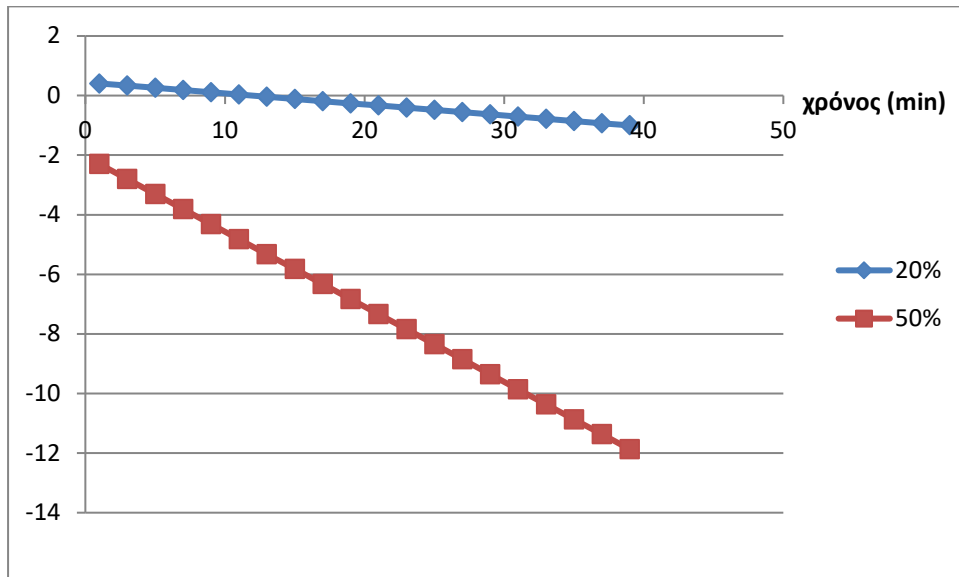
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.1 Μεταβολή με το χρόνο της πιθανότητας επιλογής του κάθε αναβαθμισμένου οδικού δικτύου, για γυναίκες ηλικίας 35-55 και χαμηλό κόστος.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.2 Μεταβολή με το χρόνο της πιθανότητας επιλογής του κάθε αναβαθμισμένου οδικού δικτύου, για γυναίκες ηλικίας 35-55 και υψηλό κόστος.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.3 Μεταβολή με το χρόνο της πιθανότητας επιλογής του κάθε αναβαθμισμένου οδικού δικτύου, για άνδρες ηλικίας 35-55 και χαμηλό κόστος.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.4 Μεταβολή με το χρόνο της πιθανότητας επιλογής του κάθε αναβαθμισμένου οδικού δικτύου, για άνδρες ηλικίας 35-55 και υψηλό κόστος.

Από τα παραπάνω διαγράμματα παρατηρούμε ότι και για τα δύο δίκτυα, η **πιθανότητα επιλογής** τους είτε από άνδρες είτε από γυναίκες, για υψηλό και χαμηλό κόστος συντήρησης, **μειώνεται όταν ο χρόνος της διαδρομής αυξάνεται**. Συγκεκριμένα για το αναβαθμισμένο οδικό δίκτυο με μειωμένη πιθανότητα ατυχήματος κατά 50%, η μείωση αυτή είναι πολύ πιο απότομη σε σχέση με το άλλο δίκτυο. Αυτό ενδεχομένως εξηγείται επειδή ο κόσμος μπορεί πιο εύκολα να δεχτεί ένα πιο μικρό αντίτιμο ως ετήσια εισφορά από ένα μεγαλύτερο.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1 ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτέλεσε η **διερεύνηση των αντιλήψεων των οδηγών της Μεσσηνίας απέναντι στην οδική ασφάλεια**. Πιο συγκεκριμένα, αναλύθηκαν οι παράγοντες που επηρεάζουν τους οδηγούς για την επιλογή ενός οδικού δικτύου στην περιοχή της Μεσσηνίας και εξετάστηκε πως επηρεάζεται η επιλογή ανάμεσα στο υφιστάμενο οδικό δίκτυο και δύο αναβαθμισμένα, καθένα εκ των οποίων προσφέρει μείωση της υπάρχουσας πιθανότητας οδικού ατυχήματος κατά 20% και 50% αντίστοιχα.

Για τον σκοπό αυτό αναζητήθηκε βιβλιογραφία σχετική με το αντικείμενο της έρευνας τόσο σε εγχώριο όσο και σε διεθνές επίπεδο. Ταυτόχρονα, αποφασίστηκε η αξιοποίηση των στοιχείων που συλλέχθηκαν μέσω ερωτηματολογίου από μία προηγούμενη σχετική έρευνα. Το ερωτηματολόγιο αυτό βασίστηκε στη μέθοδο της δεδηλωμένης προτίμησης, όπου οι ερωτηθέντες έπρεπε να επιλέξουν μεταξύ δύο εναλλακτικών σεναρίων αναβάθμισης ασφάλειας της οδικής υποδομής.

Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση των απαντηθέντων ερωτημάτων, κατά την οποία αναπτύχθηκαν δύο μοντέλα λογιστικής παλινδρόμησης, ένα για κάθε εναλλακτικό δίκτυο (πέραν του υφιστάμενου). Αρχικά η ανάλυση πραγματοποιήθηκε για έναν αυξημένο αριθμό ανεξάρτητων μεταβλητών με σκοπό να αποσαφηνιστούν οι μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις και να βρεθούν εκείνες που τελικά επηρεάζουν τις εξαρτημένες, τα δύο αναβαθμισμένα δίκτυα. Η τελική επιλογή των μοντέλων έγινε μετά από αρκετές δοκιμές συνδυασμών ανεξάρτητων και εξαρτημένων μεταβλητών, όπως αναλύθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρατίθενται τα αποτελέσματα των τελικών μοντέλων.

ανεξάρτητες μεταβλητές	αναβαθμισμένο δίκτυο 20%			αναβαθμισμένο δίκτυο 50%		
	βι	wald	σχετική επιρροή	βι	wald	σχετική επιρροή
			ει			ει
διακριτές μεταβλητές						
φύλο	0,937	10,240		0,937	10,240	
ηλικία	-0,523	-5,127		-0,523	-5,127	
επάγγελμα 1 (υπάλληλος)	-0,363	-3,330		-0,363	-3,330	
επάγγελμα 4 (ελ. επαγγελματίας)	0,518	3,924				
επάγγελμα 5 (φοιτητής)	0,447	2,598		0,447	2,599	
εκπαίδευση 3 (αποφ. πανεπιστημίου)				0,513	3,563	
εισόδημα M (μέσο)				0,372	2,929	
συνεχείς μεταβλητές						
χρόνος	-0,037	-3,592	2,147	-0,252	-18,394	1,449
ετήσια εισφορά	-0,002	-1,673	5,507	-0,005	-12,693	9,134
Σταθερές						
	1,36			1,41		

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.1 Συγκεντρωτικός πίνακας τελικών τιμών

6.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα διάφορα στάδια εκπόνησης της διπλωματικής αυτής εργασίας, προέκυψαν αποτελέσματα άμεσα συνδεδεμένα με τον κύριο στόχο που τέθηκε αρχικά. Αναλύοντας τα αποτελέσματα της εφαρμογής των μαθηματικών μοντέλων προκύπτουν συμπεράσματα όπως:

9. Η πιθανότητα επιλογής ενός αναβαθμισμένου οδικού δικτύου επηρεάζεται από τα δύο κύρια χαρακτηριστικά του, το **χρόνο της διαδρομής και το ύψος της ετήσιας εισφοράς** που απαιτείται για τη δημιουργία και τη συντήρησή του.
10. Η επιλογή ενός αναβαθμισμένου οδικού δικτύου επηρεάζεται και από τα **χαρακτηριστικά του χρήστη** του δικτύου, όπως είναι η ηλικία, το φύλο και το επάγγελμα.

Τα δύο αυτά συμπεράσματα συμφωνούν και με τη διεθνή βιβλιογραφία.

11. Και οι δύο συναρτήσεις χρησιμότητας που αναπτύχθηκαν δείχνουν ότι ο χρόνος της διαδρομής των δύο αναβαθμισμένων δικτύων έχει αρνητικό πρόσημο. Αυτό σημαίνει ότι **όσο αυξάνεται ο χρόνος της διαδρομής τόσο μειώνεται η πιθανότητα επιλογής του εκάστοτε οδικού δικτύου**. Φαίνεται επομένως ότι ισχυρό «δέλεαρ» για την επιλογή οδικού δικτύου αποτελεί ο ελάχιστος χρόνος διαδρομής.
12. Όμοια, και στα δύο μαθηματικά μοντέλα που αναπτύχθηκαν αρνητικό πρόσημο έχει η ετήσια εισφορά, που σημαίνει ότι **όσο αυξάνεται το ύψος της ετήσιας εισφοράς που καλούνται να πληρώσουν οι οδηγοί** (δηλαδή όσο αυξάνεται το κόστος) **τόσο μειώνεται η πιθανότητα επιλογής του δικτύου**. Η επιρροή αυτή εξηγείται ενδεχομένως από το νόμο της ζήτησης σύμφωνα με τον οποίο η ζήτηση ενός αγαθού ή μιας υπηρεσίας μειώνεται με την αύξηση του κόστους του.
13. Η αυξημένη πιθανότητα επιλογής ενός αναβαθμισμένου δικτύου από **γυναίκες** ενδεχομένως μπορεί να εξηγηθεί από το γεγονός ότι οι γυναίκες είναι περισσότερο ευαίσθητοποιημένες για την οδική ασφάλεια..
14. Οι οδηγοί **ηλικίας 35 έως 55** φαίνεται να μην προτιμούν κάποιο αναβαθμισμένο οδικό δίκτυο έναντι του υφιστάμενου αφού ο συντελεστής της ηλικίας αυτής έχει αρνητικό πρόσημο. Ενδεχομένως το γεγονός αυτό να εξηγείται από τη συνήθεια και την εξοικείωση που έχουν αποκτήσει τα άτομα αυτά με το ήδη υπάρχον οδικό δίκτυο, κάνοντάς τα να πιστεύουν ότι δεν είναι και τόσο σημαντικό να αναβαθμιστεί το δίκτυο αφού θεωρούν ότι γνωρίζουν πως να συμπεριφερθούν οδηγικά μέσα σε αυτό.
15. Απόφοιτοι πανεπιστημίου φαίνεται να είναι πρόθυμοι να πληρώσουν το χρηματικό αντίτιμο προκειμένου να οδηγούν σε ένα πολύ πιο ασφαλές οδικό δίκτυο, γεγονός που δικαιολογείται ενδεχομένως από το **επίπεδο της μόρφωσης** που οι άνθρωποι αυτοί κατέχουν.
16. Η μέθοδος της Λογιστικής Παλινδρόμησης είναι κατάλληλη για την ανάλυση έρευνας με τη μέθοδο της δεδηλωμένης προτίμησης. Τα τελικά **μαθηματικά μοντέλα**, τα οποία αναπτύχθηκαν με τη χρήση της μεθόδου αυτής, θεωρούνται γενικά αξιόπιστα, αφού είχαν καλή προσαρμογή στα δεδομένα. Η μέθοδος αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε άλλες αντίστοιχες διερευνήσεις, μετά από τις απαραίτητες προσαρμογές.

6.3 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Με βάση τα συμπεράσματα που προέκυψαν από τη σύνθεση των αποτελεσμάτων, είναι δυνατό να διατυπωθούν προτάσεις για τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας όπως οι παρακάτω.

- Τα οδικά δίκτυα στη Μεσσηνία αλλά και σε ολόκληρη τη χώρα θα πρέπει να ελέγχονται ανά τακτά χρονικά διαστήματα ως προς την ικανότητά τους να εξυπηρετούν με ασφάλεια το μεταφερόμενο κοινό.
- Σε περίπτωση που κρίνεται απαραίτητο οφείλεται να αναβαθμιστεί το υφιστάμενο δίκτυο προκειμένου να μειωθούν οι πιθανότητες ατυχημάτων.
- Οι όποιες εργασίες γίνουν για την αναβάθμιση και τη συντήρηση των οδικών δικτύων θα πρέπει να γίνονται με γνώμονα την ασφάλεια και την εξυπηρέτηση των μετακινούμενων. Αφού από τα μοντέλα προέκυψε ότι το κοινό δεν είναι διαθέσιμο να πληρώσει υψηλό αντίτιμο, θα πρέπει να μειωθεί το κόστος συντήρησης και αναβάθμισης των οδών. Πράγμα που σημαίνει ότι το κόστος για τις εργασίες αυτές θα πρέπει να είναι μεν το ελάχιστο δυνατό χωρίς να υπονομεύεται δε η ασφάλεια της οδού.

6.4 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας μελετήθηκαν η επιρροή του χρόνου διαδρομής και του κόστους, καθώς και διαφόρων δημογραφικών χαρακτηριστικών των ερωτώμενων στην επιλογή ενός αναβαθμισμένου οδικού δικτύου με μειωμένη πιθανότητα ατυχήματος. Αλλάζοντας τις τιμές του χρόνου διαδρομής και κυρίως του κόστους στα σενάρια δεδηλωμένης προτίμησης αναμένονται επιπλέον αποτελέσματα, άρα μια τέτοια διερεύνηση θα παρουσίαζε αρκετό ενδιαφέρον.

Έντονο ενδιαφέρον θα είχε η επέκταση της έρευνας πέραν της Μεσσηνίας και η διεξαγωγή της ίδιας έρευνας και ανάλυσης σε άλλες περιοχές της Πελοποννήσου καθώς και σε άλλες πόλεις και νομούς της χώρας. Με τον τρόπο αυτό θα διερευνηθούν οι παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή κάποιου αναβαθμισμένου οδικού δικτύου σε άλλες περιοχές με διαφορετικά υπάρχοντα οδικά δίκτυα και διαφορετικά δημογραφικά χαρακτηριστικά. Έτσι θα μπορέσουν να γίνουν συγκρίσεις και να ελεγχθεί αν οι παράγοντες που η παρούσα έρευνα ανέδειξε ως σημαντικούς για την επιλογή κάποιου αναβαθμισμένου δικτύου έχουν την ίδια βαρύτητα ανεξαρτήτως νομού.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Mohamed Mouloud Haddak, Estimating the willingness-to-pay for road safety improvement, Paper presented at the sixth Transport Research Arena, Warsaw, Poland, 2016
2. Tifanny Istamto, Danny Houthuijs, Erik Lebet, Willingness to pay to avoid health risks from road-traffic-related air pollution and noise across five countries, Paper presented at the science journal “Science of the total environment”
3. Tselentis D., Theofilatos A., Yannis G., Konstantinopoulos M., “Public opinion on Usage-Based Motor Insurance Schemes: a stated preference approach”. *Travel Behaviour and Society*, Vol. 11, April 2018, pp. 111-118
4. Tselentis D., Folla K., Vittoratos N., Yannis G., Golias J., “Investigation of the correlation between stated and revealed driving behaviour using data collected from on-board diagnostics (OBD) devices”, *Proceedings of the 15th World Conference on Transport Research (WCTR)*, Mumbai, India, 26-31 May 2019
5. Axhausen K., Beyerle A., Schumacher H., Choosing the Type of Parking: A Stated Preference Approach, Paper presented at the UTSG – conference, London, 1988.
6. Basu D., Hunt D., Valuing of attributes influencing the attractiveness of suburban train service in Mumbai city: a stated preference approach, *Transport Research Part A*, Elsevier Ltd, 2012.
7. Bates, J., “Econometrics Issues in SP Analysis”, *Journal of Transport Economics and Policy*, January 1988.
8. Ben-Akiva M., Lerman S. R., *Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand*, The MIT Press, 1994.
9. Ben-Akiva M., *Discrete Choice Analysis: Predicting Demand and Market Shares*, The MIT Press, 2007.
10. Bolduc D., *Discrete Panel Data; Estimation with Stated Preferences Surveys*, Département d’ économie Université Laval, EPFL, 2007.
11. Devarasetty P., Burriss M., Shaw D., The value of travel time and reliability – evidence from a stated preference survey and actual usage, *Transport Research Part A*, Elsevier Ltd, 2012.
12. Fearnley N., Flugel S., Ramjerdi F., Passengers’ valuations of universal design measures in public transport, *Research in Transport Business & Management*, Elsevier Ltd, 2011.
13. Feo M., Espino R., Garcia L., A stated preference analysis of Spanish freight forwarders modal choice on the south-west Europe Motorway of the Sea, *Transport Policy*, Elsevier Ltd, 2010.
14. Fowkes A., Wardman M., The logit model and the consequences of interpersonal taste variations, Paper presented at UTSG annual conference, Birmingham, 1985.
15. Gauthier A., Hughes C., Kost C., etc., *The Bike-share Planning Guide*, ITDP, 2013.

16. Green P., Srinivasan V., Conjoint analysis in consumer research: Issues and outlook, *Journal of consumer research*, Vol. 5, pp 103 – 212, 1978.
17. Golias J., Yannis G., Harvatis M., Off-Street Parking Choice Sensitivity, *Transportation Planning and Technol.*, Vol.25, pp.333-348, Taylor & Francis Ltd, 2002.
18. Hensher D., King J., Parking demand and responsiveness to supply, pricing and location in the Sydney central business district, *Transport Research Part A*, Elsevier Science Ltd, 2001.
19. Iraguen P., Ortuzar J., Willingness-to-pay for reducing fatal accident risk in urban areas: an Internet-based Web page stated preference survey, *Accident Analysis & prevention*, Elsevier Ltd, 2003.
20. ITF-OECD Working Group on Cycling Safety, *Cycling, Health and Safety*, International Transport Forum, OECD, 2013.
21. Jappinen S., Toivonen T., Salonen M., Modeling the potential effect of shared bicycles on public transport travel times in Greater Helsinki: An open data approach, *Applied geography*, Elsevier Ltd, 2013.
22. Jeffrey J., Μέθοδοι Προβλέψεων για Οικονομικές – Επιχειρηματικές Αποφάσεις, εκδόσεις GUTENBERG, 1987.
23. Kroes E., Sheldon R., Stated Preference Methods: An Introduction, *Journal of Transport, Economics and Policy*, 1988.
24. Kroes E., Sheldon R., Beswick M., Stated preference microsimulation models from qualitative inputs to estimate market shares in intercity travel., *Proceeding of the 1986 ESOMAR congress*, Monte Carlo, 1986.
25. Lin J., Yang T., Strategic design of public bicycle sharing systems with service level constraints, *transport Research Part E*, Elsevier Ltd, 2010.
26. Lin J., Yang T., Chang Y., A hub location inventory model for bicycle sharing system design: Formulation and solution, *Computers & Industrial Engineering*, Elsevier Ltd, 2011.
27. Lin L., Pioche A., Stander P., Estimating sales volume potential for innovative products with case histories, *Proceeding of the 1986 ESOMAR congress*, Monte Carlo, 1986.
28. Liu Z., Jia X., Cheng W., Solving the last mile problem: Ensure the success of Public Bicycle sharing System in Beijing, *8th International Conference on Traffic and Transport Studies*, Procedia, Elsevier Ltd, China, 2012.
29. Rizzi L., Ortuzar J., Stated preference in the valuation of interurban road safety, *Accident Analysis & prevention*, Elsevier Ltd, 2002.
30. Romero J., Ibeas A., Moura J., Benavente J., Alonso B., A simulation-optimisation approach to design efficient systems of Bike-sharing, *15th meeting of the EURO Working Group on transportation*, Procedia, Elsevier Ltd, 2012
31. Sheldom J., Steer J., The use of conjoint analysis in transport research, Paper presented to the 1982 PTRC Summer Annual Meeting, Warwick, 1982.
32. Tanriverdi C., Shakibaei S., Tezcan O., A stated preference study on individuals' transportation decisions, focused on Marmay Project in Istanbul,

- 15th meeting of the EURO Working Group on Transportation, Elsevier Ltd, 2012.
33. Tsamboulas D., Parking fare thresholds: a policy tool, Transport policy, Elsevier Ltd, 2001.
 34. Αγγελούση Κ., Κανελοπούλου Α., Προσδιορισμός του ανθρώπινου κόστους οδικών ατυχημάτων & ευαισθησίας των οδηγών απέναντι στην πιθανότητα ατυχήματος, διπλωματική εργασία στον Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής του Ε.Μ.Π., 2002
 35. Τσολάκη Δ., Ανάλυση προτιμήσεων για τη χρήση συστήματος κοινόχρηστων ποδηλάτων στην Αθήνα, διπλωματική εργασία στον Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής του Ε.Μ.Π., 2014
 36. Παπαγεωργίου Γ., Βελτιστοποίηση αναβάθμισης και συντήρησης οδικού δικτύου μέσω αξιολόγησης λειτουργικών και γεωμετρικών χαρακτηριστικών, διδακτορική διατριβή στο τμήμα Πολιτικών Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, 2010
 37. <http://www.rosee-project.eu>