



ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΟΥ ΤΗΛΕΦΩΝΟΥ ΣΤΗΝ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ



ΚΑΡΕΚΛΑ ΞΕΝΙΑ ΚΑΙ ΚΟΝΤΟΔΗΜΑ ΕΥΦΡΟΣΥΝΗ

Επιβλέπων: Γιώργος Δ. Γιαννής, Επίκουρος Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Απρίλιος 2008

Στους γονείς και τα αδέρφια μας

Ευχαριστούμε θερμά τον κ. Γ. Γιαννή, Επίκουρο Καθηγητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ, για την ανάθεση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας και την εξαιρετική καθοδήγησή του σε όλα τα στάδια εκπόνησής της.

Σημαντική βοήθεια στη διαμόρφωση του θεωρητικού υποβάθρου της Εργασίας αποτέλεσαν τα μαθήματα στατιστικής ανάλυσης που παρέδωσε ο κ. Μ. Καρλαύτης, Επίκουρος Καθηγητής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ.

Πολύτιμες και καθοριστικές, για τα αποτελέσματα της ανάλυσης, αποδείχθηκαν και οι παρατηρήσεις του κ. Ι. Κ. Γκόλια, Καθηγητή της σχολής πολιτικών μηχανικών ΕΜΠ, και τον ευχαριστούμε για αυτές.

Εξίσου θερμά θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε την Ε. Παπαδημητρίου για τις παρατηρήσεις και τις συμβουλές της, που αποδείχθηκαν εξαιρετικά χρήσιμες τόσο για την επεξεργασία, όσο και για την ανάλυση των στοιχείων.

Εγκάρδιες ευχαριστίες θα θέλαμε να αποδώσουμε στους συμφοιτητές μας και σε όλους όσους δέχτηκαν να συμμετάσχουν στην πειραματική διαδικασία, καθώς χωρίς τη συμβολή τους δε θα ήταν εφικτή η υλοποίηση της έρευνας αυτής.

Τέλος, ευχαριστούμε τις οικογένειές μας για την ηθική στήριξη που μας προσέφεραν κατά το διάστημα εκπόνησης της Διπλωματικής Εργασίας και σε όλη τη διάρκεια της φοίτησής μας στο ΕΜΠ.

Αθήνα, Απρίλιος 2008

Ξένια Καρεκλά και Ευφροσύνη Κοντοδήμα

Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΟΥ ΤΗΛΕΦΩΝΟΥ ΣΤΗΝ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ

Ξένια Καρεκλά και Ευφροσύνη Κοντοδήμα

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Επίκουρος Καθηγητής ΕΜΠ

ΣΥΝΟΨΗ

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία στοχεύει στη διερεύνηση της επιρροής της χρήσης του κινητού τηλεφώνου στην ταχύτητα κυκλοφορίας. Για την επίτευξη του στόχου αυτού, πραγματοποιήθηκε πειραματική διαδικασία σε πραγματικές οδικές συνθήκες. Με χρήση των μεθόδων της γραμμικής και της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης διερευνάται η επιρροή της χρήσης κινητού τηλεφώνου και ορισμένων άλλων παραμέτρων στην εξεταζόμενη μεταβλητή. Οι παράμετροι αυτές σχετίζονται με τους χρονικούς διαχωρισμούς των οχημάτων και χαρακτηριστικά του οδηγού, όπως το φύλο και η ετήσια διανυόμενη απόσταση. Τα μαθηματικά πρότυπα που αναπτύχθηκαν, αφορούν στη μέση ταχύτητα της συνολικής διαδρομής, στη μέση ταχύτητα της ελεύθερης και της διακοπτόμενης ροής. Από την εφαρμογή των προτύπων προκύπτει ότι η χρήση κινητού τηλεφώνου οδηγεί σε στατιστικά σημαντική μείωση της ταχύτητας κυκλοφορίας. Επιπλέον, άνδρες και γυναίκες οδηγοί μειώνουν την ταχύτητα κατά το ίδιο ποσοστό, στην περίπτωση που χρησιμοποιούν το κινητό τηλέφωνο.

Λέξεις-Κλειδιά: κινητό τηλέφωνο, οδική ασφάλεια, οδήγηση, ταχύτητα, χρονικοί διαχωρισμοί, γραμμική- μη γραμμική παλινδρόμηση.

THE IMPACT OF MOBILE PHONE USE TO TRAFFIC SPEED

Xenia Karekla and Efrosini Kontodima

Supervisor: George Yannis, Assistant Professor NTUA

ABSTRACT

This Diploma Thesis aims to investigate the impact of mobile phone use to traffic speed. In order to achieve this objective, an experimental process in real road conditions was carried out. Linear and lognormal regression methods were used to investigate the influence of mobile phone use and certain other parameters in the variable examined. These parameters concern the vehicle headways and certain driver characteristics, like gender and annual mileage driven. The mathematic models were developed, concerning the total mean speed, the mean speed of free and interrupted flow. From the models application it appears that the mobile phone use leads to statistically significant decrease of traffic speed. Furthermore, men and women drivers reduce the traffic speed similarly when they are using mobile phone.

Key Words: cell phone, mobile phone, road safety, driving, speed, headways, regression.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εκπόνηση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποσκοπεί στην **επιρροή της χρήσης του κινητού τηλεφώνου, κατά την οδήγηση, στην ταχύτητα κυκλοφορίας**. Για τον λόγο αυτό, συσχετίστηκε η χρήση του κινητού με την ταχύτητα κυκλοφορίας, σε συνδυασμό και με ορισμένα χαρακτηριστικά των οδηγών, όπως είναι η ηλικία, το φύλο, η απόσταση που διανύουν ετησίως και η οδηγική τους εμπειρία.

Αφού καθορίστηκε το θέμα και ο στόχος της Εργασίας, αναζητήθηκαν, κυρίως μέσω του διαδικτύου και του ακαδημαϊκού δικτύου του ΕΜΠ, έρευνες με αντικείμενο συναφές με την επιρροή του κινητού τηλεφώνου στην οδήγηση. Από τη διαδικασία **της βιβλιογραφικής ανασκόπησης**, προέκυψε πλήθος ερευνών που θεωρήθηκαν χρήσιμες τόσο για τον τρόπο μελέτης του αντικειμένου, όσο και για τη μεθοδολογία που εφαρμόστηκε κατά τη στατιστική ανάλυση.

Από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση καθορίστηκαν και τα απαραίτητα **προς συλλογή στοιχεία**. Αυτά διακρίθηκαν σε δηλωθέντα και παρατηρηθέντα. Τα δηλωθέντα στοιχεία συλλέχθηκαν από ερωτηματολόγια, που αφορούσαν στα χαρακτηριστικά των οδηγών, ενώ τα παρατηρηθέντα στοιχεία προέκυψαν από βιντεοσκόπηση της πειραματικής διαδικασίας, που πραγματοποιήθηκε σε συνθήκες πραγματικής οδήγησης. Ακολούθησε η επεξεργασία των στοιχείων, από τα οποία προέκυψε η μέση ταχύτητα διαδρομής και οι χρονικοί διαχωρισμοί, παράμετροι που καταγράφηκαν σε ειδικά έντυπα που συντάχθηκαν για τον σκοπό αυτό.

Τη διαδικασία αυτή, ακολούθησε η **δημιουργία μιας βάσης δεδομένων**, που υπέστη αρκετές τροποποιήσεις έως τη διαμόρφωση της τελικής βάσης δεδομένων, που χρησιμοποιήθηκε στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης. Στη συνέχεια, αναπτύχθηκαν γραφήματα κατανομής συχνοτήτων των συνεχών μεταβλητών, προκειμένου να επιλεγεί η καταλληλότερη μέθοδος ανάλυσης.

Για τη **στατιστική επεξεργασία των στοιχείων** και κατ' επέκταση την ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων, επιχειρήθηκε, αρχικά, η χρήση της μεθόδου της γραμμικής παλινδρόμησης, η οποία όμως δεν οδήγησε σε αξιόπιστα αποτελέσματα. Προκειμένου για την ανάπτυξη καταλληλότερων μοντέλων, επιλέχθηκε η εφαρμογή της μεθόδου της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης.

Από τη στατιστική ανάλυση προέκυψαν **τα τελικά μαθηματικά μοντέλα** που αποτυπώνουν τη συσχέτιση μεταξύ των εξεταζόμενων μεταβλητών και των παραγόντων που τις επηρεάζουν. Τα μοντέλα που αναπτύχθηκαν, εξετάζουν ως εξαρτημένες μεταβλητές την ταχύτητα της συνολικής διαδρομής, της ελεύθερης και της διακοπτόμενης ροής. Ως ανεξάρτητες μεταβλητές των μοντέλων των ταχυτήτων, ορίστηκαν η χρήση κινητού τηλεφώνου, το φύλο, η ετήσια διανυόμενη απόσταση και οι μέσοι χρονικοί διαχωρισμοί.

Η επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών κάθε μοντέλου στην αντίστοιχη εξαρτημένη μεταβλητή προσδιορίστηκε μέσω της σχετικής επιρροής, της οποίας ο υπολογισμός βασίστηκε στη θεωρία της ελαστικότητας.

Στον πίνακα που ακολουθεί, παρουσιάζεται η επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών στις μέσες ταχύτητες συνολικής, ελεύθερης και διακοπτόμενης διαδρομής. Ο πίνακας αυτός περιλαμβάνει τις τιμές των συντελεστών β_i και τις τιμές της σχετικής επιρροής e_i και e_i^* των ανεξάρτητων μεταβλητών των μοντέλων.

Αποτελέσματα μαθηματικών μοντέλων

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Μέση ταχύτητα συνολικής διαδρομής (Vt)			Μέση ταχύτητα ελεύθερης ροής (Vf)			Μέση ταχύτητα διακοπτόμενης ροής (Vd)		
	βi	Σχετική επιρροή		βi	Σχετική επιρροή		βi	Σχετική επιρροή	
		e _i	e _i [*]		e _i	e _i [*]		e _i	e _i [*]
Χρήση κινητού	-0,047	0,0017	2,46	-0,049	0,017	3,12	-0,063	0,023	1,97
Φύλο	-0,032	0,007	1,00	-0,028	0,005	1,00	-0,050	0,012	1,00
Οδηγική εμπειρία	/	/	/	+0,030	0,010	1,79	/	/	/
Ετήσια διανυόμενη απόσταση	+0,020	0,008	1,12	+0,032	0,012	2,15	/	/	/
Μέσοι χρονικοί διαχωρισμοί	-0,033	0,069	10,33	-0,023	0,047	8,81	-0,026	0,059	5,08

Από τον ανωτέρω πίνακα, προκύπτει το είδος και το μέγεθος της επιρροής που έχει κάθε ανεξάρτητη μεταβλητή στην εξαρτημένη. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης οδήγησαν σε μια σειρά συμπερασμάτων, που σχετίζονται με το βαθμό της επιρροής της χρήσης κινητού και των άλλων παραμέτρων στην οδήγηση.

Η πρωτοτυπία της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, σε σχέση με παρεμφερείς διεθνείς έρευνες, έγκειται στο ότι βασίστηκε σε **πείραμα που πραγματοποιήθηκε σε πραγματικές οδικές συνθήκες**. Η συντριπτική πλειοψηφία των ερευνών, που εντοπίστηκαν από τη διεθνή βιβλιογραφία, προσεγγίζει το ζήτημα της χρήσης κινητού, κατά την οδήγηση, είτε με τη βοήθεια προσομοιωτών οδήγησης, είτε μέσω ερευνών ερωτηματολογίων.

Η μέθοδος της παρατήρησης επέτρεψε τη μελέτη της πραγματικής συμπεριφοράς των οδηγών και επομένως μπορεί να θεωρηθεί ότι οδήγησε σε αξιόπιστα αποτελέσματα.

Κατάλληλη μέθοδος, για τέτοιου τύπου στατιστική επεξεργασία, κρίθηκε η **λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση**. Η ανάλυση των στοιχείων με την εν λόγω μέθοδο οδήγησε στην ανάπτυξη τριών αξιόπιστων μαθηματικών

μοντέλων συσχέτισης της μέσης ταχύτητας με τη χρήση κινητού τηλεφώνου, τους χρονικούς διαχωρισμούς και τις άλλες παραμέτρους που επηρεάζουν την οδήγηση.

Από τα μοντέλα που αναπτύχθηκαν συνάγεται ότι, η χρήση κινητού τηλεφώνου, κατά την οδήγηση, επιφέρει **μείωση στην ταχύτητα κυκλοφορίας**. Επιπρόσθετα, φαίνεται ότι και οι τρεις ταχύτητες επηρεάζονται κατά τον ίδιο τρόπο από τις ανεξάρτητες μεταβλητές «χρήση κινητού», «φύλο» και «μέση τιμή των χρονικών διαχωρισμών», όπως προκύπτει από τα πρόσημα των συντελεστών των μοντέλων.

Όσον αφορά στο **φύλο**, φαίνεται ότι τόσο οι άντρες οδηγοί, όσο και οι γυναίκες παρουσιάζουν την ίδια ποσοστιαία μείωση της ταχύτητας στην περίπτωση της χρήσης κινητού τηλεφώνου σε σχέση με τη μη χρήση, ανεξάρτητα από την ετήσια διανυόμενη απόσταση.

Παρατηρείται, επιπρόσθετα ότι η μείωση της ταχύτητας κυκλοφορίας, εξαιτίας της χρήσης κινητού, συνεπάγεται μείωση **της κυκλοφοριακής ικανότητας**, καθώς μικρότερος αριθμός οχημάτων περνά από τη διατομή μιας οδού κατά τη διάρκεια μιας δεδομένης χρονικής περιόδου.

1. Πέραν των επιπτώσεων στην κυκλοφορία, η χρήση κινητού τηλεφώνου επηρεάζει και την **οδική ασφάλεια**. Η μείωση της ταχύτητας κυκλοφορίας, επιφέρει ενδεχομένως θετικές επιπτώσεις στην οδική ασφάλεια. Διατηρώντας μία μειωμένη ή εντός των επιτρεπτών ορίων ταχύτητα κυκλοφορίας, οι οδηγοί έχουν περισσότερο χρόνο για να αντιδράσουν σε ένα ξαφνικό συμβάν.

Τέλος, παρατίθεται μία σειρά προτάσεων, που αποτελούν απόρροια των αποτελεσμάτων της έρευνας και προσδοκείται να συμβάλουν τόσο στη βελτίωση της διαχείρισης της κυκλοφορίας, όσο και στην αύξηση του επιπέδου οδικής ασφάλειας.

- Συχνή και αυστηρή αστυνόμευση της χρήσης κινητού κατά την οδήγηση
- Τοποθέτηση πινακίδων και άλλων διατάξεων κατά μήκος των οδών, ώστε να υπενθυμίζεται στους οδηγούς ότι θα πρέπει να διατηρούν την απαιτούμενη απόσταση ασφαλείας από το προπορευόμενο όχημα.
- Εφαρμογή μέτρων απαγόρευσης της χρήσης συσκευής χειρός κατά την οδήγηση και προτροπή των οδηγών για χρήση κινητού τηλεφώνου είτε με ακουστικό ασύρματης επικοινωνίας, είτε με ανοικτή ακρόαση.
- Βελτίωση της συμπεριφοράς των οδηγών με στόχο τη διατήρηση ελεγχόμενης ταχύτητας κυκλοφορίας, μέσα από ειδικές ενημερωτικές εκστρατείες.
- Ενημέρωση των πολιτών για θέματα που αφορούν στην οδική ασφάλεια και στη διαχείριση της κυκλοφορίας, σε συνάρτηση με την χρήση κινητού τηλεφώνου, προκειμένου να γίνει ευρέως αντιληπτός ο κίνδυνος που προκαλεί η χρήση κινητού κατά την οδήγηση.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	9
1.1 ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	9
1.2 ΣΤΟΧΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	12
1.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	13
1.4 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	16
2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	19
2.1 ΓΕΝΙΚΑ	19
2.2 ΣΧΕΣΗ ΧΡΗΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΚΑΙ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΩΣ ΣΥΝΕΠΕΙΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ	19
2.2.1 Κινητό τηλέφωνο και οι επιπτώσεις της χρήσης του στην οδηγική συμπεριφορά	20
2.2.2 Η διάρκεια της κλήσης και οι επιπτώσεις στην ταχύτητα και την απόσταση ασφαλείας	23
2.2.3 Τα διαφορετικά οδικά περιβάλλοντα και η επιρροή τους στην ταχύτητα και στο χρόνο αντίδρασης	25
2.2.4 Η οδική συμπεριφορά συναρτήσκει της καμπυλότητας της οδού	27
2.2.5 Η ηλικία ως παράγων επιρροής της οδικής συμπεριφοράς	28
2.2.6 Χρήση κινητού σε συνδυασμό με την επήρεια αλκοόλ-Επιπτώσεις	32
2.3 ΣΧΕΣΗ ΧΡΗΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΚΑΙ ΟΔΙΚΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΩΣ ΣΥΝΕΠΕΙΑ ΕΡΕΥΝΩΝ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΩΝ	34
2.3.1 Κινητά τηλέφωνα και ο κίνδυνος οδικών ατυχημάτων	34
2.3.2 Κινητά τηλέφωνα και έκθεση σε κίνδυνο	36
2.4 ΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ	43

3. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ	45
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	45
3.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΤΗΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ	45
3.3 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ- ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ	48
3.4 ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ	49
3.5 ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ	49
3.5.1 Γραμμική Παλινδρόμηση	49
3.5.2 Λογαριθμοκανονική Παλινδρόμηση	52
3.5.3 Εκτίμηση των παραμέτρων	52
3.6 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΠΡΟΤΥΠΟΥ	53
3.7 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΕΙΔΙΚΟΥ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ	57
4. ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	59
4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	59
4.2 ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ	60
4.2.1 Διαδικασία πειράματος	60
4.2.1.1 Στόχος	60
4.2.1.2 Συμμετέχοντες	61
4.2.1.3 Διαδρομή	61
4.2.1.4 Οδικά περιβάλλοντα	61
4.2.1.5 Εφαρμογή του πειράματος	64
4.2.1.6 Παρατηρηθείσες μεταβλητές	68
4.3 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	71
4.3.1 Εισαγωγή των στοιχείων σε βάση δεδομένων	71
4.3.2 Εισαγωγή των δεδομένων στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης	79

5. ΕΓΓΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ- ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	85
5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	85
5.2 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	86
5.2.1 Δεδομένα εισόδου- Καθορισμός μεταβλητών	86
5.2.2 Περιγραφική στατιστική	87
5.2.3 Συσχέτιση των μεταβλητών	89
5.2.4 Επιλογή της μεθόδου παλινδρόμησης	92
5.2.4.1 Γραμμική παλινδρόμηση	93
5.2.4.2 Λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση	97
5.2.5 Διόρθωση του σφάλματος των ταχυτήτων	105
5.2.6 Περιγραφή των αποτελεσμάτων	110
5.2.6.1 Ταχύτητες	110
5.2.6.2 Χρονικοί Διαχωρισμοί	121
5.2.7 Σχετική επιρροή μεταβλητών	122
5.2.8 Ανάλυση ευαισθησίας	125
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	132
6.1 ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	132
6.2 ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	134
6.3 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	137
6.4 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ	139
7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	141
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	147

ΠΙΝΑΚΕΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1:	Κρίσιμες τιμές του συντελεστή t	55
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1:	Απόσπασμα πίνακα με τα στοιχεία των ερωτηματολογίων	74
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2:	Απόσπασμα πίνακα με τις παρατηρηθείσες μεταβλητές	75
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3:	Απόσπασμα τελικού πίνακα	76
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4:	Κατανομή συμμετεχόντων ανά κατηγορία	79
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1:	Κατηγορίες διακριτών μεταβλητών	87
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2:	Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών	88
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3:	Συγκεντρωτικός πίνακας κατανομής των διακριτών μεταβλητών	89
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4:	Συσχέτιση μεταξύ συνεχών μεταβλητών	90
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.5:	Συσχέτιση μεταξύ διακριτών μεταβλητών	91
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.6:	Δοκιμές με εφαρμογή της γραμμικής παλινδρόμησης	96
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.7:	Δοκιμές με εφαρμογή της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης	98
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.8:	Απόσπασμα του νέου πίνακα χωρίς τους χρονικούς διαχωρισμούς	100
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.9:	Δοκιμές μετά τη βελτίωση της αξιοπιστίας του δείγματος	103-104
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.10:	Απόσπασμα πίνακα με τις διορθωμένες ταχύτητες και τις μέσες, μέγιστες και ελάχιστες τιμές των χρονικών διαχωρισμών	107
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.11:	Δοκιμές που εξετάζουν τη μέση ταχύτητα της συνολικής, της ελεύθερης και της διακοπτόμενης ροής	108
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.12:	Δοκιμές που εξετάζουν τη μέση, τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή των χρονικών διαχωρισμών	109
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.13:	Σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών σε καθένα από τα τρία μοντέλα τω ταχυτήτων	123
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.1:	Συγκεντρωτικός πίνακας της σχετικής επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στα τρία μοντέλα των ταχυτήτων	133

ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ

ΓΡΑΦΗΜΑ 1.2:	Διάγραμμα ροής των σταδίων εκπόνησης της Διπλωματικής Εργασίας	15
ΓΡΑΦΗΜΑ 2.1:	Ποσοστό μείωσης φρεναρίσματος κατά την οδήγηση σε καθένα από τα τρία σενάρια της έρευνας	33
ΓΡΑΦΗΜΑ 2.2:	Ταχύτητα εξεταζόμενου οχήματος κατά την οδήγηση σε καθένα από τα τρία σενάρια της έρευνας	33
ΓΡΑΦΗΜΑ 2.3:	Απόσταση ασφαλείας του εξεταζόμενου οχήματος από το προπορευόμενο σε καθένα από τα τρία σενάρια της έρευνας	33
ΓΡΑΦΗΜΑ 3.1:	Ευθεία ελαχίστων τετραγώνων	53
ΓΡΑΦΗΜΑ 4.1:	Κατανομή της ηλικίας	77
ΓΡΑΦΗΜΑ 4.2:	Κατανομή του φύλου	77
ΓΡΑΦΗΜΑ 4.3:	Κατανομή της οδηγικής εμπειρίας	78
ΓΡΑΦΗΜΑ 4.4:	Κατανομή της ετήσιας διανυόμενης απόστασης	78
ΓΡΑΦΗΜΑ 5.1:	Κατανομή συχνοτήτων της παρατηρηθείσας μέσης ταχύτητας της συνολικής διαδρομής	92
ΓΡΑΦΗΜΑ 5.2:	Κατανομή συχνοτήτων των παρατηρηθέντων χρονικών διαχωρισμών	93
ΓΡΑΦΗΜΑ 5.3:	Κατανομή του σφάλματος της μέσης ταχύτητας της συνολικής διαδρομής	114
ΓΡΑΦΗΜΑ 5.4:	Συσχέτιση και διασπορά των σφαλμάτων της μέσης ταχύτητας της συνολικής διαδρομής	114
ΓΡΑΦΗΜΑ 5.5:	Κατανομή των σφαλμάτων της μέσης ταχύτητας της ελεύθερης και της διακοπτόμενης ροής	119
ΓΡΑΦΗΜΑ 5.6:	Συσχέτιση και διασπορά των σφαλμάτων της μέσης ταχύτητας της ελεύθερης και της διακοπτόμενης ροής	120

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΓΡΑΦΗΜΑ 5.7: Διαγράμματα ευαισθησίας για το μοντέλο της μέσης ταχύτητας της συνολικής διαδρομής για τις περιπτώσεις οδήγησης με και χωρίς χρήση κινητού τηλεφώνου	127
ΓΡΑΦΗΜΑ 5.8: Διαγράμματα ευαισθησίας για το μοντέλο της μέσης ταχύτητας της ελεύθερης ροής για τις περιπτώσεις οδήγησης με και χωρίς χρήση κινητού τηλεφώνου	128-129
ΓΡΑΦΗΜΑ 5.9: Διαγράμματα ευαισθησίας για το μοντέλο της μέσης ταχύτητας της διακοπτόμενης ροής για τις περιπτώσεις οδήγησης με και χωρίς χρήση κινητού τηλεφώνου	130
<u>ΧΑΡΤΕΣ</u>	
ΧΑΡΤΗΣ 4.1: Απεικόνιση της διαδρομής του πειράματος	63
<u>ΕΙΚΟΝΕΣ</u>	
ΕΙΚΟΝΑ 4.1: Εισαγωγή των στοιχείων στο πεδίο δεδομένων	81
ΕΙΚΟΝΑ 4.2: Καθορισμός των μεταβλητών στο πεδίο μεταβλητών	81
ΕΙΚΟΝΑ 4.3: Παραγωγή περιγραφικών συναρτήσεων	82
ΕΙΚΟΝΑ 4.4: Επιλογή των περιγραφικών συναρτήσεων της μέσης τιμής, της τυπικής απόκλισης, του μέγιστου και του ελάχιστου	82
ΕΙΚΟΝΑ 4.5: Διαδικασία συσχέτισης των μεταβλητών	83
ΕΙΚΟΝΑ 4.6: Ανάλυση με γραμμική παλινδρόμηση	83
ΕΙΚΟΝΑ 4.7: Ορισμός εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών	84

ΕΝΤΥΠΑ

ΕΝΤΥΠΟ 4.1:	Ερωτηματολόγιο πριν τη διαδικασία του πειράματος	64-66
ΕΝΤΥΠΟ 4.2:	Ερωτηματολόγιο μετά τη διαδικασία του πειράματος	67
ΕΝΤΥΠΟ 4.3:	Καταγραφή παρατηρηθείσων μεταβλητών κατά τη διαδρομή χωρίς χρήση κινητού	69
ΕΝΤΥΠΟ 4.4:	Καταγραφή παρατηρηθείσων μεταβλητών κατά τη διαδρομή με χρήση κινητού	70

1.1 ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Η οδήγηση συνιστά μια σύνθετη διαδικασία που αποτελεί αντικείμενο πολλών ερευνών παγκοσμίως. Οι έρευνες αυτές αποσκοπούν στη διερεύνηση της επιρροής διαφόρων παραμέτρων, όπως είναι τα χαρακτηριστικά του οδηγού, της οδού και του οχήματος, στην οδήγηση. Έχει αποδειχθεί ότι, ιδιαίτερο ρόλο παίζουν χαρακτηριστικά που αφορούν στη συμπεριφορά του οδηγού. Μερικά από αυτά είναι η ακατάλληλη ταχύτητα, η επήρεια αλκοόλ, η επιθετική οδήγηση και η κόπωση. Οι ανωτέρω παράγοντες καθορίζουν όχι μόνο την οδηγική συμπεριφορά, αλλά και το επίπεδο ασφάλειας της οδήγησης.

Στους παράγοντες επιρροής της οδήγησης προσφάτως προστέθηκε και η **χρήση κινητού τηλεφώνου**. Η χρήση κινητού, κατά τη διάρκεια της οδήγησης, έχει απασχολήσει, ως ζήτημα οδικής ασφάλειας, και έχει προσελκύσει το ενδιαφέρον αρκετών επιστημονικών ερευνών. Το γεγονός αυτό, αποδίδεται στη ραγδαία αύξηση της χρήσης κινητών, καθώς και στις αντικειμενικές, μεθοδολογικές και κοινωνικές δεσμεύσεις που καθορίζουν τη βελτίωση ή μη των σχέσεων μεταξύ της χρήσης κινητού και της οδικής ασφάλειας (NHTSA, 1997).

Η **οδική ασφάλεια** αποτελεί έναν τομέα που απασχολεί έντονα τα ανεπτυγμένα κράτη και αυτό διότι τα τροχαία ατυχήματα εξακολουθούν να αποτελούν τη συχνότερη αιτία θανάτου παιδιών, εφήβων και ενηλίκων νεαρής ηλικίας. Είναι σαφές ότι ο αριθμός των θανάτων και των τραυματισμών εξαιτίας των οδικών ατυχημάτων έχει λάβει διαστάσεις κοινωνικού προβλήματος στη σύγχρονη εποχή και χρήζει επομένως άμεσης και συστηματικής αντιμετώπισης.

Η συνεχώς αυξανόμενη χρήση του κινητού τηλεφώνου, από όλο και μεγαλύτερη ομάδα οδηγών, από τη μία, και ο αριθμός των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων που εξακολουθεί να είναι ανησυχητικά υψηλός, από

την άλλη, ώθησε πολλά από τα κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, άλλα και του υπόλοιπου κόσμου σε μια προσπάθεια διερεύνησης της ύπαρξης συσχέτισης μεταξύ των δύο φαινομένων.

Στο πλαίσιο αυτό, καταβλήθηκαν προσπάθειες από πολλά Πανεπιστήμια και ερευνητικά ινστιτούτα του εξωτερικού, προκειμένου να διερευνηθεί **η επιρροή του κινητού τηλεφώνου στην κυκλοφορία και την οδική ασφάλεια**. Επιστήμονες διαφόρων ειδικοτήτων, κυρίως συγκοινωνιολόγοι και ψυχολόγοι, πραγματοποίησαν έρευνες ερωτηματολογίων καθώς και έρευνες βασισμένες σε πειραματικές διαδικασίες κυρίως σε προσομοιωμένο, παρά σε πραγματικό περιβάλλον.

Η ουσία της αντιπαράθεσης γύρω από τη χρήση κινητού έγκειται στη σύγκριση μεταξύ των πλεονεκτημάτων του, ως μέσο εξασφάλισης της επικοινωνίας, και των μειονεκτημάτων του, που αφορούν στη μεταβολή της συμπεριφοράς του οδηγού. Δεν είναι λοιπόν λίγες οι έρευνες που ενοχοποιούν τη χρήση κινητού για αύξηση του κινδύνου πρόκλησης ατυχήματος, εξαιτίας της απόσπασης της προσοχής του οδηγού (Laberge-Nadeau et al, 2003).

Σύμφωνα με έρευνα που δημοσιεύτηκε στην εφημερίδα New England Journal of Medicine (2002) **ο κίνδυνος σύγκρουσης** είναι τέσσερις φορές μεγαλύτερος όταν γίνεται χρήση κινητού κατά την οδήγηση. Οι Redelmeier και Tibshirani (2004), σε μια μελέτη μεταξύ κλήσεων κινητού τηλεφώνου και συγκρούσεων οχημάτων, υπολόγισαν, και αυτοί, ότι ο κίνδυνος σύγκρουσης είναι τετραπλάσιος τόσο κατά τη διάρκεια που ο οδηγός χρησιμοποιούσε το κινητό του τηλέφωνο όσο και κατά την περίοδο αμέσως μετά το πέρας της κλήσης. Οι Wilson et al. σε μια έρευνα 3.869 οδηγών αναφέρουν ότι, οι οδηγοί που χρησιμοποιούσαν κινητό είχαν μεγαλύτερο κίνδυνο να προκαλέσουν ατύχημα από σφάλμα τους σε σχέση με τους μη χρήστες, αν και η διαφορά αυτή δεν ήταν στατιστικά σημαντική για τους άνδρες οδηγούς.

Συγκεντρωτικά και βάσει της αντίληψης της έμφυτης περιορισμένης ικανότητας της ανθρώπινης συγκέντρωσης (Kahneman, 1973), τα αποτελέσματα που απορρέουν από την πλειονότητα των προσομοιωμένων ερευνών φανερώνουν ότι η τηλεφωνική επικοινωνία απαιτεί συγκέντρωση και συνεπώς **δυσχεραίνει τις αποφάσεις οδήγησης** (Mcknight, 1993).

Την ίδια στιγμή, σε αντίθεση με τα όσα προαναφέρθηκαν, αναδείχθηκαν και κάποια στοιχεία που φέρνουν σε μια πιο πλεονεκτική θέση τη χρήση κινητού, εν ώρα οδήγησης. Σύμφωνα με αυτά, οι οδηγοί παρουσιάζουν αυξημένη πιθανότητα υιοθέτησης συγκεκριμένων στρατηγικών, με στόχο να αντισταθμίσουν τη μείωση των πνευματικών δυνατοτήτων, που επιφέρει η τηλεφωνική συνομιλία. Ως **προσπάθειες αντιστάθμισης** των αυξημένων απαιτήσεων που προκαλεί η χρήση του κινητού, αναφέρονται, μεταξύ άλλων, η μείωση της ταχύτητας και η αύξηση της απόστασης ασφαλείας.

Παρά το γεγονός ότι, το μέγεθος της απόσπασης της προσοχής του οδηγού εξαιτίας του κινητού και οι προϋποθέσεις, υπό τις οποίες αυτή μπορεί να οδηγήσει σε ατύχημα, δεν είναι πλήρως εξακριβωμένα, πολλά κράτη της Ευρώπης έχουν θέσει περιοριστικά ή ακόμα και **απαγορευτικά μέτρα** στη χρήση κινητού κατά την οδήγηση. Σε ορισμένες πολιτείες των Η.Π.Α. έχει απαγορευθεί ολοκληρωτικά η χρήση των κινητών κατά τη διάρκεια της οδήγησης. Στη χώρα μας, σύμφωνα με τον νέο κώδικα οδικής κυκλοφορίας (άρθρο 13, παράγραφος 2), η εν κινήσει χρήση κινητού τηλεφώνου επιτρέπεται μόνο όταν αυτό είναι τοποθετημένο σε ειδική θέση για ανοιχτή ακρόαση ή όταν χρησιμοποιείται με ακουστικό ασύρματης επικοινωνίας. Σε ορισμένα άλλα κράτη, όπως η Σιγκαπούρη, επιτρέπεται η χρήση κινητού μόνο με σύστημα ακουστικών και μικροφώνου (Handsfree).

Ωστόσο, οι συνήγοροι της ολικής απαγόρευσης της χρήσης κινητών τηλεφώνων κατά την διάρκεια της οδήγησης, θεωρούν ότι ακόμα και η χρήση συσκευής με σύστημα ακουστικών και μικροφώνου δεν είναι ακίνδυνη. Σύμφωνα με τις έρευνες που εστιάζουν στη διαφορά μεταξύ χρήσης συσκευής χειρός και συσκευής με σύστημα ακουστικών και μικροφώνου, δε διαφαίνεται

κανένα συγκριτικό πλεονέκτημα ασφάλειας της δεύτερης συσκευής έναντι της πρώτης. Τον Ιούλιο του 2002, ερευνητές από το Πανεπιστήμιο U.S. Carnegie και Mellon ανακοίνωσαν ότι η συμμετοχή σε μια συνομιλία εμποδίζει τον εγκέφαλο από την επεξεργασία πολύπλοκων οπτικών ερεθισμάτων, όπως αυτά που δέχεται κάποιος όταν οδηγεί. Όπως λοιπόν αντιλαμβάνεται κανείς, η χρήση του συστήματος ακουστικών και μικροφώνου από τους οδηγούς, δεν αποτελεί πανάκεια.

Συνοψίζοντας, φαίνεται ότι, **τα αποτελέσματα** των μέχρι σήμερα προσπαθειών παρέχουν ικανοποιητική προσέγγιση του εν λόγω ζητήματος, χωρίς όμως να είναι σε θέση να προσδιορίσουν με ακρίβεια τον βαθμό, στον οποίο η χρήση κινητού μειώνει την ασφάλεια. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι περισσότερες από τις έρευνες, που εστιάζουν στην επιρροή της χρήσης κινητού τηλεφώνου στην οδήγηση, πραγματοποιήθηκαν με τη βοήθεια προσομοιωτών ή ερωτηματολογίων. Ελάχιστες έρευνες διενεργήθηκαν σε πραγματικές οδικές συνθήκες, ώστε να καταστεί δυνατή η ρεαλιστική αποτύπωση της επιρροής. Επισημαίνεται, επιπλέον, ότι καμία συναφής έρευνα δε φαίνεται να έχει πραγματοποιηθεί στη χώρα μας, παρά τα υψηλά επίπεδα επικινδυνότητας της οδήγησης που παρουσιάζονται. Για την αντιμετώπιση των ανωτέρω ελλείψεων, αποφασίστηκε να διερευνηθεί και στην Ελλάδα η επιρροή της χρήσης κινητού στην ταχύτητα και στους χρονικούς διαχωρισμούς, σε πραγματικές οδικές συνθήκες.

1.2 ΣΤΟΧΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σύμφωνα με τα όσα προαναφέρθηκαν στο προηγούμενο υποκεφάλαιο, στόχο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί **η διερεύνηση της επιρροής της χρήσης κινητού τηλεφώνου στην ταχύτητα κυκλοφορίας, αλλά και στους χρονικούς διαχωρισμούς των οχημάτων**. Συγκεκριμένα, θα εξεταστεί ο βαθμός, στον οποίο η χρήση κινητού τηλεφώνου σε συνδυασμό με ορισμένα χαρακτηριστικά του οδηγού, όπως η ηλικία, το φύλο, η εμπειρία οδήγησης, συμβάλλουν στη μεταβολή της ταχύτητας διαδρομής και των χρονικών διαχωρισμών.

Προκειμένου για την ποσοτικοποίηση της επιρροής αυτής, απαιτείται η **εφαρμογή κατάλληλων μεθόδων ανάλυσης** των δεδομένων. Οι μέθοδοι, που θα χρησιμοποιηθούν, είναι η γραμμική παλινδρόμηση (linear regression) και η λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση (lognormal regression). Επομένως, επιμέρους στόχο της Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου για την ανάπτυξη ενός μαθηματικού μοντέλου, που θα αποτυπώνει επαρκώς τη σχέση μεταξύ εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών. Τα μοντέλα που θα αναπτυχθούν, μέσα από τη διαδικασία της ανάλυσης, θα περιγράφουν τη μεταβολή της ταχύτητας και των χρονικών διαχωρισμών, ως συνέπεια της χρήσης κινητού και άλλων παραγόντων.

Εκτιμάται ότι, τα αποτελέσματα που θα προκύψουν, με το τέλος της Διπλωματικής Εργασίας, θα επιτρέψουν την κατανόηση του βαθμού και του τρόπου με τον οποίο η χρήση κινητού, σε συνδυασμό με χαρακτηριστικά του οδηγού, επηρεάζει την ταχύτητα κυκλοφορίας και τους χρονικούς διαχωρισμούς μεταξύ των οχημάτων.

1.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στο εδάφιο αυτό περιγράφεται συνοπτικά η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την επίτευξη του στόχου της Διπλωματικής Εργασίας.

Αρχικά καθορίστηκε το αντικείμενο που θα εξέταζε η παρούσα εργασία καθώς και ο επιδιωκόμενος στόχος. Για την υλοποίηση του στόχου πραγματοποιήθηκε ευρεία **βιβλιογραφική ανασκόπηση**. Αναζητήθηκαν, δηλαδή, έρευνες με θέμα συναφές με εκείνο της Διπλωματικής Εργασίας τόσο σε ελληνικό, όσο και σε διεθνές επίπεδο. Οι έρευνες αυτές θα φαινόταν χρήσιμες τόσο στην επιλογή μεθόδου συλλογής στοιχείων, όσο και στην επιλογή μεθόδου ανάλυσης αυτών.

Μετά την ολοκλήρωση της αναζήτησης βιβλιογραφικών αναφορών, σειρά είχε η εύρεση του τρόπου **συλλογής των στοιχείων**. Στο στάδιο αυτό αποφασίστηκε να πραγματοποιηθεί πείραμα σε πραγματικές οδικές συνθήκες, εντός της Πολυτεχνειούπολης. Ο συνδυασμός της μεθόδου των ερωτηματολογίων και της μεθόδου της βιντεοσκόπησης αποτέλεσε την πηγή προέλευσης των στοιχείων.

Στη συνέχεια, τα στοιχεία καταχωρήθηκαν σε ηλεκτρονική βάση δεδομένων, η οποία υπέστη αρκετές τροποποιήσεις, έως ότου αποκτήσει την τελική της μορφή. Ακολούθησε η **επιλογή της μεθοδολογίας** στατιστικής επεξεργασίας των στοιχείων και η εισαγωγή της βάσης δεδομένων στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης.

Την επιλογή της κατάλληλης μεθοδολογίας διαδέχτηκε η ανάπτυξη των μαθηματικών μοντέλων και η **παρουσίαση των αποτελεσμάτων**, στο πλαίσιο της οποίας, πραγματοποιήθηκε περιγραφή της επιρροής της χρήσης κινητού τηλεφώνου στην ταχύτητα και στους χρονικούς διαχωρισμούς. Τέλος, παρατέθηκαν τα συμπεράσματα που προέκυψαν για τα συνολικά ερωτήματα της έρευνας.

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται, υπό μορφή διαγράμματος ροής, τα διαδοχικά στάδια που ακολουθήθηκαν κατά την εκπόνηση της Διπλωματικής Εργασίας.



ΓΡΑΦΗΜΑ 1.2: Διάγραμμα ροής των σταδίων εκπόνησης της Διπλωματικής Εργασίας

1.4 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Στο υποκεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η δομή της διπλωματικής εργασίας, μέσω της συνοπτικής αναφοράς στο περιεχόμενο των κεφαλαίων της.

Το **κεφάλαιο 1** είναι **εισαγωγικό** και στοχεύει στο να αποκτήσει ο αναγνώστης μία γενικότερη εικόνα του αντικειμένου που μελετά η παρούσα Διπλωματική. Αρχικά, πραγματοποιείται μια γενική ανασκόπηση του πλαισίου της χρήσης κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση και αναφέρονται οι σχετικές προσπάθειες, που έχουν πραγματοποιηθεί διεθνώς, για τη διερεύνηση της επιρροής της χρήσης κινητού στην οδική ασφάλεια. Στη συνέχεια, καταγράφεται με μεγαλύτερη σαφήνεια ο στόχος που πρόκειται να επιτευχθεί μέσα από την εκπόνηση της Διπλωματικής Εργασίας. Τέλος, περιγράφεται συνοπτικά η μεθοδολογία, που ακολουθήθηκε για την αντιμετώπιση του αντικειμένου της Διπλωματικής Εργασίας. Για την καλύτερη αντίληψη αυτής, παρατίθεται και ένα διάγραμμα ροής, που απεικονίζει την αλληλουχία των ενεργειών που πραγματοποιήθηκαν.

Στο **κεφάλαιο 2**, της **βιβλιογραφικής ανασκόπησης**, παρουσιάζονται μεθοδολογίες και αποτελέσματα ερευνών με αντικείμενο συναφές με εκείνο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας. Επισημαίνεται ότι, από το πλήθος των ερευνών που εντοπίστηκαν, ελάχιστες πραγματοποιήθηκαν σε πραγματικές οδικές συνθήκες, ενώ καμία δεν αφορούσε στα ελληνικά δεδομένα. Στο τέλος του κεφαλαίου, συνοψίζονται οι μεθοδολογίες όλων των ερευνών που εξετάστηκαν και καταγράφονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματά τους.

Στο **κεφάλαιο 3**, που αφορά στο **θεωρητικό υπόβαθρο**, αναλύεται η επιλεγείσα μεθοδολογία και περιγράφεται η οικογένεια στην οποία ανήκει. Αρχικά, περιγράφονται βασικές μαθηματικές και στατιστικές έννοιες και στη συνέχεια αναλύονται οι προϋποθέσεις εφαρμογής και τα επιμέρους στοιχεία της γραμμικής και της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης.

Ακολουθως, παρουσιάζεται η διαδικασία ανάπτυξης μοντέλου και οι απαραίτητοι στατιστικοί έλεγχοι στους οποίους υποβάλλονται. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με μια σύντομη αναφορά στα βήματα που ακολουθούνται, για την επεξεργασία των δεδομένων στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης.

Στο **κεφάλαιο 4** γίνεται παρουσίαση των διαδικασιών της **συλλογής και επεξεργασίας** των στοιχείων, στα οποία στηρίχθηκε η Διπλωματική Εργασία. Αρχικά, περιγράφεται ο σχεδιασμός και η εφαρμογή της πειραματικής διαδικασίας. Τα στοιχεία που συλλέχθηκαν, προέκυψαν τόσο από δήλωση των συμμετεχόντων, όσο και από πραγματικές μετρήσεις. Στη συνέχεια, περιγράφεται η διαδικασία διαμόρφωσης της βάσης δεδομένων έως την απόκτηση της τελικής μορφής της. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην παρουσίαση των προβλημάτων επεξεργασίας των στοιχείων, καθώς και στον τρόπο εισαγωγής της βάσης δεδομένων στο ειδικό στατιστικό λογισμικό. Επιπρόσθετα, επισημαίνονται τα κρίσιμα σημεία στη λειτουργία του λογισμικού και παρατίθενται οι διαδοχικές οθόνες εκτέλεσης της επεξεργασίας των στοιχείων.

Το **κεφάλαιο 5** είναι ένα από τα σημαντικότερα της Διπλωματικής Εργασίας, καθώς περιλαμβάνει την αναλυτική **περιγραφή της μεθοδολογίας** που εφαρμόστηκε ως την εξαγωγή των τελικών αποτελεσμάτων. Αρχικά, περιγράφονται τα βήματα που ακολουθήθηκαν για την εφαρμογή της μεθοδολογίας και παρουσιάζεται η διαδικασία ανάπτυξης μαθηματικού μοντέλου. Παρουσιάζονται, δηλαδή, τα δεδομένα εισόδου και εξόδου με ιδιαίτερη έμφαση στους στατιστικούς ελέγχους αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων. Γίνεται αναφορά στο σύνολο των διαδοχικών δοκιμών που πραγματοποιήθηκαν, ακόμα και σε εκείνες που οδήγησαν σε αποτελέσματα που δεν υιοθετήθηκαν. Επισημαίνονται τα προβλήματα αξιοπιστίας που προκύπτουν και περιγράφεται η διαδικασία διόρθωσης των δεδομένων. Τα τελικά αποτελέσματα συνοδεύονται από τις αντίστοιχες μαθηματικές σχέσεις που τα περιγράφουν και από διαγράμματα ευαισθησίας, για την ευκολότερη κατανόηση τους.

Το **κεφάλαιο 6** αποτελεί το τελευταίο κεφάλαιο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας. Σε αυτό περιλαμβάνονται τα **συνολικά συμπεράσματα** που προέκυψαν ύστερα από την ερμηνεία των μαθηματικών μοντέλων. Αποτελούν μία σύνθεση αρκετών ποσοτικοποιημένων στοιχείων σε συνδυασμό με επιμέρους αποτελέσματα προηγούμενου κεφαλαίου. Επιπρόσθετα, καταγράφονται προτάσεις για περαιτέρω έρευνα του αντικειμένου της Διπλωματικής Εργασίας είτε με άλλες μεθόδους, είτε με εξέταση πρόσθετων παραμέτρων και μεταβλητών.

Στο **κεφάλαιο 7** παρατίθεται ο **κατάλογος των βιβλιογραφικών αναφορών**. Ο κατάλογος αυτός περιλαμβάνει αναφορές, που αφορούν τόσο σε έρευνες που παρουσιάστηκαν στα κεφάλαια της εισαγωγής και της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, όσο και σε στατιστικές έννοιες και μεθόδους, που αναλύθηκαν στο θεωρητικό υπόβαθρο.

Στο τέλος του τεύχους παρατίθεται το **Παράρτημα**. Σε αυτό παρουσιάζονται όσα στοιχεία προέκυψαν κατά την ανάλυση, αλλά, εξαιτίας του γεγονότος ότι δεν οδήγησαν σε αξιόπιστα αποτελέσματα, δε συμπεριλήφθηκαν στο κείμενο της Διπλωματικής Εργασίας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ**2.1 ΓΕΝΙΚΑ**

Το κεφάλαιο αυτό αφορά στη **βιβλιογραφική ανασκόπηση** και περιλαμβάνει την παρουσίαση ερευνών σχετικών με το αντικείμενο της Διπλωματικής Εργασίας. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται έρευνες που αναφέρονται στην επιρροή της χρήσης κινητού τηλεφώνου, κατά την οδήγηση, στην κυκλοφορία και την οδική ασφάλεια. Εκτός από την παράθεση των αποτελεσμάτων των ερευνών, γίνεται και αναφορά στις μεθόδους ανάλυσης που χρησιμοποιήθηκαν για την επεξεργασία των δεδομένων και την εξαγωγή των κατάλληλων μοντέλων. Αναφέρεται ότι, οι έρευνες που παρουσιάζονται στο εδάφιο αυτό πραγματοποιήθηκαν στο εξωτερικό, ενώ δεν εντοπίστηκε καμία συναφής έρευνα στην Ελλάδα. Επισημαίνεται, επιπλέον, ότι από το πλήθος των ερευνών που εξετάστηκαν, ελάχιστες διενεργήθηκαν σε πραγματικές οδικές συνθήκες. Οι περισσότερες από αυτές πραγματοποιήθηκαν με βοηθητική διάταξη προσομοίωσης, ενώ κάποιες άλλες ήταν έρευνες ερωτηματολογίου. Τέλος, μέσω της ανασκόπησης των μεθοδολογιών των ερευνών αυτών, επιχειρήθηκε ο προσδιορισμός της καταλληλότερης μεθόδου για την αντιμετώπιση του αντικειμένου της Διπλωματικής Εργασίας.

2.2 ΣΧΕΣΗ ΧΡΗΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΚΑΙ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ, ΩΣ ΣΥΝΕΠΕΙΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ

Στην παράγραφο αυτή παρουσιάζονται τα **βασικότερα σημεία ερευνών** που προσεγγίζουν τη μεταβολή της οδικής συμπεριφοράς ως αποτέλεσμα της χρήσης κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση. Οι έρευνες αυτές βασίζονται στην παρατήρηση της συμπεριφοράς των συμμετεχόντων είτε σε πραγματικές είτε σε προσομοιωμένες συνθήκες οδήγησης. Στόχος τους είναι να εξετάσουν τη μεταβολή που επιφέρει η χρήση κινητού στα διάφορα μεγέθη της κυκλοφορίας, αλλά και της οδικής ασφάλειας. Τα μεγέθη που συναντήθηκαν συχνότερα και μελετήθηκαν ως εξαρτημένες μεταβλητές ήταν η ταχύτητα

διαδρομής, ο χρόνος αντίδρασης, ο αριθμός προσπεράσεων, οι παρεκκλίσεις του οχήματος από την πορεία του, η θέση του οχήματος ως προς τη λωρίδα κυκλοφορίας και η απόσταση ασφαλείας από το προπορευόμενο όχημα. Όλες οι έρευνες είχαν ως σημείο αναφοράς τη χρήση κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση. Ωστόσο, οι περισσότερες από αυτές συνυπολόγισαν την επιρροή και άλλων παραγόντων, όπως είναι η ηλικία και το φύλο των συμμετεχόντων, η διάρκεια της κλήσης, η καμπυλότητα της οδού και το οδικό περιβάλλον στο οποίο πραγματοποιήθηκε η έρευνα. Αρχικά παρουσιάζονται οι έρευνες που εστίασαν αποκλειστικά στη χρήση κινητού και την όρισαν ως μοναδική ανεξάρτητη μεταβλητή.

2.2.1 Κινητό τηλέφωνο και οι επιπτώσεις της χρήσης του στην οδική συμπεριφορά

Τριάντα πέντε φοιτητές του Πανεπιστημίου της Οκλαχόμα (Oklahoma), δεκαοκτώ γυναίκες και δεκαεπτά άντρες, δήλωσαν εθελοντικά συμμετοχή για την έρευνα προσομοίωσης του καθηγητή Kevin Bogle (1999), που αφορούσε στις **επιπτώσεις της χρήσης του κινητού τηλεφώνου στην ταχύτητα και την οδική ασφάλεια.**

Οι συμμετέχοντες, αρχικά, θα οδηγούσαν χωρίς να μιλούν στο κινητό τους τηλέφωνο και στη συνέχεια θα συνδύαζαν παράλληλα με την οδήγηση την χρήση κινητού τηλεφώνου. Κατά τη δεύτερη διαδρομή, οι οδηγοί υποβάλλονταν σε δοκιμασία μνήμης ενώ, οι ερευνητές καθ' όλη τη διάρκεια της έρευνας παρατηρούσαν **πέντε βασικά μεγέθη:**

- τον χρόνο ολοκλήρωσης της διαδρομής
- τον αριθμό των παρεκκλίσεων της πορείας του οχήματος
- τον αριθμό των συγκρούσεων του οχήματος με φραγμούς, πινακίδες ή δέντρα
- τον αριθμό των συγκρούσεων με άλλα οχήματα και
- την ανταπόκριση των οδηγών στη δοκιμασία μνήμης.

Οι μεταβλητές που ορίστηκαν ως **εξαρτημένες** ήταν η ταχύτητα, η δυνατότητα διατήρησης μιας ευθύγραμμης πορείας και η ασφάλεια των οδηγών. Ως **ανεξάρτητη μεταβλητή** θεωρήθηκε η χρήση κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση.

Χρησιμοποιήθηκε η **μέθοδος ανάλυσης t-test** για επαναλαμβανόμενα μεγέθη, από την οποία προέκυψαν τα εξής:

- Κατά μέσο όρο χρειάζονταν 6,4 λεπτά για να ολοκληρωθεί μια διαδρομή χωρίς χρήση κινητού τηλεφώνου και 6,83 λεπτά για την ολοκλήρωσή της με χρήση κινητού.
- Το όχημα εξετράπη της πορείας του περίπου 16,8 φορές χωρίς τη χρήση κινητού τηλεφώνου και 30,72 φορές με τη χρήση του.
- Κατά μέσο όρο ο οδηγός χτυπούσε σε φραγμούς, πινακίδες, δέντρα ή έφευγε από το δρόμο 9,52 φορές χωρίς τη χρήση κινητού τηλεφώνου και 19,68 φορές με τη χρήση κινητού.
- Καταγράφηκαν κατά μέσο όρο 5,88 συγκρούσεις χωρίς τη χρήση κινητού τηλεφώνου και 18,68 με τη χρήση κινητού.
- Γενικά, οι φοιτητές παρουσίασαν χαμηλότερη επίδοση στη δοκιμασία μνήμης κατά τη διαδρομή με χρήση κινητού τηλεφώνου.

Με την έρευνα αυτή αποδεικνύεται ότι η οδική συμπεριφορά μεταβάλλεται σημαντικά όταν χρησιμοποιείται κινητό κατά την οδήγηση. Το ότι οι φοιτητές παρουσίασαν χαμηλότερη επίδοση κατά την οδήγηση με χρήση κινητού φανερώνει ότι θέματα που απαιτούν μεγάλη πνευματική συγκέντρωση δεν μπορούν να τύχουν του 100% αυτής όταν κανείς οδηγεί και συγχρόνως μιλάει στο τηλέφωνο. Αξίζει να σημειωθεί ότι πολλοί από τους συμμετέχοντες πίστευαν ότι οδήγησαν, αν όχι καλύτερα, το ίδιο καλά με την περίπτωση που δεν χρησιμοποιούσαν το κινητό και ότι η τηλεφωνική συνομιλία τους βοήθησε στο να είναι πιο συγκεντρωμένοι στις απαιτήσεις της οδήγησης.

Σε παρόμοιο πλαίσιο κινήθηκε και μια έρευνα προσομοίωσης που διενεργήθηκε στο Πανεπιστήμιο του Birmingham (Haigney, Taylor and Westerman, 1999). Εστίασε και αυτή στην **επιρροή της χρήσης κινητού τηλεφώνου στην οδική συμπεριφορά**. Στο πείραμα που πραγματοποιήθηκε σε εικονικό οδικό περιβάλλον, έλαβαν μέρος τριάντα ενήλικες. Οι συμμετέχοντες οδήγησαν, μέσω ενός προσομοιωτή οχήματος (Aston Driving Simulator), κατά μήκος οδικού άξονα και ολοκλήρωσαν τέσσερις διαδρομές. Στις δύο από αυτές, τους διατέθηκε χειροκίνητο κιβώτιο ταχυτήτων, ενώ στις άλλες δύο αυτόματα. Η καθεμιά από τις εικονικές διαδρομές διακρίθηκε σε τρεις περιόδους των 150 δευτερολέπτων:

- την πριν την κλήση
- την κατά τη διάρκεια της κλήσης
- και τη μετά την κλήση περίοδο

Στις δύο από αυτές τις διαδρομές (μια για κάθε τύπο κιβωτίου ταχυτήτων) απαιτήθηκε η χρήση τηλεφωνικής συσκευής χειρός (hand-held), ενώ στις άλλες δύο χρησιμοποιήθηκε συσκευή ακουστικών και μικροφώνου.

Οι τρεις προαναφερθείσες περίοδοι, η χρήση κινητού και ο τύπος του χρησιμοποιούμενου κινητού αποτέλεσαν τις **ανεξάρτητες μεταβλητές**. Η ταχύτητα διαδρομής, η τυπική απόκλιση της επιτάχυνσης, ο αριθμός προσπεράσεων, η παρέκκλιση του οχήματος από την πορεία του καθώς και ο αριθμός των συγκρούσεων αποτέλεσαν τις **εξαρτημένες**.

Η **ανάλυση της διακύμανσης (ANOVA)** χρησιμοποιήθηκε για να εξαχθούν τα εξής **συμπεράσματα**:

Παρατηρήθηκε σημαντική επιρροή της περιόδου (πριν την κλήση, κατά την κλήση και μετά την κλήση) στην ταχύτητα και στην τυπική απόκλιση της επιτάχυνσης. Η μέση τιμή για καθεμιά από τις εξαρτημένες αυτές μεταβλητές ήταν μικρότερη κατά τη διάρκεια της κλήσης από ότι στις περιόδους πριν και μετά από αυτή. Η επιρροή της περιόδου στον αριθμό προσπεράσεων,

συγκρούσεων και παρεκκλίσεων του οχήματος δεν κρίθηκε σημαντική. Όσον αφορά στη χρήση κινητού, αυτή είχε σημαντική επιρροή στον αριθμό των παρεκκλίσεων του οχήματος, με περισσότερες παρεκκλίσεις όταν χρησιμοποιούταν η συσκευή χειρός. Αντιθέτως η επιρροή της στην ταχύτητα, στη διακύμανση της επιτάχυνσης, στον αριθμό προσπεράσεων και συγκρούσεων κρίθηκε στατιστικά ασήμαντη.

Συμπερασματικά προκύπτει ότι οι οδηγοί στην προσπάθειά τους να αντισταθμίσουν τις αυξημένες πνευματικές απαιτήσεις, που προέρχονται από την ταυτόχρονη οδήγηση και χρήση κινητού, ελαττώνουν ταχύτητα. Δυσμενέστερα αποτελέσματα επιφέρει η χρήση της συσκευής χειρός σε σχέση με τη συσκευή ακουστικών και μικροφώνου. Αναφέρεται ότι διατηρούνται επιφυλάξεις στην προσπάθεια γενίκευσης των ανωτέρω συμπερασμάτων σε πραγματικές οδικές συνθήκες.

Στο σημείο αυτό παρατίθενται οι έρευνες, στις οποίες εκτός από τη χρήση κινητού τηλεφώνου, συνεκτιμήθηκε η επιρροή και άλλων παραγόντων.

2.2.2 Η διάρκεια της κλήσης και οι επιπτώσεις στην ταχύτητα και την απόσταση ασφαλείας

Η έρευνα που πραγματοποιήθηκε στο τμήμα εγκληματολογίας του Πανεπιστημίου του Ισραήλ (Rosenbloom, 2005) είχε ως στόχο τον **προσδιορισμό της επιρροής της χρήσης κινητού**, και συγκεκριμένα της συσκευής ακουστικών και μικροφώνου (hands-free), **στην ταχύτητα και στην απόσταση ασφαλείας**.

Στο πείραμα συμμετείχαν είκοσι τρεις ενήλικες οι οποίοι οδήγησαν για 90 λεπτά. Στη διάρκεια της διαδρομής αυτής ο καθένας τους έλαβε ένα τηλεφώνημα. Για την ευχερέστερη παρατήρηση, θεωρήθηκαν δυο δεκάλεπτες περίοδοι, μία κατά τη διάρκεια της τηλεφωνικής τους συνομιλίας και μία μετά το πέρας της συνομιλίας.

Ως **ανεξάρτητες μεταβλητές**, ορίστηκαν η χρήση κινητού και η διάρκεια της κλήσης. Η διάρκεια της κλήσης κυμαινόταν από 5 ως 15 λεπτά. **Εξαρτημένες μεταβλητές** θεωρήθηκαν η ταχύτητα και η απόσταση ασφαλείας. Ειδικά εκπαιδευμένοι παρατηρητές, από τη θέση του συνοδηγού, εκτιμούσαν την απόσταση του οχήματος στο οποίο επέβαιναν από το προπορευόμενο και κατέγραφαν την ταχύτητα από το ταχύμετρο του οχήματος.

Η ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με χρήση του στατιστικού ελέγχου t-test για ταιριαστά δείγματα, σε πρώτη φάση, και της ανάλυσης της διακύμανσης (ANOVA) στη συνέχεια. Αρχικά, χρησιμοποιήθηκε το t-test με στόχο την αποτίμηση της μεταβολής της ταχύτητας και της απόστασης ασφαλείας μεταξύ της φάσης της ταυτόχρονης οδήγησης και χρήσης κινητού και της φάσης της οδήγησης χωρίς τη χρήση αυτού. Τα αποτελέσματα που εξάχθηκαν από τη μέθοδο αυτή και αφορούν στη μέση ταχύτητα, έδειξαν ότι αυτή μειώθηκε κατά τη διάρκεια που οι οδηγοί μιλούσαν στο κινητό, σε σχέση με τη φάση που δε μιλούσαν, χωρίς ωστόσο η μεταβολή αυτή να είναι σημαντική. Όσον αφορά στην απόσταση ασφαλείας, αυτή ελαττώθηκε κατά ένα σημαντικό, στατιστικά, βαθμό από έναν μέσο όρο των 8,39m κατά τη φάση που δε μιλούσαν στο κινητό στον μέσο όρο των 6,30m κατά τη φάση που μιλούσαν.

Με χρήση της ανάλυσης της διακύμανσης επιχειρήθηκε να διερευνηθεί η επιρροή της διάρκειας της κλήσης στην ταχύτητα, η οποία και αποδείχθηκε σημαντική. Από **τα αποτελέσματα** προέκυψε ότι, οι οδηγοί που έλαβαν σύντομες κλήσεις μείωσαν την ταχύτητά τους από τα 105 km/h, ταχύτητα που είχαν ενώ οδηγούσαν χωρίς να μιλούν στο κινητό, στα 100,71km/h, ενώ οδηγούσαν και μιλούσαν στο κινητό. Σε αντίθεση με αυτούς, οι οδηγοί που επιδόθηκαν σε μακρές κλήσεις αύξησαν την ταχύτητά τους από τα 105,56 km/h, ενώ οδηγούσαν χωρίς να μιλούν στο κινητό στα 109,44 km/h, ενώ οδηγούσαν και μιλούσαν στο κινητό. Η ανάλυση της διακύμανσης δεν ανέδειξε καμία σημαντική συσχέτιση μεταξύ της διάρκειας κλήσης και της απόστασης ασφαλείας.

2.2.3 Τα διαφορετικά οδικά περιβάλλοντα και η επιρροή τους στην ταχύτητα και στο χρόνο αντίδρασης

Η έρευνα που περιγράφεται εδώ, πραγματοποιήθηκε στο Πανεπιστήμιο του Linköping της Σουηδίας (Tonnes, Bolling, 2006) και έχει ως αντικείμενο την **επιρροή της χρήσης κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση σε διαφορετικά οδικά περιβάλλοντα**. Στη μελέτη αυτή, που διενεργήθηκε με συσκευή προσομοίωσης, συμμετείχαν 48 άτομα, ηλικίας 24-54 ετών. Οι συμμετέχοντες οδήγησαν δύο φορές κατά μήκος μιας διαδρομής 70 km. Οι μισοί από αυτούς οδήγησαν με και χωρίς συσκευή ακουστικών και μικροφώνου και οι άλλοι μισοί οδήγησαν με και χωρίς συσκευή χειρός. Η διαδρομή που ήταν πανομοιότυπη για όλους τους συμμετέχοντες διακρίθηκε σε πέντε διαφορετικά περιβάλλοντα:

- υπεραστικό δίκτυο με όριο ταχύτητας 90km/h
- υπεραστικό δίκτυο με όριο ταχύτητας 70km/h
- αστικό δίκτυο χαμηλής συνθετότητας (όριο ταχύτητας 50km/h)
- αστικό δίκτυο μέτριας συνθετότητας
- αστικό δίκτυο υψηλής συνθετότητας

Ο ανωτέρω διαχωρισμός των αστικών περιβαλλόντων βασίζεται στον διαχωρισμό που προτάθηκε από τον Fastenmeier (1995).

Στις **ανεξάρτητες μεταβλητές**, εκτός από τη χρήση κινητού και τον τύπο του χρησιμοποιούμενου κινητού, συμπεριλήφθηκε και ο τύπος του οδικού περιβάλλοντος. Τα μεγέθη που παρατηρήθηκαν και θεωρήθηκαν, συνεπώς, ως **εξαρτημένες μεταβλητές**, ήταν ο χρόνος αντίδρασης στα διάφορα ερεθίσματα και η μέση ταχύτητα διαδρομής.

Η ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε μέσω της **ανάλυσης της διακύμανσης** (variance analysis). Η διακύμανση εκφράζεται με το ω^2 , όπου σημαντικές θεωρούνται τιμές του ω^2 μεγαλύτερες ή ίσες με 0,15. Μεσαίας σημαντικότητας χαρακτηρίζονται τιμές του ω^2 γύρω από το 0,6, ενώ τιμές

μικρότερες ή ίσες του 0,1 θεωρούνται ασήμαντης επιρροής. Όταν η ανάλυση της διακύμανσης εντοπίζει επιρροή του περιβάλλοντος τότε, επιστρατεύεται το Tukey post hoc test για να προσδιοριστεί η διαφορά μεταξύ των περιβαλλόντων.

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης της διακύμανσης έδειξαν σχετικά μικρή επιρροή του τύπου του περιβάλλοντος **στον χρόνο αντίδρασης**. Με το Tukey post hoc test βρέθηκε ότι ο χρόνος αντίδρασης ήταν μεγαλύτερος στο σύνθετο αστικό περιβάλλον από ότι στα υπόλοιπα. Σημαντική επιρροή στο χρόνο αντίδρασης έχει και η συνομιλία στο κινητό. Από την ανάλυση προέκυψε ότι, ο χρόνος αντίδρασης αυξάνεται λόγω της τηλεφωνικής συνομιλίας σε όλα τα περιβάλλοντα, ανεξαρτήτως του τύπου του κινητού. Η επιρροή αυτή είναι μεγαλύτερη για το υπεραστικό δίκτυο με όριο ταχύτητας 90km/h και το αστικό δίκτυο χαμηλής συνθετότητας.

Όσον αφορά **στην ταχύτητα**, αναδείχθηκε εξαιρετικά σημαντική επιρροή του περιβάλλοντος σε αυτή. Η ταχύτητα έλαβε τη μικρότερη τιμή της στο αστικό δίκτυο υψηλής συνθετότητας. Επιπλέον, εμφανίστηκε μικρή επιρροή της χρήσης κινητού στην ταχύτητα. Τέλος, η συνομιλία μέσω συσκευής χειρός επέφερε ελάττωση στην ταχύτητα σε όλα τα περιβάλλοντα, ενώ η συνομιλία μέσω συσκευής ακουστικών και μικροφώνου έφερε παρόμοιο αποτέλεσμα μόνο στο υπεραστικό δίκτυο με όριο ταχύτητας 90km/h και στο αστικό δίκτυο υψηλής συνθετότητας.

Μια παρεμφερής έρευνα πραγματοποιήθηκε στο πανεπιστήμιο της Φιλαδέλφεια (Wilcox, 2004) με σκοπό τη **σύγκριση της οδήγησης με και χωρίς σύστημα ακουστικών και μικροφώνου σε δύο διαφορετικά περιβάλλοντα προσομοίωσης**.

Στην έρευνα αυτή συμμετείχαν είκοσι τέσσερα άτομα, έντεκα γυναίκες και δεκατρείς άντρες. Η διαδικασία της παρατήρησης βασίστηκε σε δύο εκδοχές οδήγησης, μία με χρήση κινητού και μία χωρίς αυτή. Και στις δύο περιπτώσεις

οι συμμετέχοντες οδήγησαν τόσο σε προαστιακό, όσο και σε υπεραστικό δίκτυο.

Ορίστηκαν τρεις **μεταβλητές** ως **εξαρτημένες**: η μέση απόκλιση από το κέντρο της λωρίδας κυκλοφορίας, ο χρόνος αντίδρασης σε ένα ξαφνικό γεγονός και η ταχύτητα διαδρομής.

Για την εξαγωγή των συμπερασμάτων χρησιμοποιήθηκε η **μέθοδος t-test**. Μετά την ανάλυση παρατηρήθηκαν τα εξής:

- 17 από τους 24 συμμετέχοντες που οδηγούσαν με κινητό τηλέφωνο με σύστημα ακουστικών και μικροφώνου δεν παρέκκλιναν της πορείας τους.
- Και οι 24 συμμετέχοντες αντέδρασαν γρηγορότερα σ' ένα ξαφνικό γεγονός κατά τη διαδρομή όπου γινόταν χρήση κινητού τηλεφώνου με σύστημα ακουστικών και μικροφώνου σε σχέση με τη διαδρομή όπου γινόταν χρήση κινητού τηλεφώνου με συσκευή χειρός. Ο μέσος χρόνος αντίδρασης ήταν κατά 181% μικρότερος για τη χρήση κινητού τηλεφώνου με σύστημα ακουστικών και μικροφώνου (2,1 δευτερόλεπτα σε αντίθεση με τα 5,9 δευτερόλεπτα που χρειάστηκαν κατά την οδήγηση με κινητό τηλέφωνο με συσκευή χειρός).
- 22 από τους 24 συμμετέχοντες διατηρούσαν σταθερή ταχύτητα διαδρομής με κινητό τηλέφωνο με σύστημα ακουστικών και μικροφώνου.

2.2.4 Η οδική συμπεριφορά συναρτῆσει της καμπυλότητας της οδού

Στο Πανεπιστήμιο Linköping της Σουηδίας πραγματοποιήθηκε η έρευνα που ακολουθεί (Alm and Nilsson, 1993). Πρόκειται, και σε αυτή την περίπτωση, για μια έρευνα προσομοίωσης που επικεντρώθηκε στην **επιρροή της χρήσης κινητού, τύπου ακουστικών και μικροφώνου, κατά την οδήγηση, σε δύο διαφορετικής δυσκολίας διαδρομές**.

Σαράντα άτομα, είκοσι άνδρες και είκοσι γυναίκες, ηλικίας 23-61 ετών συμμετείχαν στη διαδικασία του πειράματος. Δύο παράγοντες διαφοροποιήθηκαν στο πείραμα: η καμπυλότητα της οδού (από εύκολη,

ομαλή και σχεδόν ευθεία διαδρομή, σε δυσκολότερη με έντονες οριζοντιογραφικές καμπύλες) και η υποβολή ή μη των συμμετεχόντων σε τηλεφωνικές κλήσεις.

Εξετάστηκαν, ως **εξαρτημένες μεταβλητές**, η ταχύτητα, ο χρόνος αντίδρασης σε οπτικά ερεθίσματα και η πλευρική θέση του οχήματος ως προς τη λωρίδα κυκλοφορίας. Η συνομιλία στο κινητό τηλέφωνο και η καμπυλότητα της διαδρομής αποτέλεσαν τις **ανεξάρτητες μεταβλητές**. Η μέθοδος ανάλυσης που χρησιμοποιήθηκε και σε αυτή την περίπτωση ήταν η **ανάλυση της διακύμανσης**.

Από την ανάλυση εξάχθηκαν τα **συμπεράσματα** που παρατίθενται στη συνέχεια. Όσον αφορά στον χρόνο αντίδρασης, βρέθηκε σημαντική επιρροή της καμπυλότητας της οδού στα διάφορα ερεθίσματα σε αντίθεση με τη χρήση κινητού, η οποία δεν είχε σημαντική επιρροή. Η χρήση κινητού δεν φάνηκε να επηρεάζει σημαντικά ούτε την πλευρική θέση του οχήματος στη λωρίδα κυκλοφορίας. Βρέθηκε ακόμα ότι, η διαφοροποίηση στην πλευρική θέση μεταξύ εκείνων που μιλούν στο κινητό και εκείνων που δε μιλούν είναι πολύ μικρή για την εύκολη (ευθεία) διαδρομή. Η διαφορά αυτή είναι μεγαλύτερη για τη δύσκολη διαδρομή. Η ταχύτητα, όπως αναμενόταν, ελαττώθηκε λόγω της τηλεφωνικής συνομιλίας. Η διαφορά της ταχύτητας των οδηγών που μιλούσαν και εκείνων που δε μιλούσαν είναι στατιστικά σημαντική για την εύκολη διαδρομή, ενώ δεν αγγίζει τη στατιστική σημαντικότητα για τη δύσκολη διαδρομή.

2.2.5 Η ηλικία ως παράγων επιρροής της οδικής συμπεριφοράς

Στο Πανεπιστήμιο της Ούτα (Utah) των Ηνωμένων Πολιτειών πραγματοποιήθηκε μια έρευνα (Strayer & Drews, 2001) με θέμα τις **επιπτώσεις της χρήσης κινητού τηλεφώνου στην οδήγηση σε νέα και ηλικιωμένα άτομα**. Η οδήγηση ήταν εικονική και οι συμμετέχοντες καλούνταν να οδηγήσουν με χρήση κινητού τηλεφώνου με σύστημα ακουστικών και μικροφώνου (hands free).

Ο σκοπός της έρευνας αυτής ήταν να εξετάσει κατά πόσο η χρήση κινητού κατά την οδήγηση καθώς και η ηλικία των οδηγών επηρεάζουν την οδηγική τους συμπεριφορά.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα παλαιότερων ερευνών, αναμενόταν ότι όσο οι απαιτήσεις της οδήγησης αυξάνονταν, τόσο μεγαλύτερη εξασθένιση θα παρουσίαζε η απόδοση των ηλικιωμένων σε σχέση με αυτή των νέων ατόμων. Επίσης, όπως είχε παρατηρηθεί προηγούμενα, οι ηλικιωμένοι οδηγοί είχαν έξη φορές μεγαλύτερη πιθανότητα να εμπλακούν σε ατύχημα απ' ότι οι νέοι οδηγοί.

Στην έρευνα συμμετείχαν είκοσι νεαροί ενήλικες με μέσο όρο ηλικίας τα 20,2 έτη και είκοσι γηραιότεροι ενήλικες με μέσο όρο ηλικίας τα 69,5 έτη. Οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν δύο σενάρια οδήγησης, ένα με χρήση κινητού τηλεφώνου και ένα χωρίς χρήση.

Εξετάστηκαν τέσσερις **εξαρτημένες μεταβλητές**, που αφορούσαν στις αντιδράσεις του οδηγού στις ενέργειες του προπορευόμενου του οχήματος. Οι μεταβλητές αυτές ήταν ο χρόνος αντίδρασης του συμμετέχοντα στο φρενάρισμα του προπορευόμενου οχήματος, η απόσταση ασφαλείας μεταξύ των δύο οχημάτων, η ταχύτητα του εξεταζόμενου οχήματος και ο χρόνος επανάκτησης του μισού της ταχύτητας που είχε χαθεί κατά το φρενάρισμα. Ως **ανεξάρτητες μεταβλητές** ορίστηκαν η ηλικία κάθε συμμετέχοντα και ο τρόπος οδήγησης (με ή χωρίς χρήση κινητού τηλεφώνου). Το προπορευόμενο όχημα καθόριζε τις συνθήκες διεξαγωγής της έρευνας.

Για την ανάλυση, συγκεντρώθηκαν τα στοιχεία που προέκυψαν κατά τα δύο σενάρια και εφαρμόστηκε, σε πρώτη φάση, **η ανάλυση της διακύμανσης** με πολλές μεταβλητές (MANOVA - multivariate analysis of variance). Στη συνέχεια έγινε χρήση της ίδιας μεθόδου ανάλυσης με μία μόνο μεταβλητή (ANOVA - analysis of variance). Και για τις δύο μεθόδους ανάλυσης τέθηκε η προϋπόθεση να μη γίνεται δεκτή πιθανότητα μεγαλύτερη του 0,05 ($p < 0,05$). Το μέγεθος των επιπτώσεων υπολογίστηκε με το δείκτη d του Cohen.

Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι, η ταχύτητα των οδηγών που χρησιμοποιούσαν κινητό τηλέφωνο κατά την οδήγηση ήταν μικρότερη σε σχέση με εκείνη των οδηγών που δεν μιλούσαν στο κινητό. Συγκεκριμένα, οι οδηγοί που επιδίδονταν σε τηλεφωνική συνομιλία οδηγούσαν κατά 18% πιο αργά σε σχέση με εκείνους που δεν έκαναν χρήση του κινητού τους τηλεφώνου. Επιπλέον, η απόσταση ασφαλείας από το προπορευόμενο τους όχημα ήταν κατά 12% μεγαλύτερη και χρειάζονταν 17% περισσότερο χρόνο για να επανακτήσουν το μισό της ταχύτητας που είχαν πριν το φρενάρισμα. Τέλος, ο χρόνος αντίδρασης ενός νέου που οδηγεί και παράλληλα χρησιμοποιεί το κινητό τηλέφωνο βρέθηκε ίσος προς τον χρόνο αντίδρασης ενός ηλικιωμένου, ο οποίος δεν χρησιμοποιεί κινητό τηλέφωνο κατά την οδήγηση.

Σε μια άλλη έρευνα που πραγματοποιήθηκε στο Πανεπιστήμιο του Μίσιγκαν (Nowakowski, Friedman, Green, 2001) επιδίωχθηκε να προσδιοριστούν **οι επιπτώσεις της χρήση κινητού, σε συνάρτηση με την καμπυλότητα της οδού και την ηλικία των οδηγών, στην κυκλοφορία.**

Είκοσι τέσσερις οδηγοί, δώδεκα νέοι και δώδεκα ηλικιωμένοι, εκ των οποίων έξι γυναίκες και έξι άντρες σε κάθε ομάδα, δήλωσαν συμμετοχή. Οι συμμετέχοντες είχαν να αντιμετωπίσουν τρεις συνθήκες οδήγησης με κυμαινόμενη δυσκολία. Η δυσκολία αφορούσε στην καμπυλότητα της οδού (ευθεία οδός, οδός με ήπιες στροφές, οδός με απότομες στροφές). Κάθε ένα από τα σενάρια επαναλαμβάνονταν δύο φορές, με τη διαφορά ότι την πρώτη φορά ο οδηγός απαντούσε στις κλήσεις πατώντας ένα κουμπί που βρισκόταν στο τιμόνι του, ενώ τη δεύτερη φορά πατούσε το κουμπί απάντησης κλήσεων του κινητού. Επίσης, το όνομα αυτού που καλούσε τον οδηγό εμφανιζόταν σε δύο διαφορετικά σημεία κατά περίπτωση.

Οι **εξαρτημένες μεταβλητές** που εξετάστηκαν κατά την έρευνα ήταν ο χρόνος απάντησης στην εισερχόμενη κλήση, η απόκλιση της πορείας του οχήματος, η συχνότητα εκτροπής του οχήματος από την πορεία του, η διακύμανση της ταχύτητας, το ποσοστό της ταχύτητας που χάθηκε κατά το φρενάρισμα και το

αναφερόμενο ποσοστό δυσκολίας της διαδικασίας. Εφαρμόστηκε η μέθοδος της **ανάλυσης της διακύμανσης με ανεξάρτητες μεταβλητές** την ηλικία, το φύλο, τη θέση που εμφανιζόταν το όνομα αυτού που καλούσε τον οδηγό, την καμπυλότητα της οδού και τη διάρκεια της κλήσης.

Από **τα αποτελέσματα** που προέκυψαν αποδείχθηκε πως η θέση που εμφανιζόταν το όνομα αυτού που καλούσε τον οδηγό και η θέση του κουμπιού απάντησης της κλήσης έπαιξαν σημαντικό ρόλο **στον χρόνο απάντησης** της εισερχόμενης κλήσης. Σημαντικός παράγοντας αποδείχτηκε και η ηλικία, αφού ο μέσος χρόνος απάντησης της εισερχόμενης κλήσης από τους ηλικιωμένους ήταν κατά 0,94 δευτερόλεπτα μεγαλύτερος από εκείνον των νέων οδηγών. Αυτό που δεν φάνηκε να επηρεάζει καθόλου το αποτέλεσμα ήταν το φύλο των συμμετεχόντων.

Όσον αφορά **στην ικανότητα οδήγησης**, προέκυψε ότι, οι ηλικιωμένοι οδηγοί είχαν μεγαλύτερη δυσκολία στο να διατηρήσουν την πορεία τους και παρέκκλιναν συχνότερα από ότι οι νέοι οδηγοί. Επίσης, την ικανότητα οδήγησης των ηλικιωμένων οδηγών επηρέασε αρνητικά και η θέση που εμφανιζόταν το όνομα αυτού που καλούσε τον οδηγό. Αντιθέτως, για τους νέους οδηγούς, η ικανότητα οδήγησης στην περίπτωση της απλής οδήγησης και στην περίπτωση οδήγησης με κινητό τηλέφωνο παρουσίασε ασήμαντη διαφορά. Συγκεκριμένα, στις περιπτώσεις οδήγησης με κινητό τηλέφωνο, παρουσίαζαν συχνότερη εκτροπή της πορείας τους από ότι στις περιπτώσεις οδήγησης χωρίς κινητό τηλέφωνο.

Όσο για **την ταχύτητα**, η ηλικία φάνηκε να την επηρεάζει σημαντικά, καθώς οι νέοι οδηγοί δεν παρουσίασαν καμιά διαφορά στην ταχύτητα κατά τα διάφορα σενάρια, σε αντίθεση με τους ηλικιωμένους οδηγούς, που ελάττωναν την ταχύτητα όσο δυσκόλευαν τα σενάρια της έρευνας. Τέλος, το φύλο φάνηκε να επηρεάζει την ταχύτητα, αφού οι ηλικιωμένες γυναίκες παρουσίασαν μειωμένη ταχύτητα σε σχέση με τους άντρες της ίδιας ηλικιακής ομάδας.

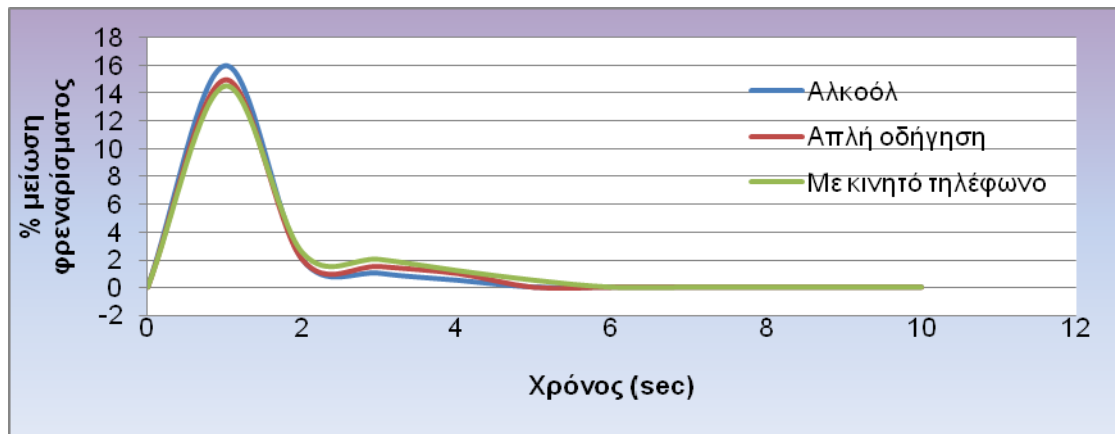
2.2.6 Χρήση κινητού σε συνδυασμό με την επήρεια αλκοόλ-Επιπτώσεις

Ακόμα μια έρευνα (Strayer, Drews, & Crouch, 2003) που πραγματοποιήθηκε στο πανεπιστήμιο της Γιούτα είχε ως θέμα τις **επιπτώσεις της χρήσης κινητού καθώς και της επήρειας αλκοόλ στην οδική συμπεριφορά**.

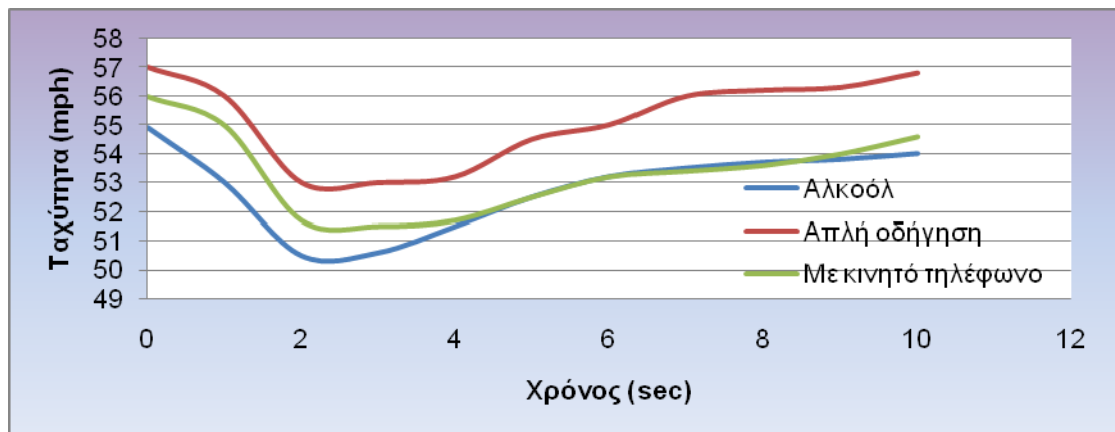
Σαράντα ένα ενήλικες, είκοσι έξι άντρες και δεκαπέντε γυναίκες, με μέσο όρο ηλικίας τα 25,7 έτη, συμμετείχαν εθελοντικά στην έρευνα. Οι συμμετέχοντες οδήγησαν τρεις φορές. Την πρώτη φορά η οδήγηση πραγματοποιήθηκε χωρίς χρήση κινητού και οι οδηγοί ήταν νηφάλιοι (απλή οδήγηση). Κατά τη δεύτερη διαδρομή επιτρεπόταν η χρήση κινητού τηλεφώνου, άλλοτε με σύστημα ακουστικών και μικροφώνου και άλλοτε χωρίς αυτό, ανάλογα με την προτίμηση του οδηγού. Κατά την τελευταία διαδρομή, οι οδηγοί θα έπρεπε πριν οδηγήσουν να καταναλώσουν μια ποσότητα αλκοόλ, η οποία θα ήταν μέσα στα νόμιμα πλαίσια.

Σκοπός της έρευνας ήταν να εξεταστούν έξι **εξαρτημένες μεταβλητές** σχετικές με τις αντιδράσεις του συμμετέχοντα στις ενέργειες του προπορευόμενου οχήματος. Οι μεταβλητές αυτές ήταν ο χρόνος αντίδρασης των οδηγών στο φρενάρισμα του προπορευόμενου οχήματος, η δύναμη με την οποία οι οδηγοί πατούσαν το πετάλι των φρένων, η ταχύτητα, η απόσταση ασφαλείας από το προπορευόμενο όχημα και ο χρόνος που χρειάζονταν για να επανακτήσουν το μισό της ταχύτητας που είχαν πριν το φρενάρισμα. Ως **ανεξάρτητες μεταβλητές** ορίστηκαν ανά δύο τα τρία σενάρια της έρευνας (απλή οδήγηση, οδήγηση με συνομιλία στο κινητό με ή χωρίς σύστημα ακουστικών και μικροφώνου και οδήγηση με νόμιμη ποσότητα αλκοόλ στο αίμα). Για την στατιστική ανάλυση των στοιχείων εφαρμόστηκε η **ανάλυση της διακύμανσης** με πολλές μεταβλητές.

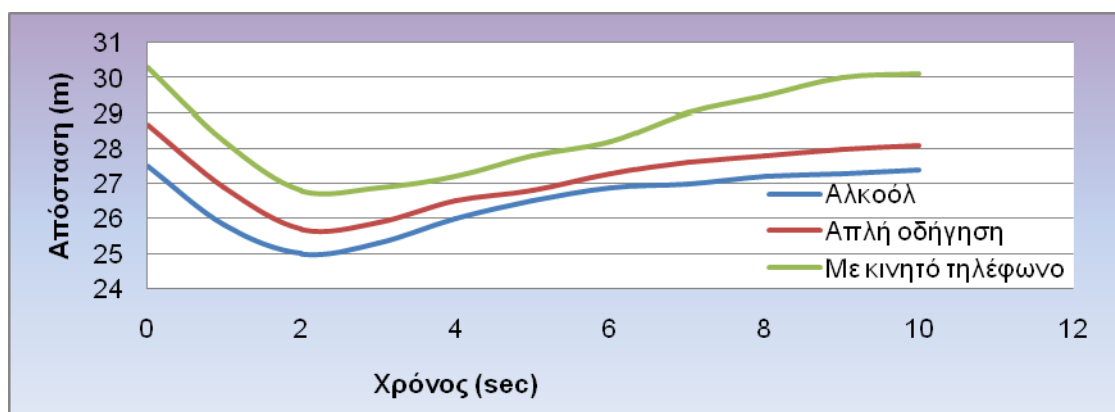
Στη συνέχεια παρουσιάζονται τρία γραφήματα από τα οποία εξάγονται συμπεράσματα που αφορούν στη συμπεριφορά των οδηγών.



ΓΡΑΦΗΜΑ 2.1: Ποσοστό μείωσης φρεναρίσματος κατά την οδήγηση σε καθένα από τα τρία σενάρια της έρευνας.



ΓΡΑΦΗΜΑ 2.2: Ταχύτητα εξεταζόμενου οχήματος κατά την οδήγηση σε καθένα από τα τρία σενάρια της έρευνας.



ΓΡΑΦΗΜΑ 2.3: Απόσταση ασφαλείας εξεταζόμενου οχήματος από προπορευόμενο σε καθένα από τα τρία σενάρια της έρευνας.

Όπως προέκυψε από την ανάλυση, η **ικανότητα οδήγησης** με χρήση κινητού τηλεφώνου μειώθηκε σημαντικά σε σχέση με τις άλλες δύο περιπτώσεις. Η μεθοδολογία που εφαρμόστηκε απέδειξε πως οι οδηγοί που χρησιμοποιούσαν το κινητό τηλέφωνο κατά την οδήγηση είχαν μεγαλύτερο χρόνο αντίδρασης από ότι όταν οι ίδιοι οδηγούσαν κατά το σενάριο της απλής οδήγησης. Αντίθετα, όσοι οδηγούσαν μεθυσμένοι αντιδρούσαν το ίδιο γρήγορα με την περίπτωση της απλής οδήγησης. Ωστόσο, οδηγούσαν πιο επιθετικά και φρέναραν χρησιμοποιώντας μεγαλύτερη δύναμη. Γενικά, με την έρευνα αυτή αποδείχθηκε πως η ικανότητα οδήγησης φαίνεται να μειώνεται τόσο εξαιτίας της χρήσης του κινητού τηλεφώνου, ακόμα και στην περίπτωση που χρησιμοποιείται σύστημα ακουστικών και μικροφώνου, όσο και εξαιτίας της επήρειας αλκοόλ.

2.3 ΣΧΕΣΗ ΧΡΗΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΚΑΙ ΟΔΙΚΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΩΣ ΣΥΝΕΠΕΙΑ ΕΡΕΥΝΩΝ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

Στο εδάφιο αυτό παρουσιάζονται συνοπτικά έρευνες που πραγματοποιήθηκαν με τη βοήθεια ερωτηματολογίων. Οι έρευνες αυτές αποσκοπούν στη διερεύνηση των επιπτώσεων της ταυτόχρονης οδήγησης και χρήσης κινητού, όπως τις αντιλαμβάνονται οι χρήστες της οδού.

Επισημαίνεται ότι, τα αποτελέσματα των ερευνών αυτών πρέπει να θεωρούνται από μια κριτική σκοπιά, καθώς δεν απορρέουν από πραγματική παρατήρηση της οδικής συμπεριφοράς.

2.3.1 Κινητά τηλέφωνα και ο κίνδυνος οδικών ατυχημάτων

Η έρευνα που παρατίθεται εδώ πραγματοποιήθηκε στο Πανεπιστήμιο του Montreal του Καναδά (Laberge-Nadeau, Maag, Bellavance, Lapierre, Desjardins, Messier, Saidi, 2001) και απευθύνεται σε δύο κατηγορίες, σε αυτή των χρηστών και σε αυτή των μη χρηστών κινητού τηλεφώνου, κατά την οδήγηση. Στόχος της έρευνας ήταν η **διερεύνηση της συσχέτισης μεταξύ**

της χρήσης κινητού τηλεφώνου και των οδικών ατυχημάτων. Στην έρευνα αυτή συμμετείχαν 17000 οδηγοί επιβατικών οχημάτων. Το ερωτηματολόγιο που συμπλήρωνε ο καθένας τους περιλάμβανε ερωτήσεις σχετικές με τις συνήθειες οδήγησης, την έκθεση σε κίνδυνο και τις ενέργειες που τείνουν να γίνουν επιβλαβείς για την οδική ασφάλεια.

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για την εκτίμηση της σχέσης μεταξύ επεξηγηματικών μεταβλητών και ατυχημάτων ήταν η **λογιστική – κανονική παλινδρόμηση** (logistic-normal regression). Μέσω αυτής, εκτιμήθηκε ο σχετικός κίνδυνος (σε ποσοστό οδηγών επί %) του να συμβεί τουλάχιστον ένα ατύχημα σε διάστημα ενός έτους και ενός μήνα για άντρες και γυναίκες.

Η ανάλυση έδειξε ότι η **πιθανότητα των συνολικών ατυχημάτων** και των ατυχημάτων με τραυματισμό εμφανίζεται υψηλότερη για χρήστες κινητού από ότι για τους μη χρήστες. Η πιθανότητα αυτή είναι 38% μεγαλύτερη για τους χρήστες κινητού (άντρες και γυναίκες). Το σημαντικότερο στοιχείο που βρέθηκε, είναι η συσχέτιση μεταξύ της συχνότητας χρήσης και της πιθανότητας ατυχήματος. Ο σχετικός κίνδυνος για συχνούς χρήστες κινητού είναι τουλάχιστον διπλάσιος σε σχέση με εκείνους που κάνουν περιορισμένη χρήση κινητού. Η τελευταία μάλιστα κατηγορία εμφανίζει ίδια ποσοστά σύγκρουσης με τους μη χρήστες κινητού κατά την οδήγηση.

Σε παρόμοιο πλαίσιο κινήθηκε και μια πιο πρόσφατη έρευνα που πραγματοποιήθηκε στο Πανεπιστήμιο της Girona, στην Ισπανία (Gras, Cunill, Sullman, Planes, Aymerich, Font-Mayolas, 2005), με συμμετέχοντες 371 εργαζομένους του Πανεπιστημίου. Μεταξύ άλλων, η έρευνα αυτή προσδοκούσε να αποτιμήσει τη σχέση μεταξύ της συχνότητας χρήσης κινητού κατά την οδήγηση και της εμπλοκής σε ατύχημα. Το Spearman's rank order test ανέδειξε μια σημαντική συσχέτιση μεταξύ της αναφερόμενης συχνότητας χρήσης κινητού σε αστικές οδούς και της εμπλοκής σε ατύχημα. Για περαιτέρω εξέταση της συσχέτισης αυτής επιστρατεύτηκε η **λογιστική παλινδρόμηση**. Εκτός από την αναφερόμενη συχνότητα χρήσης κινητού σε αστικές οδούς διερευνήθηκε και η επιρροή των δημογραφικών και

περιγραφικών μεταβλητών στην πρόβλεψη εμπλοκής σε ατύχημα. Τελικά καμία από τις ανωτέρω μεταβλητές δεν αποδείχθηκε να είναι σημαντικός παράγοντας εμπλοκής σε ατύχημα.

2.3.2 Κινητά τηλέφωνα και έκθεση σε κίνδυνο

Λογιστική παλινδρόμηση χρησιμοποιήθηκε και σε μια άλλη έρευνα ερωτηματολογίων που διενεργήθηκε για λογαριασμό του Πανεπιστημίου του Ελσίνκι της Φινλανδίας (Poysti, Rajalin and Summala, 2004). Το μέγεθος του δείγματος σε αυτή την έρευνα ανέρχεται στα 834 άτομα. Ως **εξαρτημένη μεταβλητή** θεωρήθηκαν οι κατά δήλωση επικίνδυνες καταστάσεις που έχουν βιώσει οι συμμετέχοντες, τους τελευταίους έξι μήνες, ενώ μιλούσαν στο κινητό κατά την οδήγηση. Οι **ανεξάρτητες μεταβλητές** ήταν οι εξής: ηλικία, φύλο, ετήσια διανύομενη απόσταση, συχνότητα χρήσης κινητού, επάγγελμα και αντίληψη του οδηγού για τις οδηγικές του ικανότητες.

Συνοψίζοντας τα **συμπεράσματα** της έρευνας, αναφέρεται ότι σχεδόν οι μισοί οδηγοί (44%) παραδέχονται ότι βίωσαν επικίνδυνες καταστάσεις, λόγω της χρήσης κινητού, τους τελευταίους έξι μήνες. Η πιο συχνά αναφερόμενη επικίνδυνη κατάσταση ήταν η στιγμιαία απόσπαση της προσοχής τους από την οδήγηση. Η λογιστική παλινδρόμηση έδειξε ότι η ηλικία, το επάγγελμα και η συχνότητα χρήσης κινητού μπορεί να συνδέονται με επικίνδυνες καταστάσεις. Τα νεότερα άτομα ηλικίας 18-24 ετών ανέφεραν ότι βρέθηκαν σε κίνδυνο οχτώ φορές πιο συχνά από άτομα μεγαλύτερης ηλικίας (64+ ετών). Όπως αναμενόταν, όσο αυξάνεται η συχνότητα χρήσης κινητού, αυξάνεται και η έκθεση σε κίνδυνο. Τέλος, το επάγγελμα φάνηκε να επηρεάζει την έκθεση σε επικίνδυνες καταστάσεις. Μάλιστα άτομα που κατείχαν διευθυντικές θέσεις ανέφεραν τρεις φορές πιο συχνή έκθεση σε κίνδυνο από ότι οι συνταξιούχοι.

Στη συνέχεια παραθέτονται συνοπτικά η μεθοδολογία και οι εξαρτημένες και ανεξάρτητες μεταβλητές που συσχετίστηκαν σε κάθε έρευνα.

ΕΡΕΥΝΕΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

$$Y = f(x_1, x_2, x_3 + \dots)$$

Εξαρτημένες μεταβλητές:

- U (ft/s) (velocity)= μέση ταχύτητα
- U (%) (velocity)= ποσοστό ταχύτητας που χάθηκε κατά το φρενάρισμα
- H (m) (headways)= απόσταση ασφαλείας από το προπορευόμενο όχημα
- lw (ft)(leeway)= παρέκκλιση πορείας
- lw (%)= ρυθμός παρέκκλισης πορείας
- DS (drivers safety)= ασφάλεια οδηγών (συγκρούσεις με άλλα οχήματα)
- acc (acceleration)= απόκλιση επιτάχυνσης
- O (overtaking)= αριθμός προσπεράσεων
- C (collision)= αριθμός συγκρούσεων
- Rt (sec) (reaction time)= χρόνος αντίδρασης σε ξαφνικό γεγονός
- accu (accuracy)= ευθυβολία
- RsT (sec) (respond time)= χρόνος απάντησης κλήσης
- W(sec)= χρόνος επανάκτησης του μισού της ταχύτητας
- BRT(s)= χρόνος αντίδρασης στο φρενάρισμα
- BF (%) (breaking force)= δύναμη με την οποία ο οδηγός φρενάρει

Ανεξάρτητες μεταβλητές:

- A (age)= ηλικία
- G (gender)= φύλο
- cph (cell phone)= διαδρομή με ή χωρίς κινητό
- h (handsfree/handheld)= τύπος κινητού
- stp (study period)= περίοδος παρατήρησης της κλήσης
- Cad (call duration)= διάρκεια κλήσης
- driven (driving environment)= οδικό περιβάλλον
- IDL= θέση εμφάνισης της ταυτότητας αυτού που καλεί
- c (curvature)= καμπυλότητα οδού
- a= αλκοόλ

Bogle (1999) - μέθοδος: t-test

Y= U(ft/s)	Y= DS	Y= lw (ft)
x ₁ =k	x ₁ =k	x ₁ =k

Haigney, Taylor, Westerman (1999) - μέθοδος: ANOVA

Y=U(ft/s)	Y= acc	Y= o	Y=c	Y=lw (ft)
x ₁ =stp	x ₁ =stp	x ₁ =stp	x ₁ =stp	x ₁ =stp
x ₂ =cph	x ₂ =cph	x ₂ =cph	x ₂ =cph	x ₂ =cph
x ₃ =h	x ₃ =h	x ₃ =h	x ₃ =h	x ₃ =h

Rosenbloom (2005) - μέθοδος: t-test & ANOVA

Y=U(ft/s)	Y=H (m)
x ₁ =cad	x ₁ =cad
x ₂ =cph	x ₂ =cph

Tornros & Bolling (2006) - μέθοδος: ANOVA (ω^2)

Y= Rt (sec)	Y= U(ft/s)
x ₁ =cph	x ₁ =cph
x ₂ =h	x ₂ =h
x ₃ =driven	x ₃ =driven

Wilcox (2004) - μέθοδος: t-test

Y= lw (ft)	Y= accu	Y= Rt (sec)
x ₁ =cph	x ₁ =cph	x ₁ =cph
x ₂ =driven	x ₂ =driven	x ₂ =driven

Alm & Nilsson (1993) - μέθοδος: ANOVA

Y= lw (ft)	Y= U(ft/s)	Y=Rt (sec)
x ₁ =cph	x ₁ =cph	x ₁ =cph
x ₂ =C	x ₂ =C	x ₂ =C

Nowakowski, Friedman, Green (2001) - μέθοδος: ANOVA

Y= RsT	2. Y= lw(%)	3. Y= lw(ft)	4. Y= U(ft/s)	5. Y= U(%)
x ₁ =A	x ₁ =A	x ₁ =A	x ₁ =A	x ₁ =A
x ₂ =G	x ₂ =G	x ₂ =G	x ₂ =G	x ₂ =G
x ₃ =IDL	x ₃ =IDL	x ₃ =IDL	x ₃ =IDL	x ₃ =IDL
x ₄ =C	x ₄ =C	x ₄ =C	x ₄ =C	x ₄ =C
x ₅ =cad	x ₅ =cad	x ₅ =cad	x ₅ =cad	x ₅ =cad

Strayer & Drews (2001) - μέθοδος: ANOVA & MANOVA

Y=H(m)	Y=U(ft/s)	Y=Rt (sec)	Y=W(sec)
x ₁ =A	x ₁ =A	x ₁ =A	x ₁ =A
x ₂ =cph	x ₂ =cph	x ₂ =cph	x ₂ =cph

Strayer & Drews & Crouch (2003) - μέθοδος: MANOVA

1.Y= H(m)	2.Y= U(ft/s)	3.Y= W(sec)	4.Y= BF (%)	5.Y= Rt (sec)
x ₁ =cph	x ₁ =cph	x ₁ =cph	x ₁ =cph	x ₁ =cph
x ₂ =a	x ₂ =a	x ₂ =a	x ₂ =a	x ₂ =a

ΕΡΕΥΝΕΣ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΩΝ**Εξαρτημένες μεταβλητές:**

- a/r (%) (accident risk)= Κίνδυνος ατυχημάτων
- a/p (accident possibility)= πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα
- cph (cell phone)= χρήση κινητού
- haz/sit (hazardous situations)= επικίνδυνες καταστάσεις κατά την οδήγηση

Ανεξάρτητες μεταβλητές:

- A (age)= ηλικία
- G (gender)= φύλο
- cph (cell phone)= χρήση κινητού
- driv/exp (driving experience)= εμπειρία οδήγησης

- oc (occupation)= επάγγελμα
- antd (annual travel distance)= ετήσια διανυόμενη απόσταση
- freq (frequency of use)= συχνότητα χρήσης κινητού

Laberge- Nadeau, Maag, Bellavance, Lapierre, Desjardins, Messier, Saidi (2001) - μέθοδος: κανονική λογιστική παλινδρόμηση (logistic - normal regression)

$Y = a/r (\%)$
$x_1 = cph$

Gras, Cunill, Sullman, Planes, Aymerich, Font- Mayolas (2005) - μέθοδος: λογιστική παλινδρόμηση (logistic regression)

$Y = a/p$
$x_1 = A$
$x_2 = G$
$x_3 = cph$
$x_4 = driv/exp$

Poysti, Rajalin, Sammala (2004) - μέθοδος: λογιστική παλινδρόμηση (logistic regression)

$Y = cph$	$Y = haz/sit$
$x_1 = A$	$x_1 = A$
$x_2 = G$	$x_2 = oc$
$x_3 = oc$	$x_3 = freq$
$x_4 = antd$	

Ακολούθως, πραγματοποιείται **σύνοψη των βασικών αποτελεσμάτων** των ερευνών που παρουσιάστηκαν. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στα αποτελέσματα που αφορούν στην ταχύτητα και στους χρονικούς διαχωρισμούς, καθώς αυτά είναι τα μεγέθη που εξετάζονται στην παρούσα Διπλωματική Εργασία.

Όσον αφορά **στην ταχύτητα**:

- Η ταχύτητα βρέθηκε μικρότερη κατά τη διάρκεια της κλήσης από ότι στις περιόδους πριν και μετά από αυτή. Οι οδηγοί ελαττώνουν ταχύτητα, στην προσπάθειά τους να αντισταθμίσουν τις αυξημένες πνευματικές απαιτήσεις, που προέρχονται από την χρήση κινητού (Haigney, Taylor and Westerman, 1999).
- Η ταχύτητα μειώθηκε κατά τη διάρκεια που οι οδηγοί μιλούσαν στο κινητό, σε σχέση με τη φάση που δε μιλούσαν, χωρίς ωστόσο η μεταβολή αυτή να είναι σημαντική (Rosenbloom, 2005).
- Η ταχύτητα βρέθηκε μειωμένη κατά 18% για τους οδηγούς που επιδίδονταν σε τηλεφωνική συνομιλία, σε σχέση με εκείνους που δεν έκαναν χρήση κινητού (Strayer & Drews, 2001).
- Η ταχύτητα φάνηκε να επηρεάζεται σημαντικά από τη διάρκεια της κλήσης. Συγκεκριμένα, οι οδηγοί που έλαβαν σύντομες κλήσεις μείωσαν την ταχύτητά τους από τα 105km/h στα 100,71km/h. Σε αντίθεση με αυτούς, οι οδηγοί που επιδόθηκαν σε μακρές κλήσεις αύξησαν την ταχύτητά τους από τα 105,56km/h στα 109,44km/h (Rosenbloom, 2005).
- Η ταχύτητα διατηρήθηκε σταθερή κατά την οδήγηση με χρήση κινητού με σύστημα ακουστικών και μικροφώνου (Wilcox, 2004).
- Η ταχύτητα επηρεάζεται εξαιρετικά σημαντικά από το οδικό περιβάλλον. Η ταχύτητα έλαβε τη μικρότερη τιμή της στο αστικό δίκτυο υψηλής συνθετότητας. Η συνομιλία μέσω συσκευής χειρός επέφερε ελάττωση στην ταχύτητα σε όλα τα περιβάλλοντα, ενώ η συνομιλία μέσω συσκευής ακουστικών και μικροφώνου έφερε παρόμοιο αποτέλεσμα μόνο στο υπεραστικό δίκτυο και στο αστικό δίκτυο υψηλής συνθετότητας (Tornros, Bolling, 2006).

- Η ταχύτητα επηρεάζεται από τη δυσκολία της διαδρομής. Η ελάττωση της ταχύτητας των οδηγών που μιλούσαν και εκείνων που δε μιλούσαν είναι στατιστικά σημαντική για την εύκολη διαδρομή, ενώ δεν αγγίζει τη στατιστική σημαντικότητα για τη δύσκολη διαδρομή (Alm and Nilsson, 1993).
- Η ταχύτητα φάνηκε να επηρεάζεται σημαντικά από την ηλικία. Οι νέοι οδηγοί δεν παρουσίασαν καμιά διαφορά στην ταχύτητα, σε αντίθεση με τους ηλικιωμένους οδηγούς, που ελάττωναν την ταχύτητα όσο δυσκόλευε η διαδρομή (Nowakowski, Friedman, Green, 2001).
- Η ταχύτητα επηρεάζεται από το φύλο, καθώς οι ηλικιωμένες γυναίκες παρουσίασαν μειωμένη ταχύτητα σε σχέση με τους άντρες της ίδιας ηλικιακής ομάδας (Nowakowski, Friedman, Green, 2001).

Όσον αφορά **στους χρονικούς διαχωρισμούς:**

- Ελαττώθηκαν κατά ένα σημαντικό, στατιστικά, βαθμό από ένα μέσο όρο των 8,39m κατά τη φάση χωρίς χρήση κινητού στο μέσο όρο των 6,30m κατά τη χρήση κινητού (Rosenbloom, 2005).
- Δε φάνηκε να τους επηρεάζει σημαντικά η διάρκεια κλήσης (Rosenbloom, 2005).
- Βρέθηκαν κατά 12% μεγαλύτεροι για τους οδηγούς που έκαναν χρήση του κινητού σε σχέση με εκείνους που δεν έκαναν (Strayer & Drews, 2001).

Τέλος, προέκυψαν ορισμένα αξιόλογα αποτελέσματα σχετικά με το **χρόνο αντίδρασης**. Αυτά έδειξαν σημαντική επιρροή της τηλεφωνικής συνομιλίας στο χρόνο αντίδρασης, ο οποίος αυξάνεται λόγω της συνομιλίας μέσω κινητού σε όλα τα περιβάλλοντα, ανεξαρτήτως του τύπου του κινητού (Torpas, Bolling, 2006). Σχετικά μικρή επιρροή του φάνηκε να έχει το οδικό περιβάλλον στον χρόνο αντίδρασης. Συγκεκριμένα βρέθηκε μεγαλύτερος στο σύνθετο αστικό περιβάλλον από ότι στα υπόλοιπα. Σημαντική επιρροή στο χρόνο αντίδρασης έχει και ο τύπος του χρησιμοποιούμενου κινητού, καθώς εμφανίστηκε κατά 181% μικρότερος για τη χρήση κινητού τηλεφώνου με

σύστημα ακουστικών και μικροφώνου από ότι για τη συσκευή χειρός (Wilcox, 2004). Σύμφωνα με τους Alm και Nilsson (1993),σημαντικός παράγων επιρροής στον χρόνο αντίδρασης αναδείχθηκε η καμπυλότητα της οδού, σε αντίθεση με τη χρήση κινητού, η οποία δε φάνηκε να έχει σημαντική επιρροή. Τέλος, σύμφωνα με τους Strayer και Drews (2001), ο χρόνος αντίδρασης ενός νέου που οδηγεί και παράλληλα χρησιμοποιεί το κινητό τηλέφωνο βρέθηκε ίσος προς τον χρόνο αντίδρασης ενός ηλικιωμένου, ο οποίος δεν χρησιμοποιεί κινητό τηλέφωνο κατά την οδήγηση.

2.4 ΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκαν οι σημαντικότερες από ένα πλήθος ερευνών που αφορούν στις επιπτώσεις της χρήσης κινητού τηλεφώνου, κατά την οδήγηση, στην κυκλοφορία και την οδική ασφάλεια. Όλες οι έρευνες εστίασαν στη μελέτη της συμπεριφοράς των οδηγών που χρησιμοποιούν το κινητό τους τηλέφωνο κατά την οδήγηση. Ενδιαφέρον παρουσίασαν οι έρευνες στις οποίες διαφοροποιούνταν και ένας ακόμα παράγοντας όπως, το περιβάλλον της οδού, η ηλικία του οδηγού, η δυσκολία της διαδρομής.

Συμπερασματικά προκύπτει ότι η χρήση κινητού επιφέρει αναμφίβολα μεταβολή στην συμπεριφορά των οδηγών. Μπορεί σε κάποιες περιπτώσεις τα αποτελέσματα των ερευνών να διαφέρουν αριθμητικά, δείχνουν όμως μια γενική τάση στη μεταβολή των διαφόρων παραμέτρων. Αναφέρεται ότι προέκυψαν και συμπεράσματα που αφορούν σε μεγέθη ποιοτικά, των οποίων η μέτρηση είναι δύσκολο να πραγματοποιηθεί με έναν κωδικοποιημένο και αντικειμενικό τρόπο. Πρόκειται περισσότερο για εκτιμήσεις, παρά για μετρήσεις και επομένως θα πρέπει να θεωρηθούν με κάποια επιφύλαξη.

Υπογραμμίζεται ότι, από τις έρευνες που εντοπίστηκαν, ελάχιστες ήταν εκείνες που πραγματοποιήθηκαν σε πραγματικό οδικό περιβάλλον καθώς οι περισσότερες αφορούν σε εικονικές συνθήκες οδήγησης. Συνεπώς, τα αποτελέσματα στα οποία κατέληξαν δε μπορούν να υιοθετηθούν άκριτα για τις

πραγματικές οδικές και κυκλοφοριακές συνθήκες. Επιπρόσθετα, όπως διαπιστώθηκε μέσα από την αναζήτηση βιβλιογραφικών πηγών, ποτέ μέχρι σήμερα δεν έχει διεξαχθεί, στην Ελλάδα, έρευνα σχετική με την επιρροή της χρήσης κινητού στην κυκλοφορία και την οδική ασφάλεια. Δεδομένης της σημασίας του ζητήματος αυτού, στο πλαίσιο της παρούσας Διπλωματικής καταβλήθηκε προσπάθεια να διερευνηθεί η επιρροή της χρήσης κινητού στην οδήγηση, με πείραμα που πραγματοποιήθηκε σε δείγμα νέων οδηγών, όπως θα αναλυθεί στα επόμενα κεφάλαια.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο κεφάλαιο αυτό, που αφορά στο θεωρητικό υπόβαθρο, παρουσιάζεται η θεωρία στην οποία βασίζεται η στατιστική ανάλυση της διπλωματικής εργασίας. Η μέθοδος που αρχικά επιλέχθηκε για την ανάλυση των στοιχείων ήταν η γραμμική παλινδρόμηση (linear regression). Ο κύριος λόγος στον οποίο στηρίχθηκε η επιλογή της μεθόδου αυτής συνίσταται στο ότι, οι εξαρτημένες μεταβλητές του προβλήματός (ταχύτητα διαδρομής και χρονικοί διαχωρισμοί) αφενός λαμβάνουν συνεχείς τιμές και αφετέρου ακολουθούν κανονική κατανομή. Ένας πρόσθετος λόγος που οδήγησε στη χρήση της μεθόδου αυτής είναι ότι, πρόκειται περί μιας απλής, ευρέως χρησιμοποιούμενης μεθόδου πρόβλεψης κάποιας μεταβλητής. Στην πορεία αναζήτησης μιας καλύτερης συσχέτισης μεταξύ των μεταβλητών επιλέχθηκε η λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση (lognormal regression). Στη συνέχεια του κεφαλαίου αυτού, και αφού γίνει αναφορά σε κάποιες βασικές στατιστικές έννοιες, αναλύονται τα επιμέρους θεωρητικά στοιχεία που αφορούν τόσο στην γραμμική όσο και στην λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση καθώς και στα κριτήρια αποδοχής ενός προτύπου. Τέλος, αναπτύσσονται κάποιες βασικές λειτουργίες του ειδικού στατιστικού λογισμικού που χρησιμοποιήθηκε.

3.2 Βασικές Έννοιες της Στατιστικής

Ο όρος **πληθυσμός** (population) αναφέρεται στο σύνολο των παρατηρήσεων του χαρακτηριστικού που ενδιαφέρει τη στατιστική έρευνα. Πρόκειται για ένα σύνολο στοιχείων που είναι τελείως καθορισμένα. Ένας πληθυσμός μπορεί να είναι *πραγματικός*, ή *θεωρητικός*.

Ο όρος **δείγμα** (sample) αναφέρεται σε ένα υποσύνολο του πληθυσμού. Οι περισσότερες στατιστικές έρευνες στηρίζονται σε δείγματα, αφού οι ιδιότητες του πληθυσμού είναι συνήθως αδύνατο να καταγραφούν. Όλα τα στοιχεία

που ανήκουν στο δείγμα ανήκουν και στον πληθυσμό, χωρίς να ισχύει το αντίστροφο. Τα συμπεράσματα που θα προκύψουν από τη μελέτη του δείγματος θα ισχύουν με ικανοποιητική ακρίβεια για ολόκληρο τον πληθυσμό μόνο εάν το δείγμα είναι αντιπροσωπευτικό του πληθυσμού.

Με τον όρο **μεταβλητές** (variables) εννοούνται τα χαρακτηριστικά που ενδιαφέρουν να μετρηθούν και να καταγραφούν σε ένα σύνολο ατόμων. Οι μεταβλητές διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες:

(α) Ποιοτικές μεταβλητές (qualitative variables). Είναι οι μεταβλητές των οποίων οι δυνατές τιμές είναι κατηγορίες διαφορετικές μεταξύ τους. Η χρήση αριθμών για την παράσταση των τιμών μίας τέτοιας μεταβλητής είναι καθαρά συμβολική και δεν έχει την έννοια της μέτρησης. Η οικογενειακή κατάσταση είναι μια τέτοια μεταβλητή.

(β) Ποσοτικές μεταβλητές (quantitative variables). Είναι οι μεταβλητές με τιμές αριθμούς, που όμως έχουν τη σημασία της μέτρησης. Η ηλικία και ο αριθμός παιδιών μιας οικογένειας συνιστούν τέτοιες μεταβλητές. Οι ποσοτικές μεταβλητές διακρίνονται με τη σειρά τους σε δύο μεγάλες κατηγορίες τις **διακριτές (ή ασυνεχείς)** και τις **συνεχείς**.

Σε μία διακριτή μεταβλητή η μικρότερη μη μηδενική διαφορά που μπορούν να έχουν δύο τιμές της είναι σταθερή ποσότητα. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι ο αριθμός των μελών της οικογένειας. Αντίθετα, σε μία συνεχή μεταβλητή δύο τιμές μπορούν να διαφέρουν κατά οποιαδήποτε μικρή ποσότητα. Ως παράδειγμα αναφέρουμε την ηλικία, για την οποία η διαφορά ανάμεσα σε δύο τιμές θα μπορούσε να είναι χρόνια, μήνες, ημέρες, ώρες, λεπτά, δευτερόλεπτα. Στην πράξη, συνεχής θεωρείται μια μεταβλητή όταν μπορεί να πάρει όλες τις τιμές σε ένα διάστημα, διαφορετικά θεωρείται διακριτή.

Μέτρα κεντρικής τάσης (measures of central tendency): Σε περίπτωση ανάλυσης ενός δείγματος x_1, x_2, \dots, x_n η μέση τιμή υπολογίζεται σύμφωνα με τη σχέση:

$$\bar{x} = (x_1 + x_2 + \dots + x_n) / n = (1/n) \cdot \sum_{i=1}^n (x_i)$$

Μέτρα διασποράς και μεταβλητότητας (measures of variability): Στην περίπτωση όπου τα δεδομένα αποτελούν ένα δείγμα, η **διακύμανση** συμβολίζεται με s^2 και διαιρείται με $(n-1)$:

$$s^2 = [1/(n-1)] \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

όπου \bar{x} ο δειγματικός μέσος, δηλαδή η μέση τιμή των παρατηρήσεων στο δείγμα.

Η μαθηματική σχέση που δίνει την **τυπική απόκλιση** του δείγματος είναι:

$$s = (s^2)^{1/2} = [(\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2) / (n-1)]^{1/2}$$

Για την περίπτωση συμμετρικά κατανεμημένου δείγματος δεδομένων, σύμφωνα με έναν εμπειρικό κανόνα προκύπτει ότι το διάστημα:

- $(-s, +s)$ περιέχει περίπου το 68% των δεδομένων
- $(-2s, +2s)$ περιέχει περίπου το 95% των δεδομένων
- $(-3s, +3s)$ περιέχει περίπου το 99% των δεδομένων

Συνδιακύμανση (covariance of the two variables): Αποτελεί ένα μέτρο της σχέσης μεταξύ δύο περιοχών δεδομένων.

$$\text{cov}(X, Y) = [1/(n-1)] \cdot \sum_{i=1}^n [(x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})]$$

Μέτρα αξιοπιστίας:

- **Επίπεδο εμπιστοσύνης:** η αναλογία των περιπτώσεων που μια εκτίμηση θα είναι σωστή.
- **Επίπεδο σημαντικότητας:** η αναλογία των περιπτώσεων που ένα συμπέρασμα είναι εσφαλμένο.

3.3 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ- ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ

Στη συνέχεια θεωρούνται δύο τυχαίες και συνεχείς μεταβλητές X, Y . Ο βαθμός της γραμμικής συσχέτισης των δύο αυτών μεταβλητών X και Y με διασπορά σ_X^2 και σ_Y^2 αντίστοιχα και συνδιασπορά $\sigma_{XY} = \text{Cov}[X, Y]$ καθορίζεται με τον **συντελεστή συσχέτισης** (correlation coefficient) ρ ο οποίος ορίζεται ως:

$$\rho = (\sigma_{XY} / \sigma_X) \cdot (1/\sigma_Y)$$

Ο συντελεστή συσχέτισης ρ εκφράζει το βαθμό και τον τρόπο που οι δύο μεταβλητές συσχετίζονται. Δεν εξαρτάται από τη μονάδα μέτρησης των X και Y και παίρνει τιμές στο διάστημα $[-1, 1]$. Τιμές κοντά στο 1 δηλώνουν ισχυρή θετική συσχέτιση, τιμές κοντά στο -1 δηλώνουν ισχυρή αρνητική συσχέτιση και τιμές κοντά στο 0 δηλώνουν γραμμική ανεξαρτησία των X και Y .

Η εκτίμηση του συντελεστή συσχέτισης ρ γίνεται με την αντικατάσταση στην ανωτέρω εξίσωση της συνδιασποράς σ_{XY} και των διασπορών σ_X, σ_Y , από όπου προκύπτει τελικά η έκφραση της εκτιμήτριας r :

$$r(X, Y) = [\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})] / [(\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2)^{1/2} \cdot (\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2)^{1/2}]$$

3.4 ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ

Όπως γνωρίζουμε από τη θεωρία της στατιστικής για να μελετήσουμε τα διάφορα στατιστικά μεγέθη πρέπει να γνωρίζουμε τη μορφή της κατανομής που ακολουθούν οι τιμές τους. Μια από τις πιο σημαντικές κατανομές πιθανότητας για συνεχείς μεταβλητές είναι η κανονική κατανομή ή κατανομή του Gauss. Η συνάρτηση πυκνότητας της κατανομής αυτής είναι :

$$f(x) = (1 / \sigma \cdot (2\pi)^{1/2}) \cdot e^{[-(x-\mu)^2 / 2\sigma^2]}$$

όπου μ και σ είναι σταθερές ίσες με τη μέση τιμή και την τυπική απόκλιση, αντίστοιχα.

3.5 ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ

3.5.1 Γραμμική Παλινδρόμηση

Ο κλάδος της στατιστικής, ο οποίος εξετάζει τη σχέση μεταξύ δύο ή περισσότερων μεταβλητών, ώστε να είναι δυνατή η πρόβλεψη της μιας από τις υπόλοιπες, ονομάζεται **ανάλυση παλινδρόμησης** (regression analysis). Με τον όρο εξαρτημένη μεταβλητή εννοείται η μεταβλητή της οποίας η τιμή πρόκειται να προβλεφθεί, ενώ με τον όρο ανεξάρτητη γίνεται αναφορά σε εκείνη τη 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 μια στατιστική διαδικασία που συμβάλλει στην ανάπτυξη εξισώσεων που περιγράφουν τη σχέση μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών και της εξαρτημένης. Επισημαίνεται ότι η επιλογή της μεθόδου ανάπτυξης ενός μοντέλου βασίζεται στο αν η εξαρτημένη μεταβλητή είναι συνεχές ή διακριτό μέγεθος.

Στην περίπτωση που η εξαρτημένη μεταβλητή είναι συνεχές μέγεθος και ακολουθεί κανονική κατανομή χρησιμοποιείται η μέθοδος της γραμμικής παλινδρόμησης. Η απλούστερη περίπτωση γραμμικής παλινδρόμησης είναι η **απλή γραμμική παλινδρόμηση** (simple linear regression).

Στην απλή γραμμική παλινδρόμηση υπάρχει μόνο μία ανεξάρτητη μεταβλητή X και μία εξαρτημένη μεταβλητή Y , που προσεγγίζεται ως μια γραμμική συνάρτηση του X . Η τιμή y_i της Y , για κάθε τιμή της x_i της X , δίνεται από την σχέση:

$$y_i = \alpha + \beta \cdot x_i + \varepsilon_i$$

Το πρόβλημα της παλινδρόμησης είναι η εύρεση των παραμέτρων α και β που εκφράζουν καλύτερα τη γραμμική εξάρτηση της Y από τη X . Κάθε ζεύγος τιμών (α, β) καθορίζει μια διαφορετική γραμμική σχέση που εκφράζεται γεωμετρικά από ευθεία γραμμή και οι δύο παράμετροι ορίζονται ως εξής:

- Ο σταθερός όρος α είναι η τιμή του y για $x=0$
- Ο συντελεστής β του x είναι η κλίση (slope) της ευθείας ή αλλιώς ο **συντελεστής παλινδρόμησης** (regression coefficient). Εκφράζει την μεταβολή της μεταβλητής Y όταν η μεταβλητή X μεταβληθεί κατά μια μονάδα.

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

Για την ανάλυση της γραμμικής παλινδρόμησης γίνονται οι παρακάτω υποθέσεις:

- Η μεταβλητή X είναι ελεγχόμενη για το πρόβλημα που μελετάμε, δηλαδή γνωρίζουμε τις τιμές της χωρίς καμιά αμφιβολία.
- 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 $E(\epsilon_i) = 0$ και $\text{Var}(\epsilon_i) = \sigma_\epsilon^2$

Οι παραπάνω υποθέσεις για γραμμική σχέση και σταθερή διασπορά αποτελούν χαρακτηριστικά πληθυσμών με κανονική κατανομή. Συνήθως, λοιπόν, σε προβλήματα γραμμικής παλινδρόμησης υποθέτουμε ότι η δεσμευμένη κατανομή της Y είναι κανονική.

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:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_{1i} + \beta_2 \cdot x_{2i} + \beta_3 \cdot x_{3i} + \dots + \beta_k \cdot x_{ki} + \epsilon_i.$$

Οι υποθέσεις της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης είναι ίδιες με εκείνες της απλής γραμμικής παλινδρόμησης, δηλαδή υποθέτει κανείς ότι τα σφάλματα ϵ_i της παλινδρόμησης (όπως και η τυχαία μεταβλητή Y για κάθε τιμή της X) ακολουθούν κανονική κατανομή με σταθερή διασπορά. Γενικά το πρόβλημα και η εκτίμηση της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης δεν διαφέρει ουσιαστικά από εκείνο της απλής γραμμικής παλινδρόμησης. Ένα καινούριο στοιχείο στην πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση είναι ότι πριν προχωρήσει κανείς στην εκτίμηση των παραμέτρων πρέπει να ελέγξει αν πράγματι πρέπει να συμπεριληφθούν όλες οι ανεξάρτητες μεταβλητές στο μοντέλο. Εκείνο που απαιτείται να εξασφαλιστεί είναι η μηδενική συσχέτιση των ανεξάρτητων μεταβλητών ($\rho(x_i, x_j) \forall i \neq j \rightarrow 0$).

3.5.2 Λογαριθμοκανονική Παλινδρόμηση

Στην πορεία αναζήτησης μιας καταλληλότερης μεθόδου επιλέχθηκε η **λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση** (lognormal regression). Μέσω της μεθόδου αυτής δίνεται η δυνατότητα ανάπτυξης ενός μοντέλου που συσχετίζει δύο ή περισσότερες μεταβλητές. Η σχέση που συνδέει την εξαρτημένη με τις ανεξάρτητες μεταβλητές είναι και αυτή γραμμική. Η διαφορά της από την γραμμική παλινδρόμηση είναι ότι εδώ ενδιαφέρει ο φυσικός λογάριθμος της εξαρτημένης μεταβλητής. Η μαθηματική σχέση που περιγράφει τη μέθοδο αυτή είναι η εξής:

$$\text{Log } y_i = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_{1i} + \beta_2 \cdot x_{2i} + \beta_3 \cdot x_{3i} + \dots + \beta_k \cdot x_{ki} + \varepsilon_i$$

Όπου,

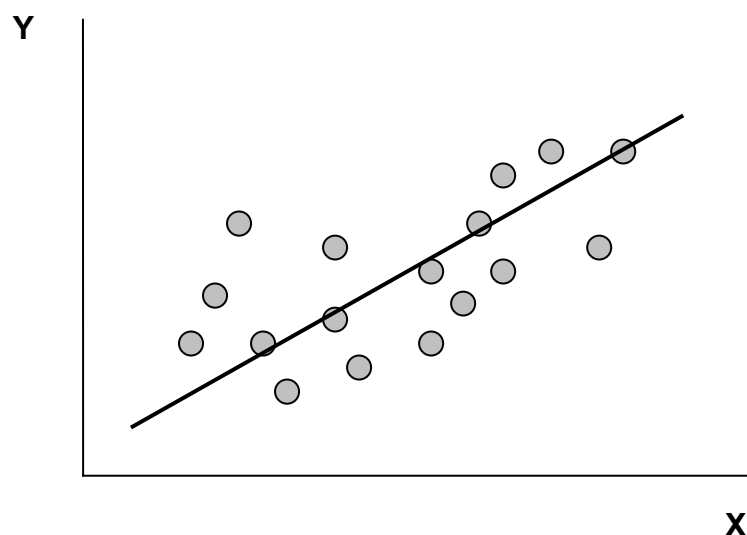
y : είναι η εξαρτημένη μεταβλητή και

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_k$: είναι οι συντελεστές μερικής παλινδρόμησης

3.5.3 Εκτίμηση των παραμέτρων

Η εκτίμηση των παραμέτρων του μοντέλου τόσο της πολλαπλής γραμμικής όσο και της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης γίνεται με τη **μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων** (method of least squares). Ο προσδιορισμός των β_i , δίνει μια προσεγγιστική ευθεία, που συνδέει τις τιμές της μεταβλητής Y δοθέντων των τιμών της X .

Η ευθεία που προκύπτει λέγεται **ευθεία παλινδρόμησης της Y πάνω στην X** . Σκοπός είναι το άθροισμα των τετραγώνων των κατακόρυφων αποστάσεων των σημείων (X, Y) από την ευθεία να είναι ελάχιστο. Στην επόμενη σελίδα δίνεται ένα ενδεικτικό διάγραμμα της ευθείας ελαχίστων τετραγώνων.



ΓΡΑΦΗΜΑ 3.1: Ευθεία ελαχίστων τετραγώνων

3.6 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο εδάφιο, οι **βασικές προϋποθέσεις** που εξετάζονται **πριν την ανάπτυξη ενός μοντέλου** αφορούν καταρχήν στην κανονικότητα. Βάσει της προϋπόθεσης αυτής, απαιτείται οι τιμές της μεταβλητής Y να ακολουθούν κανονική κατανομή.

Η συσχέτιση των ανεξάρτητων μεταβλητών αποτελεί τη δεύτερη βασική προϋπόθεση. Σύμφωνα με αυτή, οι ανεξάρτητες μεταβλητές πρέπει να είναι γραμμικώς ανεξάρτητες μεταξύ τους ($\rho(X_i, X_j) = 0 \forall i \neq j$), γιατί σε αντίθετη περίπτωση δεν είναι δυνατή η εξακρίβωση της επιρροής της κάθε μεταβλητής στο αποτέλεσμα. Αν δηλαδή, σε ένα μοντέλο εισάγονται δύο μεταβλητές που σχετίζονται μεταξύ τους εμφανίζονται προβλήματα μεροληψίας και επάρκειας.

Τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση ενός μοντέλου **μετά τη διαμόρφωσή του** είναι τα πρόσημα και οι τιμές των συντελεστών β_i της εξίσωσης, η στατιστική σημαντικότητα, η ποιότητα του μοντέλου και το σφάλμα της εξίσωσης.

Όσον αφορά στους **συντελεστές της εξίσωσης**, θα πρέπει να υπάρχει δυνατότητα λογικής ερμηνείας των προσήμων τους. Το θετικό πρόσημο του συντελεστή δηλώνει αύξηση της εξαρτημένης μεταβλητής με την αύξηση της ανεξάρτητης. Αντίθετα, αρνητικό πρόσημο συνεπάγεται μείωση της εξαρτημένης μεταβλητής με την αύξηση της ανεξάρτητης. Για παράδειγμα, στην περίπτωση που η ταχύτητα διαδρομής αποτελεί την ανεξάρτητη και οι χρονικοί διαχωρισμοί την εξαρτημένη μεταβλητή του μοντέλου θα πρέπει ο συντελεστής β_i της ταχύτητας να έχει αρνητικό πρόσημο. Η τιμή του συντελεστή θα πρέπει και αυτή να ερμηνεύεται λογικά δεδομένου ότι, αύξηση της ανεξάρτητης μεταβλητής (x_i) κατά μία μονάδα επιφέρει αύξηση της εξαρτημένης κατά β_i μονάδες. Στην περίπτωση που η αύξηση αυτή εκφράζεται σε ποσοστά τότε αναφερόμαστε στην ελαστικότητα (elasticity).

Η ελαστικότητα αντικατοπτρίζει την ευαισθησία μιας εξαρτημένης μεταβλητής Y στην μεταβολή μιας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών. Είναι πολλές φορές ορθότερο να εκφραστεί η ευαισθησία ως ποσοστιαία μεταβολή της εξαρτημένης μεταβλητής που προκαλεί η 1% μεταβολή της ανεξάρτητης. Η ελαστικότητα, για γραμμικά πρότυπα, δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$e_i = (\Delta Y_i / \Delta X_i) \cdot (X_i / Y_i) = \beta_i \cdot (X_i / Y_i)$$

Η **στατιστική εμπιστοσύνη του μοντέλου** αξιολογείται μέσω του ελέγχου **t-test** (κριτήριο t της κατανομής student). Με τον δείκτη t προσδιορίζεται η στατιστική σημαντικότητα των ανεξάρτητων μεταβλητών, καθορίζονται δηλαδή ποιες μεταβλητές θα συμπεριληφθούν στο τελικό μοντέλο. Ο συντελεστής t εκφράζεται με τη σχέση:

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

Όπου, $s.e$: τυπικό λάθος (standard error)

Βάσει της ανωτέρω σχέσης, όσο μειώνεται το τυπικό σφάλμα αυξάνεται ο συντελεστής t_{stat} και συνεπώς αυξάνεται η επάρκεια (efficiency). Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του t , τόσο μεγαλύτερη είναι η επιρροή της συγκεκριμένης μεταβλητής στο τελικό αποτέλεσμα. Στον πίνακα που δίνεται στη συνέχεια παρουσιάζονται οι κρίσιμες τιμές του συντελεστή t (t^*) για κάθε επίπεδο εμπιστοσύνης.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1: Κρίσιμες τιμές του συντελεστή t

Βαθμός Ελευθερίας	Επίπεδο Εμπιστοσύνης				
	0.90	0.95	0.975	0.99	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

Έτσι για μέγεθος δείγματος περί τα 80 και επίπεδο εμπιστοσύνης 95% είναι $t^* = 1,7$ και για επίπεδο εμπιστοσύνης 90% είναι $t^* = 1,3$. Αν λοιπόν έχουμε $t = -3,2$ για κάποια ανεξάρτητη μεταβλητή X_i τότε παρατηρείται ότι η απόλυτη τιμή του t είναι μεγαλύτερη από την τιμή του t^* (1,7) και άρα είναι αποδεκτή η μεταβλητή ως στατιστικά σημαντική για το 95% των περιπτώσεων.

Μετά τον έλεγχο της στατιστικής εμπιστοσύνης, εξετάζεται η **ποιότητα του μοντέλου**. Η ποιότητα του μοντέλου καθορίζεται βάσει του **συντελεστή προσαρμογής R^2** . Ο συντελεστής R^2 χρησιμοποιείται ως κριτήριο καλής προσαρμογής των δεδομένων στο γραμμικό μοντέλο και ορίζεται από τη σχέση:

$$R^2 = SSR / SST$$

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

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

Ο συντελεστής αυτός εκφράζει το ποσοστό της μεταβλητότητας της μεταβλητής Y που εξηγείται από την μεταβλητή X . Λαμβάνει τιμές από 0 έως 1. Όσο πιο κοντά βρίσκεται η τιμή του R^2 στην μονάδα, τόσο πιο ισχυρή γίνεται η γραμμική σχέση εξάρτησης των μεταβλητών Y και X . Ο συντελεστής R^2 έχει συγκριτική αξία. Αυτό σημαίνει ότι δεν υπάρχει συγκεκριμένη τιμή του R^2 που είναι αποδεκτή ή απορριπτέα, αλλά μεταξύ δύο ή περισσότερων μοντέλων επιλέγεται ως καταλληλότερο εκείνο με τη μεγαλύτερη τιμή του R^2 .

Θα πρέπει να τονιστεί ότι χρειάζεται προσοχή στη χρησιμοποίηση του r και του R^2 . Το R^2 μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέτρο ισχυρότητας της γραμμικής σχέσης ανεξάρτητα από το αν το X παίρνει καθορισμένες τιμές ή αν είναι τυχαία μεταβλητή. Αντίθετα το r μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο αν το Y και το X είναι τυχαίες μεταβλητές. Επομένως, στην παρούσα Διπλωματική Εργασία που οι ανεξάρτητες μεταβλητές είναι καθορισμένες, χρησιμοποιείται ο συντελεστής R^2 , ως κριτήριο καταλληλότητας του μοντέλου.

Όσον αφορά στο **σφάλμα** της εξίσωσης του μοντέλου, αυτό θα πρέπει να πληροί τρεις προϋποθέσεις:

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

Αναφέρεται ότι η διασπορά του σφάλματος εξαρτάται από το συντελεστή προσδιορισμού R^2 . Όσο μεγαλύτερο είναι το R^2 τόσο μικρότερη είναι η διασπορά του σφάλματος, δηλαδή τόσο καλύτερη είναι η πρόβλεψη που βασίζεται στην ευθεία παλινδρόμησης.

3.7 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΕΙΔΙΚΟΥ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων που συγκεντρώθηκαν έγινε με τη χρήση ειδικού στατιστικού λογισμικού. Αφού καταχωρήθηκαν τα δεδομένα σε πίνακες, μεταφέρθηκαν στο στατιστικό λογισμικό στο πεδίο δεδομένων και ακολουθήθηκαν οι ενέργειες που συνοπτικά παρουσιάζονται στη συνέχεια.

Αρχικά, καθορίστηκαν οι μεταβλητές στο πεδίο μεταβλητών (*variable view*). Εκεί δίνονται οι ονομασίες και καθορίζονται οι ιδιότητές τους (όνομα, τύπος μεταβλητής, αριθμός ψηφίων, κωδικοποίηση τιμών κ.α). Είναι σημαντικό να γίνει διάκριση των μεταβλητών σε συνεχείς (*scale*), διατεταγμένες (*ordinal*) και διακριτές (*nominal*).

Στη συνέχεια χρησιμοποιείται η εντολή **Analyze** για τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων. Η εντολή αυτή περιλαμβάνει τις παρακάτω επιλογές:

- **Descriptive Statistics:** Διαδικασίες για την παραγωγή περιγραφικών αποτελεσμάτων. Εδώ βρίσκεται η επιλογή **Options**. Πρόκειται για χρήσιμες στατιστικές περιγραφικές συναρτήσεις (μέσος, τυπική απόκλιση, μέγιστο, ελάχιστο).
- **Correlate:** Η διαδικασία που μετράει τη συσχέτιση ανάμεσα σε ζευγάρια μεταβλητών. Από εδώ επιλέγεται η εντολή **Bivariate correlations**. Οι μεταβλητές που ενδιαφέρουν εισάγονται στο πλαίσιο *Variables* και χρησιμοποιείται ο συντελεστής συσχέτισης **Pearson** αν πρόκειται για συνεχείς μεταβλητές και ο συντελεστής συσχέτισης **Spearman** αν πρόκειται για διακριτές μεταβλητές.
- **Regression:** Η διαδικασία εκτελεί διάφορα είδη αναλύσεων παλινδρόμησης, μία εκ των οποίων είναι η γραμμική (**Linear**) που επιλέξαμε για την ανάλυση των δεδομένων μας. Η μεταβλητή που ενδιαφέρει (εξαρτημένη μεταβλητή) εισάγεται στο πλαίσιο *Dependent*. Οι επεξηγηματικές μεταβλητές με τις οποίες θα εξηγηθεί η μεταβλητότητα της

εξαρτημένης μεταβλητής, εισάγονται στο πλαίσιο Independent(s). Στο πλαίσιο Method μπορεί να επιλεγεί μια μέθοδος για τη βέλτιστη επιλογή επεξηγηματικών μεταβλητών. Αυτή συνήθως αφήνεται Enter που σημαίνει ότι στο μοντέλο εισέρχονται όσες μεταβλητές βρίσκονται στο πλαίσιο Independent(s) με τη σειρά που γράφονται εκεί.

Τέλος, τα αποτελέσματα εμφανίζονται στα δεδομένα εξόδου. Για τον έλεγχο καταλληλότητας του μοντέλου εφαρμόζονται τα κριτήρια που προαναφέρθηκαν. Επιδιώκεται:

- Ο συντελεστής συσχέτισης R^2 να είναι κατά το δυνατό μεγαλύτερος
- Οι τιμές και τα πρόσημα των συντελεστών παλινδρόμησης β_i να μπορούν να εξηγηθούν λογικά
- Ο σταθερός όρος της εξίσωσης, που εκφράζει το σύνολο των παραμέτρων που δε λήφθηκαν υπόψη, να είναι κατά το δυνατό μικρότερος
- Η τιμή του στατιστικού ελέγχου t να είναι μεγαλύτερη από την τιμή 1,7 για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% και
- Το επίπεδο σημαντικότητας να είναι μικρότερο από 5%.

ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ**4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Μετά τη βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών συναφών με το αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, αναπτύχθηκε το θεωρητικό υπόβαθρο που οδήγησε στην επιλογή μιας κατάλληλης μεθόδου ανάλυσης. Αφού επιλέχθηκαν η γραμμική και η λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση, ως μέθοδοι στατιστικής ανάλυσης, αναπτύχθηκε η κατάλληλη διαδικασία εκτέλεσης ενός πειράματος, από όπου θα προέκυπταν τα απαραίτητα στοιχεία. Η στατιστική επεξεργασία των στοιχείων αυτών θα οδηγήσει στην επίτευξη του στόχου της Διπλωματικής Εργασίας, που δεν είναι άλλος από τη διερεύνηση της επιρροής της χρήσης του κινητού τηλεφώνου στην ταχύτητα και στους χρονικούς διαχωρισμούς.

Το κεφάλαιο αυτό, που αφορά στη συλλογή και επεξεργασία στοιχείων, περιλαμβάνει δύο εδάφια. Στο εδάφιο, που αναφέρεται στη συλλογή στοιχείων, παρουσιάζεται το πείραμα που πραγματοποιήθηκε και τα βασικά χαρακτηριστικά των στοιχείων που συλλέχθηκαν. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην παρουσίαση των προβλημάτων διαθεσιμότητας, ακρίβειας και αξιοπιστίας των προς συλλογή στοιχείων, καθώς και στον τρόπο αντιμετώπισής τους. Το δεύτερο εδάφιο που αφορά στην επεξεργασία των στοιχείων παρουσιάζεται η κωδικοποίηση των στοιχείων και ο τρόπος εισαγωγής τους στον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Επιπρόσθετα αναπτύσσεται η διαδικασία που ακολουθήθηκε κατά τη χρήση των προγραμμάτων του ηλεκτρονικού υπολογιστή. Συγκεκριμένα δίνονται χαρακτηριστικά παραδείγματα του τρόπου επεξεργασίας των στοιχείων και των τρόπων αντιμετώπισης των διαφόρων προβλημάτων που προέκυψαν.

4.2 ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

Αρχικά πρέπει να αναφερθεί πως ο τρόπος συλλογής των στοιχείων δεν βασίστηκε σε κάποια προϋπάρχουσα έρευνα, καθώς είναι η πρώτη φορά για τα ελληνικά δεδομένα, που πραγματοποιείται πείραμα για τη διερεύνηση της επιρροής της χρήσης κινητού τηλεφώνου στην οδήγηση. Επίσης, τα παραδείγματα διερεύνησης της επιρροής του κινητού τηλεφώνου στην οδήγηση ακόμα και διεθνώς είναι πολύ περιορισμένα και ουσιαστικά δε βρέθηκε καμία περίπτωση με όμοια χαρακτηριστικά με αυτά του πειράματος της παρούσας Εργασίας. Το γεγονός αυτό δημιουργεί από μόνο του αντικειμενικές δυσκολίες τόσο στον σχεδιασμό, όσο και στη διεξαγωγή του πειράματος. Ένα πρόσθετο στοιχείο που αποτέλεσε τροχοπέδη στην υλοποίηση της έρευνας ήταν η απαγόρευση της χρήσης κινητού από τις ισχύουσες διατάξεις του Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας (ΚΟΚ). Για τον λόγο αυτό, αποφασίστηκε η παρατήρηση της συμπεριφοράς των οδηγών, σε σχέση με τη χρήση κινητού τηλεφώνου, να λάβει χώρα στο οδικό δίκτυο της Πολυτεχνειούπολης όπου, λόγω του Πανεπιστημιακού ασύλου δε μπορεί να παρέμβει η Τροχαία και επιπλέον, οι ταχύτητες που αναπτύσσονται στην Πολυτεχνειούπολη είναι περιορισμένες, με αποτέλεσμα να εμφανίζεται μειωμένη η πιθανότητα ατυχήματος.

4.2.1 Διαδικασία πειράματος

4.2.1.1 Στόχος

Στόχος του πειράματος ήταν να διερευνηθεί η επιρροή της χρήσης του κινητού τηλεφώνου στη συμπεριφορά των οδηγών και πιο συγκεκριμένα στην ταχύτητα και στους χρονικούς διαχωρισμούς των οχημάτων. Όλοι οι συμμετέχοντες οδήγησαν δύο φορές κατά μήκος της ίδιας καθορισμένης διαδρομής, μήκους 5,9 km. Στην πρώτη διαδρομή τους ζητήθηκε να οδηγήσουν χωρίς να χρησιμοποιήσουν το κινητό τους τηλέφωνο, ενώ κατά τη διάρκεια της δεύτερης διαδρομής οδηγούσαν συνομιλώντας τηλεφωνικά με συνεργάτη του πειράματος.

4.2.1.2 Συμμετέχοντες

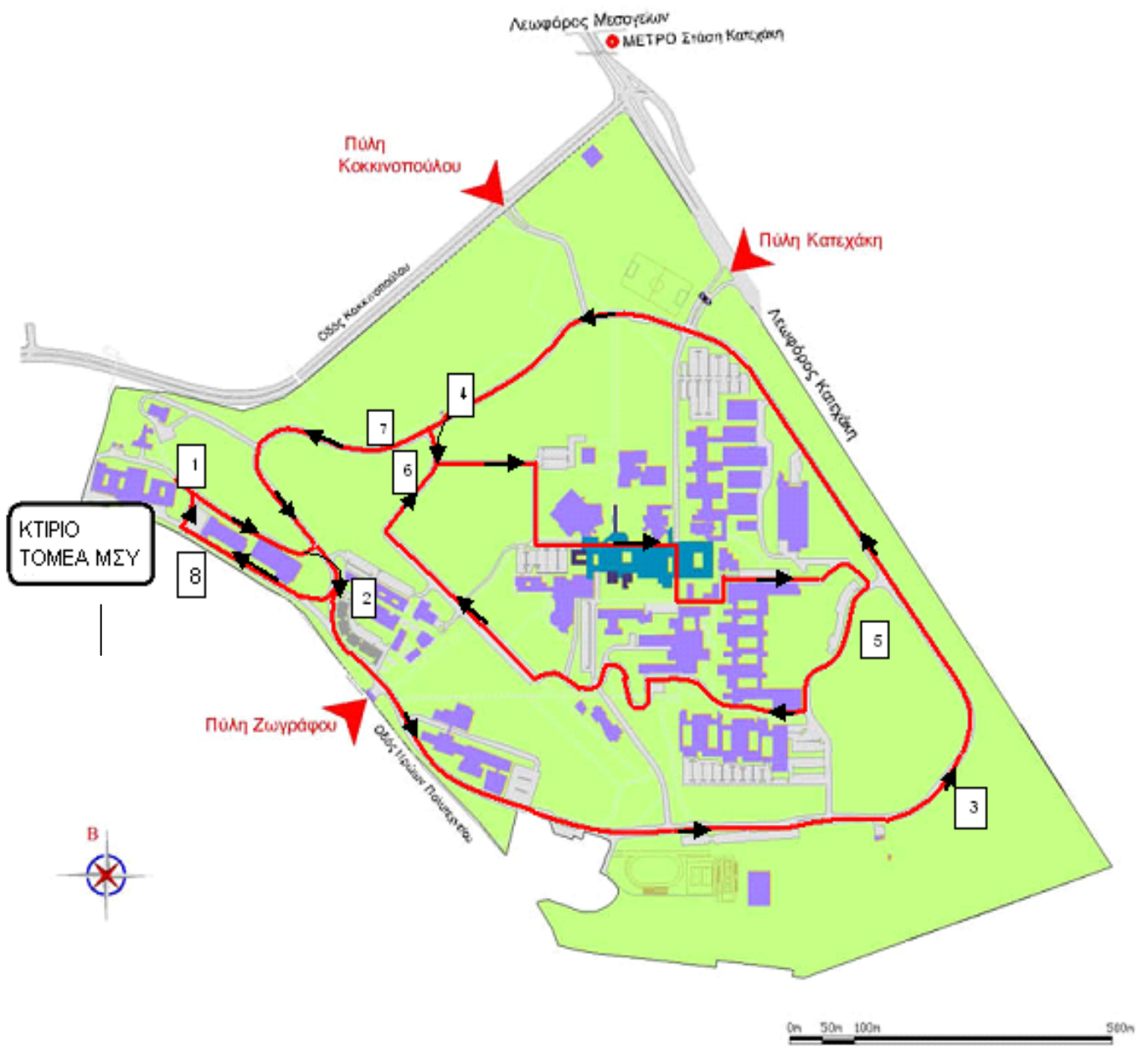
Αποφασίστηκε η έρευνα να εστιάσει στη μελέτη της συμπεριφοράς νέων οδηγών. Η απόφαση αυτή βασίστηκε στο γεγονός ότι, οι νέοι οδηγοί είναι εκείνοι που προσελκύονται περισσότερο από τα τεχνολογικά επιτεύγματα και συνεπώς είναι πιο εξοικειωμένοι με τη χρήση κινητού τηλεφώνου τόσο γενικότερα όσο και κατά την οδήγηση. Για τον λόγο αυτό, η επιλογή των συμμετεχόντων περιορίστηκε σε οδηγούς ηλικίας 18-35 ετών. Στο πείραμα συμμετείχαν 37 εθελοντές, 26 άντρες και 11 γυναίκες. Κοινό χαρακτηριστικό των συμμετεχόντων είναι ότι όλοι τους γνώριζαν την περιοχή της Πολυτεχνειούπολης καθώς και το οδικό δίκτυο εντός αυτής. Οι περισσότεροι από αυτούς ήταν φοιτητές του Πολυτεχνείου ενώ κάποιοι άλλοι εργάζονταν σε αυτό.

4.2.1.3 Διαδρομή

Η διαδρομή που καθορίστηκε για την παρατήρηση της συμπεριφοράς των οδηγών βρισκόταν εντός της Πολυτεχνειούπολης. Η διαδρομή ήταν η ίδια για όλους τους συμμετέχοντες και το συνολικό της μήκος ανέρχεται στα 5,9 km. Επισημαίνεται ότι, το οδικό δίκτυο της Πολυτεχνειούπολης μπορεί να θεωρηθεί ως ημιαστικό και χρησιμοποιείται από τα οχήματα της Πολυτεχνειακής κοινότητας (φοιτητές, καθηγητές, εργαζόμενοι) και των επισκεπτών της Πολυτεχνειούπολης. Κατά τις χρονικές περιόδους μεταξύ 7-9 το πρωί και 2-4 το απόγευμα, η πύλη Ζωγράφου είναι ανοιχτή και επιτρέπεται στη διερχόμενη κυκλοφορία να διασχίσει την Πολυτεχνειούπολη χρησιμοποιώντας και τις πύλες Κατεχάκη και Κοκκινοπούλου. Επισημαίνεται ότι, σε ολόκληρο το οδικό δίκτυο της πολυτεχνειούπολης υπάρχουν τοπικές υπερυψώσεις του οδοστρώματος (σαμαράκια) για τον περιορισμό των ταχυτήτων που αναπτύσσονται.

4.2.1.4 Οδικά περιβάλλοντα

Η διαδρομή διαμορφώθηκε έτσι ώστε η ροή να μπορεί να διακριθεί σε ελεύθερη και διακοπτόμενη. Ως ελεύθερη, θεωρήθηκε η ροή κατά μήκος της περιμετρικής οδού της Πολυτεχνειούπολης. Στην οδό αυτή, η ροή πραγματοποιείται χωρίς διακοπές και τα οχήματα θα μπορούσαν να αναπτύξουν υψηλότερες ταχύτητες, ιδιαίτερα αν δεν υπήρχαν τα σαμαράκια. Ως διακοπτόμενη, χαρακτηρίστηκε η ροή κατά μήκος των οδών που χωροθετούνται στην κεντρική περιοχή της πολυτεχνειούπολης. Η ροή αυτή, που στο μεγαλύτερο μέρος της πραγματοποιείται μέσω οδών διπλής κατεύθυνσης, εμποδίζεται από τα σταθμευμένα οχήματα εκατέρωθεν της οδού, από τα οχήματα που εισέρχονται ή εξέρχονται από τον κεντρικό χώρο στάθμευσης της Πολυτεχνειούπολης και από τους διερχόμενους πεζούς. Στο χάρτη της Πολυτεχνειούπολης, που παρατίθεται στη συνέχεια, διακρίνεται η εν λόγω διαδρομή με τις δύο επί μέρους ροές. Τα μήκη τους είναι 3,7 km (άθροισμα της απόστασης μεταξύ των σημείων 1-2-3-4 και 7-8) και 2,2 km (απόσταση μεταξύ των σημείων 4-5-6) για την ελεύθερη και τη διακοπτόμενη ροή αντίστοιχα. Η αφετηρία και το τέλος της διαδρομής βρίσκονται στα κτίρια του τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής (Τομέας ΜΣΥ).



ΧΑΡΤΗΣ 4.1: Απεικόνιση της διαδρομής του πειράματος

4.2.1.5 Εφαρμογή του πειράματος

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε μεταξύ τέλη Ιουνίου και μέσα Ιουλίου, περίοδο κατά την οποία το Πολυτεχνείο λειτουργούσε κανονικά. Καταβλήθηκε προσπάθεια οι συμμετέχοντες να παρατηρούνται κατά τις ίδιες περιόδους της ημέρας, ώστε να επικρατούν ομοιόμορφες κυκλοφοριακές συνθήκες. Πριν ξεκινήσει η διαδικασία της παρατήρησης οι συμμετέχοντες συμπλήρωναν ένα ερωτηματολόγιο, που αφορούσε στα περιγραφικά χαρακτηριστικά και στην οδηγική τους συμπεριφορά σε σχέση με τη χρήση κινητού.

ΕΝΤΥΠΟ 4.1: Ερωτηματολόγιο πριν τη διαδικασία του πειράματος

1. Ηλικία: _____ ετών
2. Φύλο:

Άντρας	<input type="checkbox"/>
Γυναίκα	<input type="checkbox"/>
3. Οικογενειακή Κατάσταση:

Ανύπαντρος	<input type="checkbox"/>	Αρ. Παιδιών	<input type="checkbox"/>
Παντρεμένος	<input type="checkbox"/>		
4. Επάγγελμα:

Υπάλληλος	<input type="checkbox"/>
Εργάτης	<input type="checkbox"/>
Άνεργος	<input type="checkbox"/>
Φοιτητής	<input type="checkbox"/>
Ελ.Επαγγελματίας	<input type="checkbox"/>
5. Μορφωτικό επίπεδο:

Γυμνάσιο	<input type="checkbox"/>
Λύκειο	<input type="checkbox"/>
Πανεπιστήμιο	<input type="checkbox"/>
6. Οδηγική εμπειρία (έτη):

1-4	<input type="checkbox"/>	5-9	<input type="checkbox"/>	10-14	<input type="checkbox"/>	>15	<input type="checkbox"/>
-----	--------------------------	-----	--------------------------	-------	--------------------------	-----	--------------------------
7. Χαρακτηριστικά οχήματος:
 - Τύπος

Ι.Χ	<input type="checkbox"/>
Δίτροχο	<input type="checkbox"/>
Φορτηγό- λεωφορείο	<input type="checkbox"/>
 - Χρώμα _____
 - Κυβικά _____ cc

15. Κατά ποιο τρόπο αλλάζετε την οδική σας συμπεριφορά, όταν χρησιμοποιείτε το κινητό σας τηλέφωνο:

- Μειώνετε ταχύτητα
- Σταματάτε το όχημα
- Οδηγείτε στην άκρη του δρόμου
- Δεν αλλάζετε συμπεριφορά
- Άλλη ενέργεια (παρακαλείστε να διευκρινίσετε)

16. Ονοματεπώνυμο: _____

17. Ημερομηνία πειράματος _____

Μετά τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου δίνονταν στους οδηγούς οι απαραίτητες οδηγίες για τη διαδικασία της παρατήρησης και τους ζητήθηκε να διατηρήσουν την οδηγική συμπεριφορά που έχουν συνήθως και να μην επηρεαστούν από την παρουσία του παρατηρητή. Επιπλέον, τους ζητήθηκε να μην πραγματοποιήσουν ή λάβουν καμία κλήση κατά τη διάρκεια της πρώτης διαδρομής.

Σε ρόλο παρατηρητή ήταν ο ένας εκ των δύο συνεργατών του πειράματος, ο οποίος βιντεοσκοπούσε τη διαδρομή καθισμένος στο πίσω μέρος του οχήματος. Αρμοδιότητα του δεύτερου παρατηρητή ήταν να καλεί και να απασχολεί τηλεφωνικά τους οδηγούς καθ' όλη τη διάρκεια της δεύτερης διαδρομής.

Μετά την επιβίβαση του οδηγού και του παρατηρητή στο όχημα, ξεκινούσε η πρώτη διαδρομή με σημείο εκκίνησης το κτίριο των Συγκοινωνιολόγων. Κατά τη διαδρομή αυτή ο παρατηρητής καθοδηγούσε τους συμμετέχοντες, ενώ απέφευγε να συνομιλεί μαζί τους. Η διαδρομή ολοκληρωνόταν στο σημείο εκκίνησης και ο παρατηρητής ειδοποιούσε τον δεύτερο συνεργάτη για την έναρξη της δεύτερης διαδρομής.

Η δεύτερη διαδρομή ήταν πανομοιότυπη με την πρώτη με τη διαφορά ότι ο οδηγός συνομιλούσε τηλεφωνικά με το δεύτερο συνεργάτη και ο παρατηρητής απέφευγε να του δίνει κατευθυντήριες οδηγίες. Η διάρκεια των κλήσεων δεν ήταν καθορισμένη αλλά καταβλήθηκε προσπάθεια οι οδηγοί να απασχολούνται στο κατά το δυνατό μεγαλύτερο τμήμα της διαδρομής.

Το αντικείμενο της συζήτησης της τηλεφωνικής συνομιλίας αφορούσε σε θέματα που έθεταν τον οδηγό σε διαδικασία σκέψης. Συγκεκριμένα, τα θέματα συζήτησης αφορούσαν στην επικαιρότητα, στην ιστορία, στη γεωγραφία και απαιτούσαν πνευματική εγρήγορση. Σύμφωνα με έρευνες, έχει διαπιστωθεί ότι ο βαθμός απόσπασης του οδηγού από την οδήγηση επηρεάζεται σημαντικά από το θέμα της συζήτησης, όσο πιο έντονα, δηλαδή, απασχολεί τον οδηγό το θέμα της συζήτησης, τόσο περισσότερο επηρεάζεται η οδηγική του συμπεριφορά. Μετά το τέλος της διαδικασίας παρατήρησης ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να συμπληρώσουν ένα ερωτηματολόγιο, ώστε να αξιολογήσουν τον τρόπο με τον οποίο οδήγησαν. Το ερωτηματολόγιο αυτό παρατίθεται στη συνέχεια.

ΕΝΤΥΠΟ 4.2: Ερωτηματολόγιο μετά τη διαδικασία του πειράματος

1. Πώς πιστεύετε ότι οδήγησατε;

Χειρότερα απ' ότι συνήθως
Ως συνήθως
Καλύτερα απ' ότι συνήθως

2. Πόσο δύσκολο ήταν να οδηγείτε μιλώντας στο τηλέφωνο:

λίγο πολύ

- Σε ευθυγραμμία
- Σε στροφή

3. Πόσο δύσκολο ήταν να απαντήσετε σε μια κλήση στο κινητό;

- Λίγο
- Πολύ

4. Ποια διαδρομή ήταν πιο εύκολη κατά τη γνώμη σας:

- Χωρίς τη χρήση κινητού τηλεφώνου
- Με τη χρήση κινητού τηλεφώνου

5. Πιστεύετε ότι η απόσταση ασφαλείας που αφήνατε από το προπορευόμενο αυτοκίνητο ήταν ικανοποιητική;

Ναι
Όχι

6. Πιστεύετε ότι η ταχύτητα με την οποία οδηγούσατε ήταν μέσα στα επιτρεπτά όρια;

Ναι
Όχι

4.2.1.6 Παρατηρηθείσες μεταβλητές

Μετά την ολοκλήρωση της πειραματικής διαδικασίας, συγκεντρώθηκαν οι βιντεοσκοπημένες διαδρομές των 37 συμμετεχόντων και ακολούθησε η παρατήρηση της συμπεριφοράς των οδηγών.

Και οι δύο διαδρομές κάθε συμμετέχοντα υποβλήθηκαν σε προσεκτική παρατήρηση ώστε να εξαχθούν τα απαραίτητα στοιχεία για τις μεταβλητές που ενδιέφεραν την έρευνα αυτή. Οι μεταβλητές που μετρήθηκαν ήταν:

- η μέση ταχύτητα διαδρομής και
- οι χρονικοί διαχωρισμοί

Όσον αφορά στη **μέση ταχύτητα**, αυτή προέκυψε από τη διαίρεση του συνολικού μήκους της διαδρομής (5,9km) με τη χρονική διάρκεια ολοκλήρωσης της (διαφορετική για κάθε οδηγό). Σε κάθε συμμετέχοντα αντιστοιχούν δύο τιμές της μέσης ταχύτητας. Μία για τη διαδρομή χωρίς χρήση κινητού (πρώτη διαδρομή) και μία για τη διαδρομή με χρήση κινητού (δεύτερη διαδρομή). Επιπρόσθετα, η κάθε διαδρομή διακρίθηκε σε ελεύθερη και διακοπτόμενη ροή. Για την ελεύθερη ροή η ταχύτητα προέκυψε από τη διαίρεση του συνολικού της μήκους (3,7km) με το χρόνο διάνυσής της. Κατά τον ίδιο τρόπο, η ταχύτητα της διακοπτόμενης ροής προέκυψε από τη διαίρεση του συνολικού της μήκους (2,2km) με το χρόνο διάνυσής της.

Όσον αφορά στην παρατήρηση των **χρονικών διαχωρισμών**, της χρονικής απόστασης δηλαδή μεταξύ του πίσω μέρους του προπορευόμενου οχήματος και του πίσω μέρους του εξεταζόμενου οχήματος, αντιμετωπίστηκε δυσκολία στον προσδιορισμό μιας τυποποιημένης διαδικασίας μέτρησής τους. Αποφασίστηκε τελικά, με τη βοήθεια ενός χρονομέτρου, να μετράται, ανά τακτά χρονικά διαστήματα, η χρονική διάρκεια που μεσολαβεί από τη διέλευση των πίσω τροχών του προπορευόμενου οχήματος, από ένα καθορισμένο σημείο, ως τη διέλευση των πίσω τροχών του οχήματος από το ίδιο σημείο. Η διαδικασία μέτρησης ξεκινούσε από τη στιγμή που το όχημα του συμμετέχοντα πλησίαζε κάποιο όχημα και ολοκληρωνόταν τη στιγμή που είτε αυτό απομακρυνόταν, είτε άλλαζε κατεύθυνση πορείας, είτε το όχημα του

συμμετέχοντα το προσπερνούσε. Για την επίτευξη της μεγαλύτερης δυνατής ακρίβειας, η διαδικασία αυτή επαναλαμβανόταν τρεις φορές για κάθε όχημα που συναντιόταν. Ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε κατά τις μετρήσεις των χρονικών διαχωρισμών στα σημεία όπου υπήρχαν σαμαράκια. Οι μετρήσεις στις περιπτώσεις αυτές γίνονταν είτε όταν και τα δύο οχήματα βρίσκονταν πριν το σαμαράκι, είτε όταν και τα δύο οχήματα είχαν περάσει το σαμαράκι. Επισημαίνεται, τέλος, ότι θεωρήθηκαν ως μέγιστο όριο χρονικού διαχωρισμού μεταξύ δύο οχημάτων τα 7 δευτερόλεπτα.

Κάποιες πρόσθετες μεταβλητές που παρατηρήθηκαν ήταν ο τρόπος χρήσης του κινητού, η διάρκεια των κλήσεων, η πλευρική μετατόπιση του οχήματος, ο αριθμός των προσπεράσεων που πραγματοποίησε ο οδηγός, το πλήθος των παρεμποδίσεων που υπέστη και κάποιες χαρακτηριστικές αντιδράσεις του οδηγού.

Για την καλύτερη οργάνωση και εποπτεία των ανωτέρω στοιχείων δημιουργήθηκαν τα ειδικά έντυπα, που αφορούν στον κάθε συμμετέχοντα και παρουσιάζονται στη συνέχεια.

ΕΝΤΥΠΟ 4.3: Καταγραφή παρατηρηθείσων μεταβλητών κατά τη διαδρομή χωρίς χρήση κινητού

Παρατηρηθείσες μεταβλητές	Οδός με ελεύθερη ροή	Οδός με διακοπτόμενη ροή
Πλευρική μετατόπιση		
Αριθμός προσπεράσεων		
Παρεμπόδιση από άλλα οχήματα		
Αντιδράσεις οδηγού		
Χρονικός διαχωρισμός (sec)		
Διάρκεια διαδρομής (min)		
Μέση ταχύτητα (km/hr)		
Συνολική διάρκεια διαδρομής (min)		
Συνολική μέση ταχύτητα (km/hr)		

ΕΝΤΥΠΟ 4.4: Καταγραφή παρατηρηθείσων μεταβλητών κατά τη διαδρομή με χρήση κινητού**1.** Τρόπος χρήσης κινητού:

- Συσσκευή στο χέρι _____
- Συσσκευή με ακουστικά _____
- Ανοικτή ακρόαση _____

2. Κλήσεις:

Αρ. Κλήσης	Ληφθείσες κλήσεις			Πραγματοποιούμενες κλήσεις		
	Ωρα	Χρόνος ανταπόκρισης	Χρονική διάρκεια	Ωρα	Χρόνος ανταπόκρ.	Χρονική διάρκεια
1η						
2η						
3η						
4η						

3. Οδηγική συμπεριφορά:

Παρατηρηθείσες μεταβλητές	Οδός με ελεύθερη ροή	Οδός με διακοπτόμενη ροή
Πλευρική μετατόπιση		
Αριθμός προσπεράσεων		
Παρεμπόδιση από άλλα οχήματα		
Αντιδράσεις οδηγού		
Χρονικός διαχωρισμός (sec)		
Διάρκεια διαδρομής (min)		
Μέση ταχύτητα (km/hr)		
Συνολική διάρκεια διαδρομής (min)		
Συνολική μέση ταχύτητα (km/hr)		

Παρατηρήσεις:

4.3 Επεξεργασία στοιχείων

4.3.1 Εισαγωγή των στοιχείων σε βάση δεδομένων

Τα στοιχεία που συλλέχθηκαν κατά το προηγούμενο στάδιο αξιολογήθηκαν και τα κυριότερα αυτών καταχωρήθηκαν σε μία βάση δεδομένων.

Αρχικά καταχωρήθηκαν τα δεδομένα των ερωτηματολογίων σε ένα πίνακα με 37 γραμμές (όσοι ήταν και οι συμμετέχοντες). Τα δεδομένα αυτά αποτελούν αντικείμενο της δήλωσης των συμμετεχόντων και αφορούν τόσο στα δημογραφικά τους χαρακτηριστικά όσο και στις συνήθειές τους κατά την οδήγηση. Στο σημείο αυτό προέκυψε το ερώτημα, με ποιο τρόπο θα καταχωρούνταν τα στοιχεία στον πίνακα. Τα δεδομένα του πίνακα που προέκυψε αποτελούνται από ποσοτικά μεγέθη, όπως είναι η ηλικία, και σε ποιοτικά, όπως είναι το φύλο.

Για να καταστεί δυνατή η επεξεργασία των δεδομένων θα έπρεπε να βρεθεί ένας τρόπος ώστε όλες οι μεταβλητές να είναι συγκρίσιμες μεταξύ τους. Θα έπρεπε δηλαδή και οι ποιοτικές μεταβλητές να αποκτήσουν την έννοια της μέτρησης. Αποφασίστηκε έτσι, τόσο οι ποσοτικές, όσο και οι ποιοτικές μεταβλητές να καταχωρηθούν στον πίνακα με τρόπο τέτοιο, ώστε η κάθε πιθανή απάντηση στα ερωτήματα του ερωτηματολογίου να αντιστοιχεί σε κάποιον ακέραιο αριθμό. Για παράδειγμα η ηλικία χωρίστηκε στις τρεις νοητές κατηγορίες των 19-22, 23-25 και 26-35 ετών οι οποίες αντιπροσωπεύονται από τις τιμές 1, 2 και 3 αντίστοιχα. Αν δηλαδή κάποιος είναι 24 ετών καταχωρείται η τιμή 2 στη στήλη ηλικία ή αν κάποιος δηλώνει ότι είναι άνεργος καταχωρείται η τιμή 4 στη στήλη επάγγελμα.

Στην πορεία αποδείχθηκε πως η μέθοδος αυτή δεν θα εξυπηρετούσε πλήρως την ανάλυση, αφού για την ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου είναι προτιμότερο οι τιμές που θα μπορούσαν να λάβουν οι μεταβλητές να είναι μόνο οι 0 και 1, καθώς οι τιμές 1, 2, 3 θα έδιναν την έννοια της συνέχειας σε διακριτές μεταβλητές.

Για το λόγο αυτό τροποποιήθηκε ο πίνακας, έτσι ώστε οι δυνατές τιμές που θα μπορούσαν να λάβουν οι μεταβλητές να είναι μόνο οι 0 και 1. Θα έπρεπε δηλαδή, σε κάθε στήλη οι πιθανές απαντήσεις να είναι δύο: το ναι να αντιστοιχεί στην τιμή 1 και το όχι να αντιστοιχεί στην τιμή 0. Στην περίπτωση αυτή, ως παράδειγμα, αναφέρεται η ηλικία που χωρίστηκε στις τρεις ηλικιακές ομάδες των 19-22, 23-25 και 26-35 ετών. Έτσι αν κάποιος συμμετέχοντας ήταν 25 χρόνων ετίθετο 0 στην πρώτη κατηγορία, 1 στη δεύτερη και 0 στην τρίτη. (Πίν. 4.1).

Σε ένα δεύτερο πίνακα καταχωρήθηκαν τα δεδομένα που προέκυψαν από τη διαδικασία της παρατήρησης. Τα δεδομένα αυτά αποτελούνται από συνεχή μόνο μεγέθη τα οποία είναι οι χρονικοί διαχωρισμοί, η διάρκεια της διαδρομής και η ταχύτητα της ελεύθερης, της διακοπτόμενης και της συνολικής διαδρομής. Ο πίνακας αυτός δημιουργήθηκε έχοντας ως βάση τους χρονικούς διαχωρισμούς, και οι γραμμές του περιλαμβάνουν το σύνολο των χρονικών διαχωρισμών που μετρήθηκαν για όλους τους οδηγούς. Στις στήλες του συμπεριλήφθηκε και μια επιπλέον στήλη που περιλαμβάνει την ποιοτική μεταβλητή «χρήση κινητού» για να γίνεται αντιληπτό σε ποια διαδρομή αναφέρονται τα ανωτέρω μεγέθη. Στη στήλη αυτή καταχωρείται η τιμή 0 όταν πρόκειται για τη διαδρομή χωρίς χρήση κινητού τηλεφώνου και η τιμή 1 όταν πρόκειται για τη διαδρομή με χρήση κινητού.

Επισημαίνεται εδώ ότι, ο αριθμός των χρονικών διαχωρισμών, όπως αναμενόταν, είναι διαφορετικός για κάθε οδηγό. Επιπλέον, υπήρχαν οδηγοί για τους οποίους δεν έγινε εφικτό να μετρηθούν χρονικοί διαχωρισμοί στην ελεύθερη ή στη διακοπτόμενη ροή και σε ορισμένες περιπτώσεις δε μετρήθηκαν ούτε και σε ολόκληρη τη διαδρομή. Αυτό συνέβη γιατί δεν έτυχε να συναντήσουν κάποιο προπορευόμενο όχημα στην πορεία τους, είτε λόγω μικρής ταχύτητας πορείας, είτε λόγω πολύ μικρού κυκλοφοριακού φόρτου. Από την καταχώρηση του συνόλου των χρονικών διαχωρισμών στον πίνακα προέκυψαν 1067 γραμμές δεδομένων (Πίν. 4.2).

Η ανάγκη συνολικής θεώρησης και επεξεργασίας των δεδομένων που προέκυψαν κατά δήλωση των συμμετεχόντων και των δεδομένων που

προέκυψαν από τις μετρήσεις, οδήγησε στην ενοποίηση των δύο πινάκων. Ο πίνακας που προέκυψε περιελάμβανε έναν αρκετά μεγάλο αριθμό στηλών (70) που καθιστούσε δύσκολη την περαιτέρω επεξεργασία του.

Παρατηρήθηκε, επιπλέον, ότι υπήρχαν μεταβλητές όπως, η οικογενειακή κατάσταση, όπου όλες οι παρατηρήσεις ήταν συγκεντρωμένες στην κατηγορία «ανύπαντρος». Τέτοιες μεταβλητές δε μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ανεξάρτητες για τη διαμόρφωση κάποιου προτύπου, καθώς λαμβάνουν μια συγκεκριμένη σταθερή τιμή. Για τον προσδιορισμό των μεταβλητών που θα χρησίμευαν στην ανάλυση πραγματοποιήθηκε κατανομή συχνοτήτων και απορρίφθηκαν εκείνες οι μεταβλητές για τις οποίες όλες οι παρατηρήσεις συγκεντρώνονταν γύρω από μία τιμή. Αυτές που θεωρήθηκαν ότι είχαν επαρκή κατανομή και θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως ανεξάρτητες για την πρόβλεψη της εξαρτημένης μεταβλητής ήταν οι εξής: η ηλικία, το φύλο, η οδηγική εμπειρία, η ετήσια διανυόμενη απόσταση, η χρήση κινητού και η διάρκεια διαδρομής.

Στην πορεία παρατηρήθηκε ότι με την κατηγοριοποίηση των δηλωθέντων μεταβλητών συναντιόταν το εξής ζήτημα: για κάθε γραμμή δινόταν απάντηση στο ίδιο ερώτημα, για παράδειγμα της ηλικίας, περισσότερες από μία φορές. Έτσι, θα μπορούσε να απλουστευτεί περισσότερο η διαδικασία της επεξεργασίας, αν η κάθε μεταβλητή καταλάμβανε μία μόνο στήλη και λάμβανε ως τιμή είτε το 1 για καταφατική απάντηση, είτε το 0 για αρνητική. Στη φάση αυτή, η ηλικία καταλαμβάνει μία μόνο στήλη, στην οποία καταχωρείται η τιμή 1 αν ο συμμετέχοντας βρίσκεται στην ηλικιακή ομάδα των 24-35 ετών και την τιμή 0 αν βρίσκεται στην ηλικιακή ομάδα των 18-23. Ο διαχωρισμός αυτός έγινε με σκοπό τη διάκριση των συμμετεχόντων σε φοιτητές και σε μη φοιτητές. Παρόμοια τακτική ακολουθήθηκε και για την οδηγική εμπειρία και τη διανυόμενη απόσταση. Έτσι, η οδηγική εμπειρία χωρίστηκε στις κατηγορίες των 1-4 έτη (με τιμή 0) και >4 έτη (με τιμή 1) και η ετήσια διανυόμενη απόσταση στις κατηγορίες των 1-10000km (με τιμή 0) και >10000km (με τιμή 1). Αναφέρεται, τέλος, ότι στη στήλη της μεταβλητής φύλο καταχωρείται η τιμή 0 για τους άντρες και 1 για τις γυναίκες.

Οι αλλαγές αυτές φαίνονται στον τελικό πίνακα (Πίν. 4.3), ο οποίος αποτελείται από 1067 γραμμές, όσες δηλαδή και οι τιμές των χρονικών διαχωρισμών που μετρήθηκαν για το σύνολο των οδηγών, και 11 στήλες. Οι στήλες απαρτίζονται από τις διακριτές μεταβλητές που προαναφέρθηκαν (ηλικία, φύλο, οδηγική εμπειρία, ετήσια διανυόμενη απόσταση, χρήση κινητού) και τις συνεχείς μεταβλητές που μετρήθηκαν (διάρκεια διαδρομής, ταχύτητες, χρονικοί διαχωρισμοί). Στη συνέχεια παρουσιάζονται αποσπάσματα από τους πίνακες με τη σειρά που παρουσιάστηκαν παραπάνω.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1 Απόσπασμα πίνακα με τα στοιχεία των ερωτηματολογίων

α/α συμμετεχόντων	Ηλικία			Φύλο	Οικογενειακή κατάσταση	Επάγγελμα				.	Τρόπος αλλαγής της οδικής συμπεριφοράς κατά τη χρήση κινητού				
	19-22	23-25	26-35			υπάλληλος/ ελ.επαγγελματ.	φοιτητής	εργάτης	άνεργος		μείωση ταχύτητας	σταμάτημα οχήματος	οδήγηση στην άκρη του δρόμου	μη αλλαγή συμπεριφοράς	άλλη ενέργεια
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	.	51	52	53	54	55
1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	.	1	0	0	0	0
2	0	1	0	0	1	0	1	0	0	.	1	0	0	0	0
3	0	1	0	0	1	0	1	0	0	.	1	0	0	0	0
4	1	0	0	0	1	0	1	0	0	.	1	0	0	0	0
5	0	1	0	0	1	1	0	0	0	.	1	0	0	0	0
6	1	0	0	0	1	0	1	0	0	.	1	0	1	0	0
7	0	1	0	0	1	0	1	0	0	.	1	0	0	0	0
8	0	0	1	1	1	1	0	0	0	.	1	0	1	0	0
9	0	0	1	0	1	1	0	0	0	.	1	1	0	0	0
10	0	1	0	1	1	0	1	0	0	.	1	0	0	0	0
11	0	1	0	1	1	0	1	0	0	.	0	0	1	0	1
.
30	0	0	1	1	1	1	0	0	0	.	0	0	0	1	0
31	0	1	0	0	1	0	1	0	0	.	1	0	0	0	0
32	0	0	1	0	1	0	1	0	0	.	1	0	0	0	0
33	0	1	0	0	1	0	1	0	0	.	1	0	1	0	0
34	1	0	0	0	1	0	1	0	0	.	1	0	0	0	0
35	1	0	0	0	1	0	1	0	0	.	1	0	1	0	0
36	0	1	0	0	1	0	1	0	0	.	1	0	0	0	0
37	0	0	1	0	1	1	0	0	0	.	1	1	1	0	0

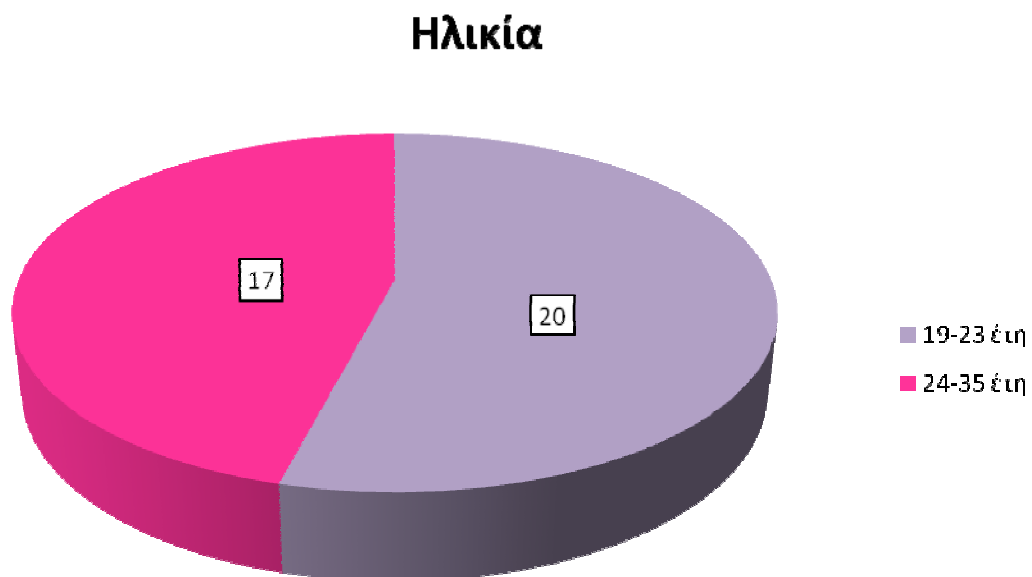
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2 Απόσπασμα πίνακα με τις παρατηρηθείσες μεταβλητές

α/α δείγματος	α/α συμμετέχοντα	Χρήση κινητού	Headways(Ht) (sec)	Ταχύτητα ελεύθερης ροής Vf (km/h)	Ταχύτητα διακοπόμενης ροής Vd (km/h)	Διάρκεια διαδρομής (min)	Μέση ταχύτητα (km/hr)
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	0	4,42	25,52	23,16	14,24	24,58
2	1	0	5,14	25,52	23,16	14,24	24,58
3	1	0	5,75	25,52	23,16	14,24	24,58
4	1	0	7,11	25,52	23,16	14,24	24,58
5	1	0	5,04	25,52	23,16	14,24	24,58
6	1	1	4,73	25,81	17,8	16,01	22,12
7	1	1	2,73	25,81	17,8	16,01	22,12
8	1	1	2,9	25,81	17,8	16,01	22,12
9	1	1	3,07	25,81	17,8	16,01	22,12
10	2	0	2,9	32,25	23,43	12,31	28,28
11	2	0	2,24	32,25	23,43	12,31	28,28
.
1056	37	1	2,29	24,26	19,85	14,99	22,62
1057	37	1	2,66	24,26	19,85	14,99	22,62
1058	37	1	1,83	24,26	19,85	14,99	22,62
1059	37	1	1,5	24,26	19,85	14,99	22,62
1060	37	1	1,64	24,26	19,85	14,99	22,62
1061	37	1	2,75	24,26	19,85	14,99	22,62
1062	37	1	3,21	24,26	19,85	14,99	22,62
1063	37	1	5,33	24,26	19,85	14,99	22,62
1064	37	1	6,64	24,26	19,85	14,99	22,62
1065	37	1	2,26	24,26	19,85	14,99	22,62
1066	37	1	2,34	24,26	19,85	14,99	22,62
1067	37	1	6,5	24,26	19,85	14,99	22,62

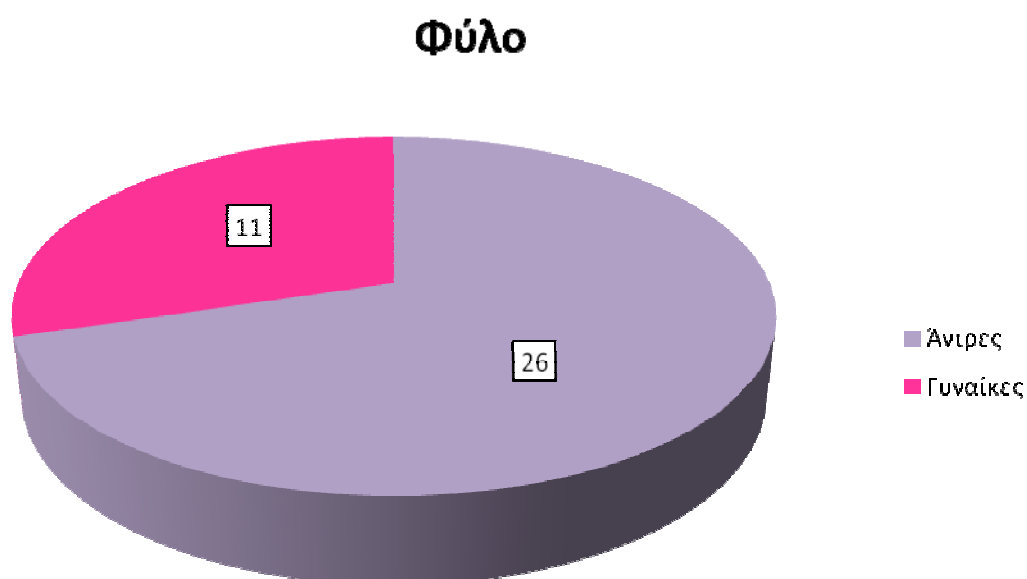
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3: Απόσπασμα τελικού πίνακα

α/α δειγματος	α/α	Ηλικία	Φύλο	Οδηγική εμπειρία	Ετήσια απόσταση	Χρήση κινητού	Διάρκεια διαδρομής (min)	Μέση ταχύτητα (km/hr)	Ταχύτητα ελεύθερης ροής (km/h)	Ταχύτητα διακοπόμε. ροής (km/h)	Headways(Ht) (sec)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	1	0	1	0	0	14,24	24,58	25,52	23,16	4,42
2	1	1	0	1	0	0	14,24	24,58	25,52	23,16	5,14
3	1	1	0	1	0	0	14,24	24,58	25,52	23,16	5,75
4	1	1	0	1	0	0	14,24	24,58	25,52	23,16	7,11
5	1	1	0	1	0	0	14,24	24,58	25,52	23,16	5,04
6	1	1	0	1	0	1	16,01	22,12	25,81	17,8	4,73
7	1	1	0	1	0	1	16,01	22,12	25,81	17,8	2,73
8	1	1	0	1	0	1	16,01	22,12	25,81	17,8	2,9
9	1	1	0	1	0	1	16,01	22,12	25,81	17,8	3,07
10	2	1	0	0	1	0	12,31	28,28	32,25	23,43	2,9
11	2	1	0	0	1	0	12,31	28,28	32,25	23,43	2,24
12	2	1	0	0	1	0	12,31	28,28	32,25	23,43	3,96
13	2	1	0	0	1	0	12,31	28,28	32,25	23,43	2,71
.
1053	37	1	0	1	0	1	14,99	22,62	24,26	19,85	4,45
1054	37	1	0	1	0	1	14,99	22,62	24,26	19,85	3,52
1055	37	1	0	1	0	1	14,99	22,62	24,26	19,85	2,64
1056	37	1	0	1	0	1	14,99	22,62	24,26	19,85	2,29
1057	37	1	0	1	0	1	14,99	22,62	24,26	19,85	2,66
1058	37	1	0	1	0	1	14,99	22,62	24,26	19,85	1,83
1059	37	1	0	1	0	1	14,99	22,62	24,26	19,85	1,5
1060	37	1	0	1	0	1	14,99	22,62	24,26	19,85	1,64
1061	37	1	0	1	0	1	14,99	22,62	24,26	19,85	2,75
1062	37	1	0	1	0	1	14,99	22,62	24,26	19,85	3,21
1063	37	1	0	1	0	1	14,99	22,62	24,26	19,85	5,33
1064	37	1	0	1	0	1	14,99	22,62	24,26	19,85	6,64
1065	37	1	0	1	0	1	14,99	22,62	24,26	19,85	2,26
1066	37	1	0	1	0	1	14,99	22,62	24,26	19,85	2,34
1067	37	1	0	1	0	1	14,99	22,62	24,26	19,85	6,5

Στα γραφήματα που δίνονται παρακάτω, αποτυπώνονται οι κατανομές των διακριτών μεταβλητών για τους 37 συμμετέχοντες, σύμφωνα με την τελική τους διάκριση.

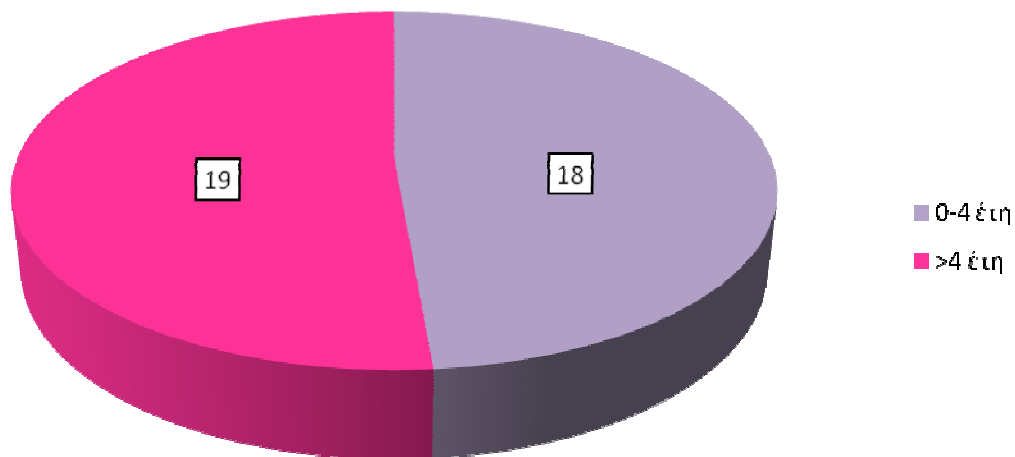


ΓΡΑΦΗΜΑ 4.1: Κατανομή της Ηλικίας



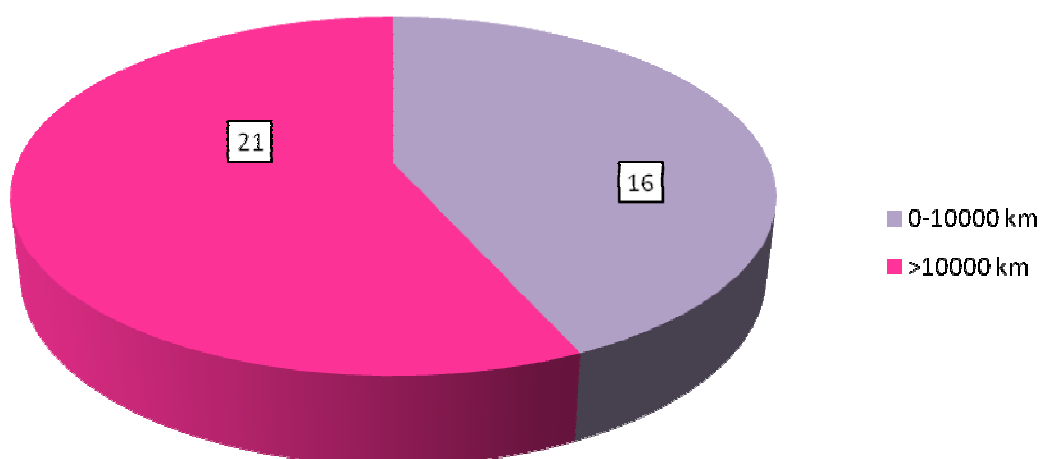
ΓΡΑΦΗΜΑ 4.2: Κατανομή του Φύλου

Οδηγική Εμπειρία



ΓΡΑΦΗΜΑ 4.3: Κατανομή της Οδηγικής Εμπειρίας

Ετήσια Διανυόμενη απόσταση



ΓΡΑΦΗΜΑ 4.4: Κατανομή της Ετήσιας Διανυόμενης Απόστασης

Στον πίνακα που ακολουθεί δίνεται συγκεντρωτικά η κατανομή των συμμετεχόντων ανά κατηγορία.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4.Κατανομή των συμμετεχόντων ανά κατηγορία

Ηλικία	Οδηγική εμπειρία	0-4 έτη		>4 έτη		Σύνολο
	Ετήσιακμ Φύλο	0-10000 km	>10000 km	0-10000 km	>10000 km	
19-23	άντρες	5	4	2	4	20
	γυναίκες	3	2	0	0	
24-35	άντρες	0	2	3	6	17
	γυναίκες	1	1	2	2	
Σύνολο		18		19		37

4.3.2 Εισαγωγή των δεδομένων στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης

Μετά τη διαμόρφωση του τελικού πίνακα πραγματοποιήθηκε εισαγωγή του στο πεδίο δεδομένων (data view) του ειδικού πακέτου στατιστικής ανάλυσης. Στη συνέχεια καθορίστηκε το όνομα, ο τύπος, και ο αριθμός των ψηφίων κάθε μεταβλητής στο πεδίο των μεταβλητών (variable view). Επίσης, έγινε διάκριση κάθε μεταβλητής σε συνεχή (scale), διατεταγμένη (ordinal) και διακριτή (nominal).

Επισημαίνεται ότι, το πρόγραμμα αυτό αναγνωρίζει μόνο λατινικούς χαρακτήρες με λιγότερα από 8 ψηφία και όλες οι στήλες αποτελούνται από αριθμούς και όχι από κείμενο. Για το λόγο αυτό, κατά την αντιγραφή της βάσης δεδομένων στο ειδικό λογισμικό επιλέχθηκε η εντολή ειδική επικόλληση (paste special) → τιμές (values) ώστε να μεταφερθούν μόνο οι τιμές των κελιών. Επιπλέον, σε περίπτωση που λείπει κάποια τιμή, στη θέση της εισάγεται τελεία και όχι μηδέν.

Μετά την εισαγωγή της βάσης δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η εντολή **analyze**, με την οποία πραγματοποιείται στατιστική ανάλυση των δεδομένων. Τα βήματα που ακολουθήθηκαν περιγράφονται στη συνέχεια:

- 1. Descriptive statistics:** Διαδικασία για την παραγωγή χρήσιμων περιγραφικών συναρτήσεων, όπως αυτή της μέσης τιμής, της τυπικής απόκλισης, του μέγιστου και του ελάχιστου (analyze → descriptive statistics → options).
- 2. Correlate:** Διαδικασία για τη μέτρηση της συσχέτισης ανάμεσα σε ζευγάρια μεταβλητών. Οι μεταβλητές που ενδιαφέρουν εισάγονται στο πλαίσιο Variables. (analyze → correlate → bivariate correlations) Χρήσιμες επιλογές είναι οι Pearson ή οι Spearman συσχετίσεις.
- 3. Regression:** Διαδικασία που εκτελεί διάφορα είδη αναλύσεων παλινδρόμησης.
Η διαδικασία της ανάλυσης ξεκινά με τη γραμμική παλινδρόμηση, οπότε και επιλέγεται η εντολή **Linear** (analyze → regression → linear). Η μεταβλητή που ενδιαφέρει (εξαρτημένη μεταβλητή) εισάγεται στο πλαίσιο Dependent. Οι επεξηγηματικές μεταβλητές με τις οποίες θα εξηγηθεί η μεταβλητότητα της εξαρτημένης μεταβλητής, εισάγονται στο πλαίσιο Independent(s). Στο πλαίσιο Method μπορεί να επιλεγεί μια μέθοδος για τη βέλτιστη επιλογή επεξηγηματικών μεταβλητών. Αυτή συνήθως αφήνεται Enter που σημαίνει ότι στο μοντέλο εισέρχονται όσες μεταβλητές βρίσκονται στο πλαίσιο Independent(s) με τη σειρά που γράφονται εκεί.

Η εφαρμογή των όσων περιγράφηκαν στο εδάφιο αυτό, παρουσιάζεται στις επόμενες σελίδες.

SPSS Processor is ready

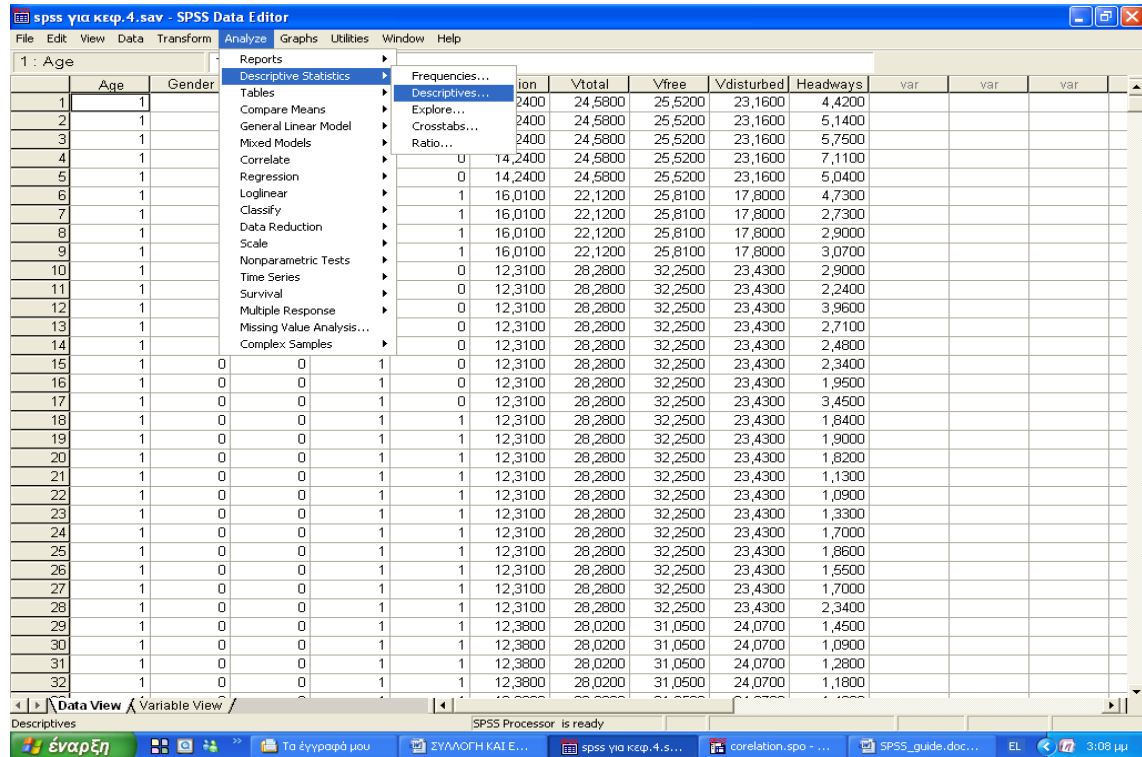
	Age	Gender	Dr.Experience	Ann.Distance	Talk	Duration	Vtotal	Vfree	Vdisturbed	Headways	var	var	var
1	1	0	1	0	0	14,2400	24,5800	25,5200	23,1600	4,4200			
2	1	0	1	0	0	14,2400	24,5800	25,5200	23,1600	5,1400			
3	1	0	1	0	0	14,2400	24,5800	25,5200	23,1600	5,7500			
4	1	0	1	0	0	14,2400	24,5800	25,5200	23,1600	7,1100			
5	1	0	1	0	0	14,2400	24,5800	25,5200	23,1600	5,0400			
6	1	0	1	0	1	16,0100	22,1200	25,8100	17,8000	4,7300			
7	1	0	1	0	1	16,0100	22,1200	25,8100	17,8000	2,7300			
8	1	0	1	0	1	16,0100	22,1200	25,8100	17,8000	2,9000			
9	1	0	1	0	1	16,0100	22,1200	25,8100	17,8000	3,0700			
10	1	0	0	1	0	12,3100	28,2800	32,2500	23,4300	2,9000			
11	1	0	0	1	0	12,3100	28,2800	32,2500	23,4300	2,2400			
12	1	0	0	1	0	12,3100	28,2800	32,2500	23,4300	3,9600			
13	1	0	0	1	0	12,3100	28,2800	32,2500	23,4300	2,7100			
14	1	0	0	1	0	12,3100	28,2800	32,2500	23,4300	2,4800			
15	1	0	0	1	0	12,3100	28,2800	32,2500	23,4300	2,3400			
16	1	0	0	1	0	12,3100	28,2800	32,2500	23,4300	1,9500			
17	1	0	0	1	0	12,3100	28,2800	32,2500	23,4300	3,4500			
18	1	0	0	1	1	12,3100	28,2800	32,2500	23,4300	1,8400			
19	1	0	0	1	1	12,3100	28,2800	32,2500	23,4300	1,9000			
20	1	0	0	1	1	12,3100	28,2800	32,2500	23,4300	1,8200			
21	1	0	0	1	1	12,3100	28,2800	32,2500	23,4300	1,1300			
22	1	0	0	1	1	12,3100	28,2800	32,2500	23,4300	1,0900			
23	1	0	0	1	1	12,3100	28,2800	32,2500	23,4300	1,3300			
24	1	0	0	1	1	12,3100	28,2800	32,2500	23,4300	1,7000			
25	1	0	0	1	1	12,3100	28,2800	32,2500	23,4300	1,8600			
26	1	0	0	1	1	12,3100	28,2800	32,2500	23,4300	1,5500			
27	1	0	0	1	1	12,3100	28,2800	32,2500	23,4300	1,7000			
28	1	0	0	1	1	12,3100	28,2800	32,2500	23,4300	2,3400			
29	1	0	0	1	1	12,3800	28,0200	31,0500	24,0700	1,4500			
30	1	0	0	1	1	12,3800	28,0200	31,0500	24,0700	1,0900			
31	1	0	0	1	1	12,3800	28,0200	31,0500	24,0700	1,2800			
32	1	0	0	1	1	12,3800	28,0200	31,0500	24,0700	1,1500			
33	1	0	0	1	1	12,3800	28,0200	31,0500	24,0700	1,1500			

ΕΙΚΟΝΑ 4.1: Εισαγωγή των στοιχείων στο πεδίο δεδομένων

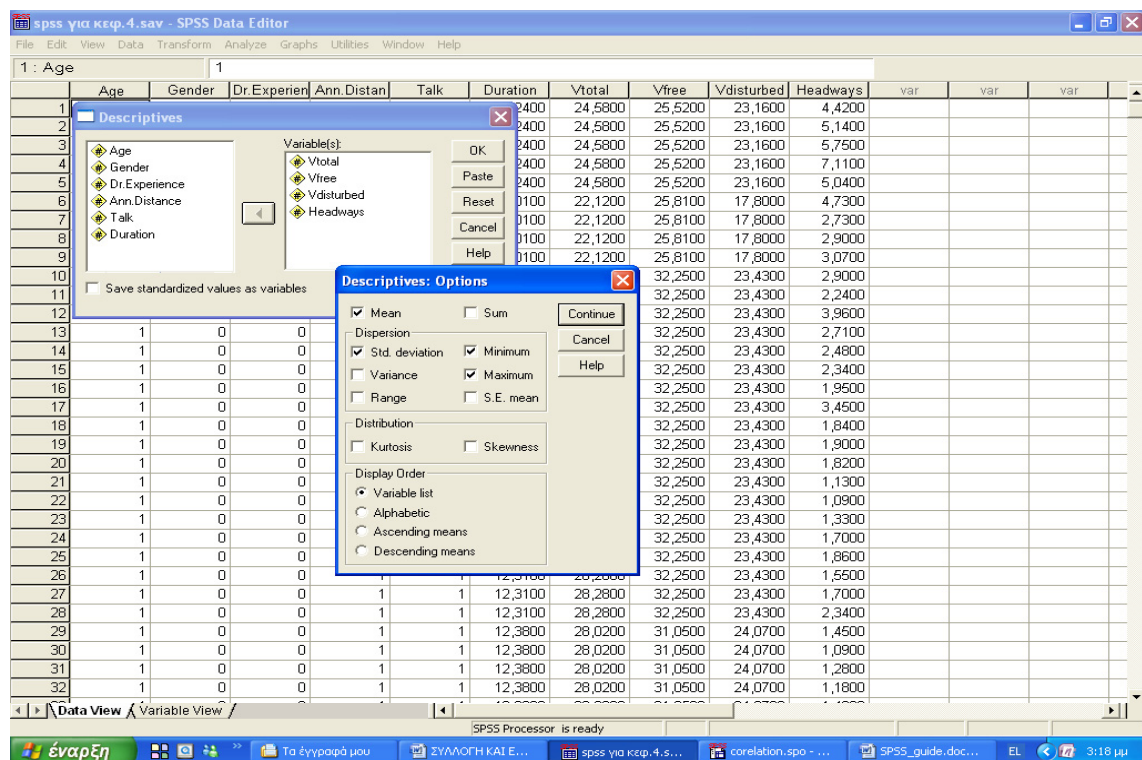
SPSS Processor is ready

	Name	Type	Width	Decimals	Label	Values	Missing	Columns	Align	Measure
1	Age	Numeric	8	0		None	None	8	Right	Nominal
2	Gender	Numeric	8	0		None	None	8	Right	Nominal
3	Dr.Experience	Numeric	8	0		None	None	8	Right	Nominal
4	Ann.Distance	Numeric	8	0		None	None	8	Right	Nominal
5	Talk	Numeric	8	0		None	None	8	Right	Nominal
6	Duration	Numeric	8	4		None	None	8	Right	Scale
7	Vtotal	Numeric	8	4		None	None	8	Right	Scale
8	Vfree	Numeric	8	4		None	None	8	Right	Scale
9	Vdisturbed	Numeric	8	4		None	None	8	Right	Scale
10	Headways	Numeric	8	4		None	None	8	Right	Scale
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										

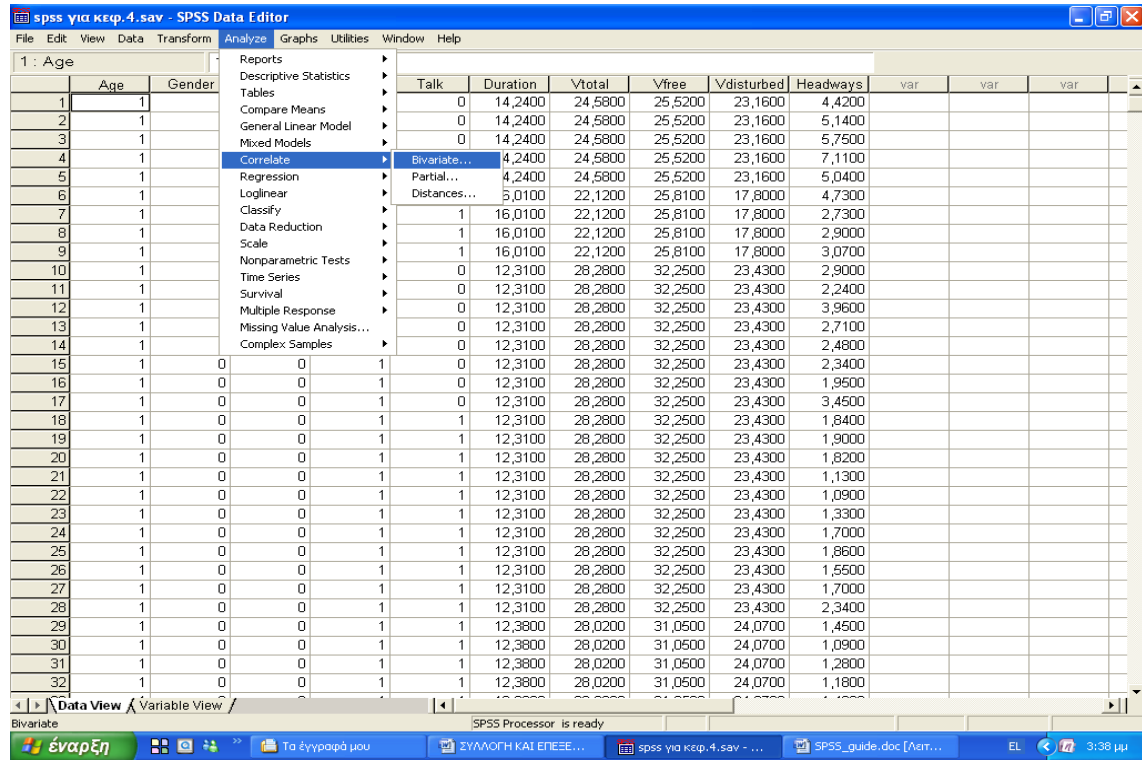
ΕΙΚΟΝΑ 4.2: Καθορισμός των μεταβλητών στο πεδίο μεταβλητών



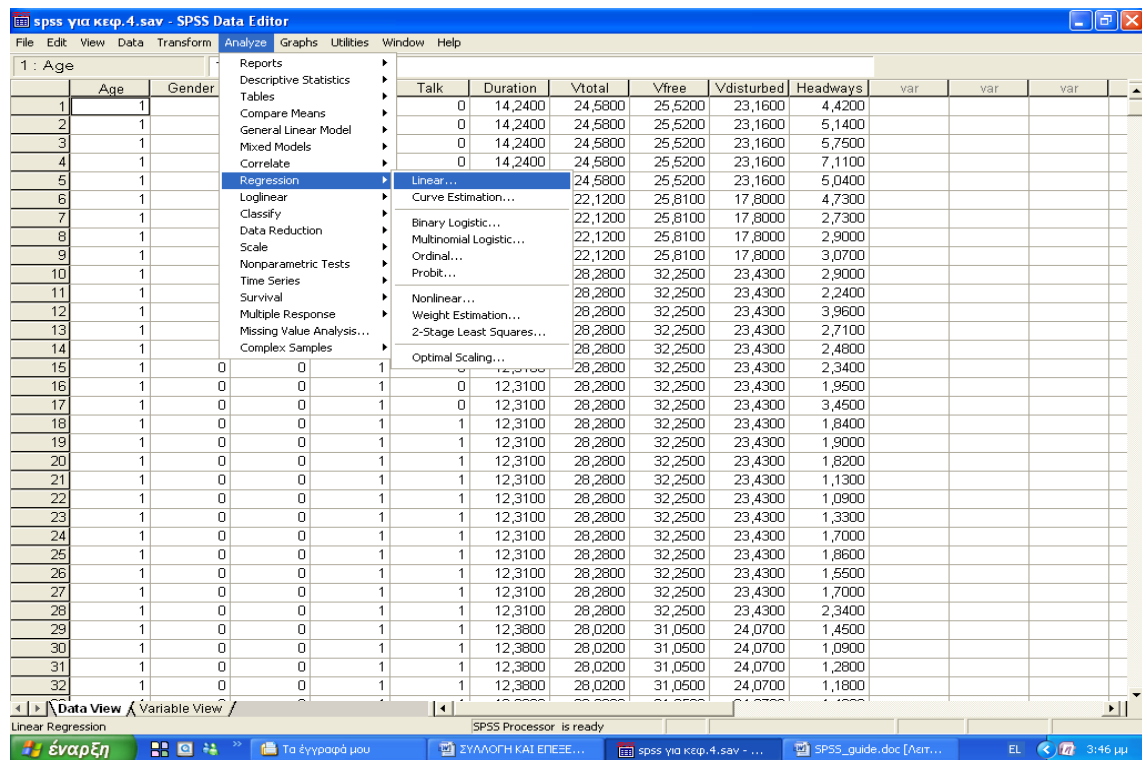
ΕΙΚΟΝΑ 4.3: Παραγωγή περιγραφικών συναρτήσεων



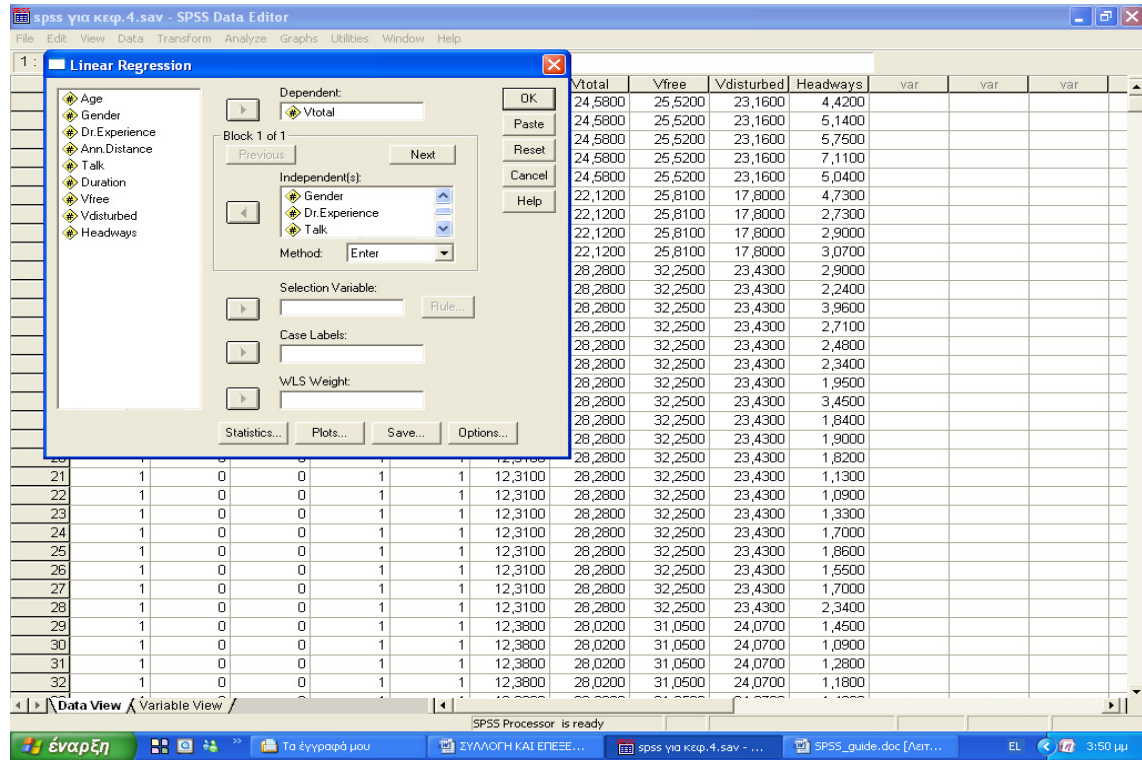
ΕΙΚΟΝΑ 4.4: Επιλογή των περιγραφικών συναρτήσεων της μέσης τιμής, της τυπικής απόκλισης, του μέγιστου και του ελάχιστου



ΕΙΚΟΝΑ 4.5: Διαδικασία συσχέτισης των μεταβλητών



ΕΙΚΟΝΑ 4.6: Ανάλυση με γραμμική παλινδρόμηση



ΕΙΚΟΝΑ 4.7: Ορισμός εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Το κεφάλαιο αυτό περιλαμβάνει την αναλυτική περιγραφή της εφαρμογής της μεθοδολογίας, καθώς και την παρουσίαση των αποτελεσμάτων της Διπλωματικής Εργασίας.

Η στατιστική ανάλυση των στοιχείων που συλλέχθηκαν κατά το προηγούμενο στάδιο πραγματοποιήθηκε με δύο διαφορετικές μεθόδους: τη γραμμική παλινδρόμηση και τη λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση.

Στο παρόν κεφάλαιο περιγράφονται αναλυτικά τα βήματα που ακολουθήθηκαν κατά την εφαρμογή της μεθοδολογίας και παρουσιάζεται η διαδικασία ανάπτυξης κατάλληλων μοντέλων. Παρουσιάζεται, δηλαδή, το σύνολο των περιπτώσεων που εξετάστηκαν και οι διαδοχικές δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν, συμπεριλαμβανομένων και εκείνων που δεν οδήγησαν σε αξιόπιστα αποτελέσματα.

Ιδιαίτερη έμφαση δίδεται στην παρουσίαση προβλημάτων αξιοπιστίας των δεδομένων και στις διαδικασίες αντιμετώπισής τους. Αναπόσπαστο μέρος των αποτελεσμάτων αποτελούν **οι στατιστικοί έλεγχοι** που απαιτούνται για την αποδοχή ή μη των μοντέλων.

Σημαντικό τμήμα του κεφαλαίου καταλαμβάνει το εδάφιο που αφορά στην **παρουσίαση των αποτελεσμάτων** και διακρίνεται στις τρεις φάσεις που ακολουθούν:

- Παρουσίαση των εξαγόμενων στοιχείων
- Περιγραφή των αποτελεσμάτων
- Εξήγηση των αποτελεσμάτων

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

5.2 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

5.2.1 Δεδομένα Εισόδου - Καθορισμός Μεταβλητών

Στο προηγούμενο κεφάλαιο έγινε περιγραφή της διαδικασίας συλλογής των στοιχείων. Τα στοιχεία αυτά αποτέλεσαν τη βάση δεδομένων της έρευνας και προέκυψαν τόσο από ερωτηματολόγια όσο και από πραγματικές μετρήσεις. Στο ίδιο κεφάλαιο παρουσιάστηκαν και τα διαδοχικά βήματα που ακολουθήθηκαν κατά τη διαδικασία διαμόρφωσης της τελικής μορφής της βάσης δεδομένων. Σε κάθε στάδιο διαμόρφωσης, πραγματοποιήθηκε μια σειρά από δοκιμές με στόχο την ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου, χωρίς ωστόσο να προκύψει κάποιο αποτέλεσμα, στο οποίο αξίζει να γίνει αναφορά. Αναλυτικά τα αποτελέσματα των δοκιμών αυτών παρατίθενται στο παράρτημα της Διπλωματικής Εργασίας. Στο παρόν εδάφιο θα περιγραφεί η διαδικασία της ανάλυσης που ακολουθήθηκε ως την εξαγωγή των τελικών αποτελεσμάτων.

Το κυρίως τμήμα της **ανάλυσης των δεδομένων** ξεκινάει ουσιαστικά από τη διαμόρφωση του τελικού πίνακα (Πίν. 4.3), που παρατέθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Οι μεταβλητές που περιλαμβάνονται στον εν λόγω πίνακα είναι η ηλικία, το φύλο, η οδηγική εμπειρία, η ετήσια διανυόμενη απόσταση, η διάρκεια διαδρομής, η μέση ταχύτητα συνολικής διαδρομής, η μέση ταχύτητα ελεύθερης ροής, η μέση ταχύτητα διακοπτόμενης ροής και οι χρονικοί διαχωρισμοί των οχημάτων. Η βάση δεδομένων εισάχθηκε στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης με τη διαδικασία που παρουσιάστηκε αναλυτικά στο προηγούμενο κεφάλαιο. Ακολούθησε ο καθορισμός του ονόματος και του τύπου των μεταβλητών, στο πεδίο των μεταβλητών (*variable view*). Επισημαίνεται ότι, από τις ανωτέρω μεταβλητές, οι χρονικοί διαχωρισμοί, οι μέσες ταχύτητες και η διάρκεια διαδρομής ορίστηκαν ως

συνεχείς (scale). Αντίθετα, η ηλικία, το φύλο, η οδηγική εμπειρία, η ετήσια διανυόμενη απόσταση και η χρήση κινητού ορίστηκαν ως ποιοτικές (nominal), χωρίς όμως να έχουν την έννοια της φυσικής διάταξης (ordinal). Οι δυνατές τιμές των μεταβλητών αυτών διακρίθηκαν σε δύο κατηγορίες, στις οποίες αντιστοιχίστηκαν οι τιμές 0 και 1. Οι κατηγορίες των μεταβλητών και οι αντίστοιχες τιμές τους φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1: Κατηγοριοποίηση διακριτών μεταβλητών

Μεταβλητές	Τιμή "0"	Τιμή "1"
Ηλικία	19-23	24-35
Φύλο	άντρας	γυναίκα
Οδηγική εμπειρία	0-4 έτη	>4 έτη
Ετήσια διαν. απόσταση	0-10.000 km	>10.000 km
Χρήση κινητού	όχι	ναι

5.2.2 Περιγραφική στατιστική

Ολόκληρη η διαδικασία της ανάλυσης που θα παρουσιαστεί στην παράγραφο αυτή πραγματοποιείται μέσω της εντολής **Analyze**.

Αυτό που ενδιαφέρει αρχικά, είναι η διαμόρφωση μιας πληρέστερης εικόνας για την κατανομή των τιμών των μεταβλητών, μέσω της περιγραφικής στατιστικής. Αφού επιλεγεί η εντολή Analyze, ακολουθεί η επιλογή της εντολής Descriptive statistics και στη συνέχεια η επιλογή Descriptives, προκειμένου για την **παραγωγή χρήσιμων περιγραφικών συναρτήσεων** (analyze → descriptive statistics → descriptives → options). Οι συναρτήσεις που επιλέγονται είναι αυτή της μέσης τιμής, της τυπικής απόκλισης, του μέγιστου και του ελάχιστου. Είναι προφανές ότι, οι προαναφερθείσες συναρτήσεις έχουν νόημα μόνο για συνεχείς μεταβλητές. Επομένως, στο

πλαίσιο των μεταβλητών (variables) εισάγονται οι χρονικοί διαχωρισμοί (Ht), η μέση ταχύτητα ελεύθερης (Vf), διακοπτόμενης ροής (Vd), και συνολικής διαδρομής (Vt) και η διάρκεια της διαδρομής (Duration), καθώς αποτελούν εκείνες τις μεταβλητές που λαμβάνουν συνεχείς τιμές. Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα της διαδικασίας φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα:

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2: Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών

Μεταβλητές	Συναρτήσεις				
	N	Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέση τιμή	Τυπική Απόκλιση
Χρονικοί διαχωρισμοί Ht (sec)	1067	0,73	7,71	3,07	1,42
Μέση ταχύτητα ελεύθερης ροής Vf (km/h)	1067	20,37	42,42	30,72	3,95
Μέση ταχύτητα διακοπτόμενης ροής Vd (km/h)	1067	15,90	32,33	23,05	2,81
Μέση ταχύτητα συνολικής διαδρομής Vt (km/h)	1067	18,44	36,88	27,26	3,26
Διάρκεια διαδρομής (min)	1067	9,36	19,12	12,98	1,59

Προκειμένου για την παρουσίαση της κατανομής των διακριτών μεταβλητών της ηλικίας (Age), του φύλου (Gender), της οδηγικής εμπειρίας (Dr.experience) και της ετήσιας διανυόμενης απόστασης (Ann.distance), διαμορφώθηκε ο πίνακας που παρατίθεται στη συνέχεια:

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3: Συγκεντρωτικός πίνακας κατανομής των διακριτών μεταβλητών

Ηλικία	Οδηγική εμπειρία	0-4 έτη		>4 έτη		Σύνολο
	Ετήσιακμ Φύλο	0-10000 km	>10000 km	0-10000 km	>10000 km	
19-23	άντρες	210	163	24	113	510
	γυναίκες	116	31	0	0	147
24-35	άντρες	0	42	52	171	265
	γυναίκες	9	13	78	45	145
Σύνολο		335	249	154	329	1067

5.2.3 Συσχέτιση των μεταβλητών

Το επόμενο βήμα αφορά στη **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. Η διαδικασία της μέτρησης της συσχέτισης ανάμεσα σε ζευγάρια μεταβλητών πραγματοποιείται και πάλι μέσω της εντολής analyze (analyze → correlate → bivariate correlations). Οι μεταβλητές που ενδιαφέρουν εισάγονται στο πεδίο Variables. Απόλυτες τιμές των συντελεστών συσχέτισης κοντά στη μονάδα αποδεικνύουν ισχυρή συσχέτιση, ενώ τιμές κοντά στο μηδέν φανερώνουν ανύπαρκτη συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών. Τα αποτελέσματα της διαδικασίας διερεύνησης της συσχέτισης τόσο για τις συνεχείς, όσο και για τις διακριτές μεταβλητές φαίνονται στους πίνακες που ακολουθούν.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4: Συσχέτιση μεταξύ συνεχών μεταβλητών

		Ht	Vt	Vf	Vd	Duration
Ht	Pearson Correlation	1	-,362**	-,356**	-,314**	,368**
	Sig. (2-tailed)		,000	,000	,000	,000
	N	1067	1067	1067	1067	1067
Vt	Pearson Correlation	-,362**	1	,928**	,914**	-,978**
	Sig. (2-tailed)	,000		,000	,000	,000
	N	1067	1067	1067	1067	1067
Vf	Pearson Correlation	-,356**	,928**	1	,747**	-,891**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000		,000	,000
	N	1067	1067	1067	1067	1067
Vd	Pearson Correlation	-,314**	,914**	,747**	1	-,912**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000		,000
	N	1067	1067	1067	1067	1067
Duration	Pearson Correlation	,368**	-,978**	-,891**	-,912**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	
	N	1067	1067	1067	1067	1067

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Από τον ανωτέρω πίνακα παρατηρούνται τα εξής:

- Υφίσταται σχετικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ της μεταβλητής των χρονικών διαχωρισμών και των τριών μέσων ταχυτήτων σε επίπεδο σημαντικότητας 0,01.
- Η συσχέτιση μεταξύ των χρονικών διαχωρισμών και της διάρκειας της διαδρομής χαρακτηρίζεται σημαντική σε επίπεδο σημαντικότητας 0,01.
- Σημαντική φαίνεται να είναι και η συσχέτιση μεταξύ των μέσων ταχυτήτων, με ισχυρότερη εκείνη μεταξύ της μέσης ταχύτητας της συνολικής διαδρομής και των μέσων ταχυτήτων της ελεύθερης και διακοπτόμενης ροής.
- Τέλος, ισχυρή συσχέτιση υπάρχει μεταξύ της διάρκειας διαδρομής και της μέσης ταχύτητας της συνολικής διαδρομής, αλλά και μεταξύ της διάρκειας και των μέσων ταχυτήτων των επιμέρους ροών. Η συσχέτιση αυτή δικαιολογείται απόλυτα από τη σχέση που ορίζει την ταχύτητα ($V=L/T$) και καθιστά την ταχύτητα και τη διάρκεια διαδρομής ως αντιστρόφως ανάλογα ποσά.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.5: Συσχέτιση μεταξύ διακριτών μεταβλητών

			Correlations				
			Age	Gender	Dr. Experience	Ann. Distance	Talk
Spearman's rho	Age	Correlation Coefficient	1,000	,142**	,621**	,189**	,004
		Sig. (2-tailed)	.	,000	,000	,000	,896
		N	1067	1067	1067	1067	1067
	Gender	Correlation Coefficient	,142**	1,000	-,039	-,292**	,012
		Sig. (2-tailed)	,000	.	,206	,000	,693
		N	1067	1067	1067	1067	1067
	Dr. Experience	Correlation Coefficient	,621**	-,039	1,000	,255**	,012
		Sig. (2-tailed)	,000	,206	.	,000	,689
		N	1067	1067	1067	1067	1067
	Ann. Distance	Correlation Coefficient	,189**	-,292**	,255**	1,000	-,065*
		Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	.	,033
		N	1067	1067	1067	1067	1067
	Talk	Correlation Coefficient	,004	,012	,012	-,065*	1,000
		Sig. (2-tailed)	,896	,693	,689	,033	.
		N	1067	1067	1067	1067	1067

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Από τον παραπάνω πίνακα διαφαίνεται:

- Σχετικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ της ηλικίας και της οδηγικής εμπειρίας.

Όπως προαναφέρθηκε, για την ανάπτυξη ενός μαθηματικού μοντέλου, απαιτείται η μη ύπαρξη συσχέτισης μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών που θα συμπεριληφθούν σε αυτό. Συνεπώς, στις δοκιμές που θα ακολουθήσουν θα αποκλειστούν οι περιπτώσεις συνύπαρξης, ως ανεξάρτητων μεταβλητών, των ταχυτήτων μεταξύ τους, και οποιασδήποτε από τις τρεις ταχύτητες με τη διάρκεια της διαδρομής.

5.2.4 Επιλογή της μεθόδου παλινδρόμησης

Το επόμενο στάδιο της ανάλυσης συνίσταται στην **επιλογή του είδους της παλινδρόμησης**, με στόχο την ανάπτυξη κατάλληλων μαθηματικών μοντέλων. Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί η διερεύνηση της επιρροής της χρήσης κινητού τηλεφώνου, κατά την οδήγηση, στην ταχύτητα και στους χρονικούς διαχωρισμούς. Επομένως, οι μεταβλητές που θα εξεταστούν ως εξαρτημένες, είναι η μέση ταχύτητα και οι χρονικοί διαχωρισμοί. Επειδή ένας σημαντικός παράγοντας που καθορίζει την επιλογή της μεθόδου ανάλυσης είναι η κατανομή που ακολουθούν οι εξαρτημένες μεταβλητές, αναπτύχθηκαν τα διαγράμματα κατανομής της μέσης ταχύτητας και των χρονικών διαχωρισμών, που παρουσιάζονται στη συνέχεια.



ΓΡΑΦΗΜΑ 5.1: Διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων της παρατηρηθείσας μέσης ταχύτητας συνολικής διαδρομής



ΓΡΑΦΗΜΑ 5.2: Διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων των παρατηρηθέντων χρονικών διαχωρισμών

5.2.4.1 Γραμμική παλινδρόμηση

Η επιλογή της μεθόδου της γραμμικής παλινδρόμησης, βασίστηκε αφενός στο γεγονός ότι οι μεταβλητές που εξετάζονται (εξαρτημένες) είναι συνεχείς και αφετέρου στο ότι η κατανομή που ακολουθούν μπορεί να θεωρηθεί ότι προσεγγίζει την κανονική. Η γραμμική παλινδρόμηση εφαρμόζεται μέσω της ακολουθίας των εντολών: analyze → regression → linear. Τη μετάβαση στην επιλογή linear διαδέχεται ο **καθορισμός των εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών**. Η μεταβλητή που ενδιαφέρει (εξαρτημένη μεταβλητή) εισάγεται στο πλαίσιο Dependent. Οι επεξηγηματικές μεταβλητές, βάσει των οποίων θα εξηγηθεί η μεταβλητότητα της εξαρτημένης μεταβλητής, εισάγονται στο πλαίσιο Independent(s). Ως εξαρτημένη μεταβλητή ορίστηκε, σε πρώτη φάση, η μεταβλητή των χρονικών διαχωρισμών, ενώ ως ανεξάρτητες εισάχθηκαν η μέση ταχύτητα συνολικής διαδρομής (Vt), η ηλικία (Age), το φύλο (Gender), η οδηγική εμπειρία (Driving Experience), η ετήσια διανυόμενη απόσταση (Annual Distance) και η χρήση κινητού (Talk).

Αναφέρεται εδώ ότι, η πρώτη αυτή δοκιμή οδήγησε σε στατιστικώς ασήμαντα αποτελέσματα και επομένως δεν κρίνεται σκόπιμη η αναλυτική παρουσίαση των εξαχθέντων στοιχείων της ανάλυσης. Προτεραιότητα, στο σημείο αυτό, δίδεται στην περιγραφή της διαδικασίας αξιολόγησης των δεδομένων εξόδου της ανάλυσης και κατ' επέκταση του μοντέλου.

Τα δεδομένα που εξετάζονται για την **αξιολόγηση του μοντέλου** είναι ο συντελεστής R^2 , οι συντελεστές της εξίσωσης βί, οι τιμές t του στατιστικού ελέγχου t -test και το σφάλμα της εξίσωσης.

Ο **συντελεστής R^2** καθορίζει την ποιότητα του μοντέλου. Ο συντελεστής αυτός, για τον οποίο έγινε αναφορά σε προηγούμενο κεφάλαιο, χρησιμοποιείται ως κριτήριο καλής προσαρμογής των δεδομένων στο γραμμικό μοντέλο. Συγκεκριμένα, εκφράζει το ποσοστό της μεταβλητότητας της μεταβλητής Y που εξηγείται από τη μεταβλητή X . Λαμβάνει τιμές από 0 έως 1. Όσο πιο κοντά βρίσκεται η τιμή του R^2 στην μονάδα, τόσο πιο ισχυρή είναι η γραμμική σχέση εξάρτησης των μεταβλητών Y και X . Επισημαίνεται ότι, ο συντελεστής R^2 έχει συγκριτική αξία. Αυτό σημαίνει ότι, δεν υπάρχει συγκεκριμένη τιμή του R^2 που κρίνεται ως αποδεκτή ή απορριπτή, αλλά μεταξύ δύο ή περισσότερων μοντέλων επιλέγεται ως καταλληλότερο εκείνο με τη μεγαλύτερη τιμή του R^2 . Σε μοντέλα με πολλές ανεξάρτητες μεταβλητές ελέγχεται και το διορθωμένο R^2 (adjusted R^2), καθώς στην περίπτωση αυτή, η τιμή του διαφέρει σημαντικά από εκείνη του R^2 .

Όσον αφορά στους **συντελεστές βί των μεταβλητών**, θα πρέπει να υπάρχει δυνατότητα λογικής ερμηνείας τόσο των προσήμων, όσο και των τιμών τους. Το θετικό πρόσημο του συντελεστή δηλώνει αύξηση της εξαρτημένης μεταβλητής με την αύξηση της ανεξάρτητης. Αντίθετα, αρνητικό πρόσημο συνεπάγεται μείωση της εξαρτημένης μεταβλητής με την αύξηση της ανεξάρτητης. Βάσει της φυσικής έννοιας της τιμής του συντελεστή, αύξηση της ανεξάρτητης μεταβλητής κατά μία μονάδα επιφέρει αύξηση της εξαρτημένης κατά β μονάδες.

Στη συνέχεια αξιολογείται η **στατιστική εμπιστοσύνη** του μοντέλου, μέσω του ελέγχου **t-test** (κριτήριο t της κατανομής student). Με το δείκτη t προσδιορίζεται η στατιστική σημαντικότητα των ανεξάρτητων μεταβλητών. Καθορίζεται, δηλαδή, ποιες μεταβλητές θα συμπεριληφθούν στο τελικό μοντέλο.

Ο συντελεστής t ορίζεται από τη σχέση:

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

Όπου, s.e : τυπικό σφάλμα (standard error)

Από την ανωτέρω σχέση παρατηρείται ότι, όσο μειώνεται το τυπικό σφάλμα αυξάνεται ο συντελεστής t_{stat} . Όπως προαναφέρθηκε στο θεωρητικό υπόβαθρο, όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του t, τόσο μεγαλύτερη είναι η επιρροή της συγκεκριμένης μεταβλητής στο τελικό αποτέλεσμα.

Για κάθε επίπεδο εμπιστοσύνης ορίζεται μια κρίσιμη τιμή του t (t^*). Έτσι για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% και μεγάλο μέγεθος δείγματος, είναι $t^* = 1,7$. Οι μεταβλητές των οποίων οι απόλυτες τιμές του t είναι μικρότερες από 1,7 δεν συμπεριλαμβάνονται στην επόμενη δοκιμή για τη διαμόρφωση του μοντέλου. Η χρήση κινητού προφανώς δε μπορεί να απορριφθεί, ακόμη και αν η απόλυτη τιμή του t είναι μικρότερη από 1,7, καθώς αυτή είναι που ουσιαστικά εξετάζεται.

Από την αξιολόγηση ενός μοντέλου δε θα πρέπει να παραλείπεται ο **έλεγχος του σφάλματος**. Σε κάθε εξίσωση υπάρχει ο προσθετός ε, που ονομάζεται σφάλμα της εξίσωσης. Ο έλεγχος του σφάλματος θα περιγραφεί αναλυτικά σε επόμενο εδάφιο.

Στη συνέχεια πραγματοποιείται μια σειρά από δοκιμές με στόχο την εξεύρεση ενός καταλληλότερου μοντέλου. Τα αποτελέσματα συνοψίζονται στον πίνακα της επόμενης σελίδας.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.6: Δοκιμές με εφαρμογή της γραμμικής παλινδρόμησης

Μεταβλητές		β	t	R ²
Εξαρτημένες	Ανεξάρτητες			
Ht	Constant	7,280	19,574	0,157
	Age	-0,339	-3,164	
	Gender	0,171	1,780	
	Dr.Experience	0,584	5,577	
	Talk	0,035	0,431	
	Vt	-0,162	12,305	
Ht	Constant	7,190	22,355	0,156
	Age	-0,258	-2,462	
	Dr.Experience	0,602	5,750	
	Talk	0,076	0,945	
	Vf	-0,141	13,559	
Ht	Constant	-1,539	-4,562	0,151
	Age	-0,283	-2,693	
	Dr.Experience	0,511	4,942	
	Talk	0,009	0,106	
	Duration	0,345	13,507	
Ht	Constant	6,774	19,087	0,112
	Age	-0,264	-2,449	
	Dr.Experience	0,413	3,924	
	Talk	-0,009	-0,108	
	Vd	-0,164	11,054	
Vt	Constant	29,800	117,15	0,244
	Age	-0,554	-2,350	
	Gender	-1,753	-8,224	
	Dr.Experience	1,406	6,118	
	Ann.Distance	0,262	1,375	
	Talk	-0,498	-2,846	
	Ht	-0,774	-12,339	
Vt	Constant	29,936	127,72	0,243
	Age	-0,518	-2,210	
	Gender	-1,843	-9,081	
	Dr.Experience	1,447	6,352	
	Talk	-0,515	-2,949	
	Ht	-0,772	-12,305	

Όπως παρατηρείται από τις ανωτέρω δοκιμές, δεν εντοπίστηκε κάποιο μοντέλο με τιμή του συντελεστή R² τέτοια, που να μπορεί να θεωρηθεί ικανοποιητική. Αυτό σημαίνει ότι δε βρέθηκε μαθηματική σχέση, στην οποία η μεταβλητότητα της μεταβλητής Y να εξηγείται σε ικανοποιητικό βαθμό από τις μεταβλητές X. Ένα επιπλέον στοιχείο που παρατηρήθηκε και δείχνει τη μη καλή προσαρμογή των δεδομένων, είναι η μεγάλη τιμή της σταθεράς (Constant) της εξίσωσης, σε όλες σχεδόν τις δοκιμές.

5.2.4.2 Λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση

Στην προσπάθεια αναζήτησης μιας καλύτερης μεθόδου ανάλυσης των δεδομένων, επιλέχθηκε η λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση (lognormal regression). Η σχέση που συνδέει την εξαρτημένη με τις ανεξάρτητες μεταβλητές είναι και σε αυτή την περίπτωση γραμμική. Η διαφορά της από την γραμμική παλινδρόμηση έγκειται στο ότι εδώ **ενδιαφέρει ο φυσικός λογάριθμος της εξαρτημένης μεταβλητής**. Έτσι, στον διαμορφωμένο πίνακα προστέθηκαν δύο στήλες, μία για τον λογάριθμο της μέσης ταχύτητας και μία για τον λογάριθμο των χρονικών διαχωρισμών. Η διαδικασία της ανάλυσης είναι ίδια με αυτή που ακολουθήθηκε για τη γραμμική παλινδρόμηση (analyze → regression → linear), με τη διαφορά ότι σε αυτή την περίπτωση θα χρησιμοποιηθούν, ως εξαρτημένες μεταβλητές, ο λογάριθμος της μέσης ταχύτητας και των χρονικών διαχωρισμών. Τα αποτελέσματα των δοκιμών, που πραγματοποιήθηκαν, δίνονται συνοπτικά στον πίνακα που ακολουθεί:

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.7: Δοκιμές με εφαρμογή την λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης

Μεταβλητές		B	t	R ²
Εξαρτημένες	Ανεξάρτητες			
Log Ht	Constant	1,081	20,235	0,185
	Age	-0,053	-3,441	
	Gender	0,031	2,165	
	Dr.Experience	0,095	6,287	
	Ann.Distance	0,026	2,069	
	Talk	0,008	0,730	
	Vt	-0,025	-13,468	
Log Ht	Constant	1,030	21,203	0,183
	Age	-0,045	-2,941	
	Gender	0,033	2,396	
	Dr.Experience	0,106	7,020	
	Talk	0,013	1,168	
	Vf	-0,021	-13,436	
Log Ht	Constant	-0,266	-5,278	0,181
	Age	-0,049	-3,195	
	Gender	0,030	2,058	
	Dr.Experience	0,087	5,776	
	Ann.Distance	0,023	1,848	
	Talk	0,005	0,431	
	Duration	0,051	13,229	
Log Ht	Constant	-0,252	-5,053	0,178
	Age	-0,046	-3,007	
	Gender	0,022	1,590	
	Dr.Experience	0,091	6,068	
	Talk	0,004	0,308	
	Duration	0,051	13,187	
Log Vt	Constant	1,475	363,75	0,247
	Age	-0,008	-2,133	
	Gender	-0,029	-8,406	
	Dr.Experience	0,021	5,648	
	Ann.Distance	0,004	1,340	
	Talk	-0,009	-3,332	
	Ht	-0,012	-12,436	
Log Vt	Constant	1,477	395,34	0,245
	Age	-0,007	-1,996	
	Gender	-0,030	-9,262	
	Dr.Experience	0,021	5,873	
	Talk	-0,010	-3,434	
	Ht	-0,012	-12,404	

Παρατηρείται ότι και στην περίπτωση της εφαρμογής της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης, ο συντελεστής R^2 λαμβάνει σχετικά χαμηλές τιμές. Σχετικά υψηλότερες τιμές του συντελεστή παρουσιάζονται στις περιπτώσεις όπου, ως εξαρτημένη μεταβλητή εξετάζεται ο λογάριθμος της μέσης ταχύτητας. Επιπρόσθετα, παρατηρείται ότι, σε καμία από τις δοκιμές, που εξετάζεται ο λογάριθμος των χρονικών διαχωρισμών, η τιμή του t της μεταβλητής «χρήση κινητού» δεν υπερβαίνει την τιμή 1,7.

Στο σημείο αυτό, επιχειρήθηκε η **δημιουργία ενός νέου πίνακα**, ο οποίος δε θα περιλαμβάνει τους χρονικούς διαχωρισμούς. Αποφασίστηκε, επιπλέον, να δημιουργηθεί ξεχωριστός πίνακας για την καθεμία από τις τρεις μέσες ταχύτητες (συνολικής διαδρομής, ελεύθερης και διακοπτόμενης ροής). Οι πίνακες αυτοί αποτελούνται από 74 γραμμές. Σε κάθε συμμετέχοντα αντιστοιχούν δύο γραμμές, μία για τη διαδρομή χωρίς χρήση κινητού και μία για τη διαδρομή με χρήση κινητού. Στην επόμενη σελίδα δίδεται ο πίνακας με τη μέση ταχύτητα συνολικής διαδρομής (Πίν. 5.8). Ανάλογοι πίνακες δημιουργήθηκαν και για τις άλλες δύο ταχύτητες (της ελεύθερης και της διακοπτόμενης ροής).

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.8: Απόσπασμα του νέου πίνακα χωρίς τους χρονικούς διαχωρισμούς

α/α συμμετέχ.	Ηλικία	Φύλο	Οδηγική εμπειρία	Ετήσια διανυόμ. απόσταση	Χρήση κινητού	Μέση ταχύτητα- V_T (km/hr)	$\text{Log}V_T$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	0	1	0	0	24,58	1,3905
1	1	0	1	0	1	22,12	1,3447
2	1	0	0	1	0	28,28	1,4514
2	1	0	0	1	1	28,02	1,4474
3	0	0	1	1	0	31,24	1,4947
3	0	0	1	1	1	31,1	1,492
4	0	0	1	0	0	22,69	1,3558
4	0	0	1	0	1	22,67	1,3554
.
28	0	0	0	1	1	24,36	1,3866
29	1	0	1	1	0	22,33	1,3488
29	1	0	1	1	1	23,32	1,3677
30	1	1	1	0	0	26,78	1,4278
30	1	1	1	0	1	27,44	1,4383
31	0	0	0	0	0	30,96	1,4908
31	0	0	0	0	1	32,28	1,5089
32	1	0	0	1	0	25,81	1,4117
32	1	0	0	1	1	25,08	1,3993
33	0	0	1	1	0	28,78	1,4590
33	0	0	1	1	1	26,68	1,4261
34	0	0	0	0	0	27,27	1,4356
34	0	0	0	0	1	26,32	1,4202
35	0	0	0	0	0	28,63	1,4568
35	0	0	0	0	1	29,46	1,4692
36	1	0	1	1	0	29,34	1,4674
36	1	0	1	1	1	28,82	1,4596
37	1	0	1	0	0	22,41	1,3504
37	1	0	1	0	1	22,62	1,3544

Στο στάδιο αυτό, **εξετάστηκε ο λογάριθμος της μέσης ταχύτητας**, ως εξαρτημένη μεταβλητή, ενώ ως ανεξάρτητες χρησιμοποιήθηκαν η ηλικία, το φύλλο, η οδηγική εμπειρία, η ετήσια διανυόμενη απόσταση και φυσικά η χρήση κινητού. Η προσπάθεια αυτή, όμως, δεν οδήγησε σε ικανοποιητικά αποτελέσματα, καθώς τόσο η τιμή του συντελεστή R^2 , όσο και οι τιμές του t ήταν αρκετά χαμηλές.

Στη συνέχεια, επιχειρήθηκε μια σειρά από ενέργειες, οι οποίες όμως ούτε και αυτές οδήγησαν στην ανάπτυξη κάποιου αξιόλογου μοντέλου. Αρχικά αποφασίστηκε να αποκλειστούν από το δείγμα οι πολύ γρήγοροι οδηγοί. Αφού πραγματοποιήθηκε φθίνουσα ταξινόμηση του Πίνακα 5.8 των δεδομένων της στήλης της μέσης ταχύτητας, τέθηκαν εκτός του δείγματος οι οδηγοί με μέση ταχύτητα μεγαλύτερη από 30 km/h (α/α συμμετέχοντα: 3, 6, 16 και 31). Ύστερα, αποκλείστηκαν οι συμμετέχοντες που οδήγησαν πολύ πιο αργά από τους υπολοίπους και η μέση ταχύτητά τους δεν ξεπέρασε τα 21,07 km/h (α/α συμμετέχοντα: 20, 26).

Μια τρίτη προσπάθεια βασίστηκε στον εξής συλλογισμό: κατά τη διαδικασία του πειράματος, ο κάθε συμμετέχοντας πραγματοποίησε την ίδια διαδρομή δύο φορές. Την πρώτη φορά δεν μιλούσε στο κινητό και δεν γνώριζε τη διαδρομή, ενώ τη δεύτερη φορά μιλούσε στο κινητό και γνώριζε τη διαδρομή, αφού την είχε διανύσει λίγα λεπτά πριν. Αναμενόμενο ήταν, λοιπόν, τη δεύτερη φορά η μέση ταχύτητά να παρουσιάζεται αυξημένη σε σχέση με τη πρώτη, επηρεαζόμενη από το γεγονός ότι η διαδρομή ήταν γνωστή, καθώς και από το ότι οι συμμετέχοντες οδηγούσαν πιο γρήγορα για να ολοκληρώσουν το πείραμα. Βάσει αυτής της λογικής, αποκλείστηκαν από το δείγμα οι οδηγοί, των οποίων η ταχύτητα της πρώτης διαδρομής ήταν μεγαλύτερη σε σχέση με αυτή της δεύτερης ($V_1 > V_0$). Τα εγχειρήματα που προαναφέρθηκαν, εφαρμόστηκαν τόσο στο συνολικό πίνακα (Πίν. 4.3), που έχει ως βάση του τους χρονικούς διαχωρισμούς, όσο και στον πίνακα χωρίς τους χρονικούς διαχωρισμούς (Πίν. 5.8).

Κατά την ανάλυση των στοιχείων του συνολικού πίνακα, εξετάστηκε, ως εξαρτημένη μεταβλητή, ο φυσικός λογάριθμος της μέσης ταχύτητας και των χρονικών διαχωρισμών, ενώ κατά την ανάλυση των στοιχείων του πίνακα χωρίς τους χρονικούς διαχωρισμούς, ως εξαρτημένη χρησιμοποιήθηκε ο φυσικός λογάριθμος της μέσης ταχύτητας. Αναφέρεται ότι, πραγματοποιήθηκε **μία σειρά από δοκιμές**, όπου κάθε φορά, στη αρχική δοκιμή συμπεριλαμβάνονταν όλες οι ανεξάρτητες μεταβλητές και στη συνέχεια απορρίπτονταν εκείνες, για τις οποίες η τιμή του t ήταν μικρότερη από 1,7. Στις επόμενες σελίδες παρατίθενται συνοπτικά τα αποτελέσματα της ανάλυσης.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.9: Δοκιμές μετά τη βελτίωση της αξιοπιστίας του δείγματος

Ενέργεια	Πίνακας	Εξαρτημένες Μεταβλητές	Ανεξάρτητες Μεταβλητές	R ²
1) Αποκλεισμός των γρήγορων οδηγών (με V>30 km/h)	Πίνακας χωρίς χρονικούς διαχωρισμούς	Log Vt	Age Gender Dr. Experience Ann. Distance Talk	0,157
		Log Vt	Gender Talk	0,117
	Συνολικός πίνακας με χρονικούς διαχωρισμούς	Log Vt	Age Gender Dr. Experience Ann. Distance Talk Ht	0,154
		Log Vt	Age Gender Talk Ht	0,153
		Log Ht	Age Gender Dr. Experience Ann. Distance Talk Vt	0,130
		Log Ht	Age Gender Dr. Experience Talk Vt	0,128
2) Αποκλεισμός των αργών οδηγών (με V<21,07km/h)	Πίνακας χωρίς χρονικούς διαχωρισμούς	Log Vt	Age Gender Dr. Experience Ann. Distance Talk	0,089
		Log Vt	Gender Talk	0,071
	Συνολικός πίνακας με χρονικούς διαχωρισμούς	Log Vt	Age Gender Dr. Experience Ann. Distance Talk	0,178

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.9: Δοκιμές μετά τη βελτίωση της αξιοπιστίας του δείγματος

Ενέργεια	Πίνακας	Εξαρτημένες Μεταβλητές	Ανεξάρτητες Μεταβλητές	R ²
Αποκλεισμός των αργών οδηγών (με $V < 21,07 \text{ km/h}$)	Συνολικός πίνακας με χρονικούς διαχωρισμούς	Log Vt	Age Gender Dr. Experience Talk	0,178
		Log Ht	Age Gender Dr. Experience Ann. Distance Talk Vt	0,166
3) Αποκλεισμός των οδηγών με $V_1 > V_0$	Πίνακας χωρίς χρονικούς διαχωρισμούς	Log Vt	Age Gender Dr. Experience Ann. Distance Talk	0,271
		Log Vt	Gender Ann. Distance Talk	0,264
	Συνολικός πίνακας με χρονικούς διαχωρισμούς	Log Vt	Age Gender Dr. Experience Ann. Distance Talk	0,233
		Log Vt	Gender Dr. Experience Ann. Distance Talk	0,231
		Log Ht	Age Gender Dr. Experience Ann. Distance Talk Vt	0,174
		Log Ht	Age Dr. Experience Talk Vt	0,170

Στον παραπάνω πίνακα (Πίν. 5.9) παρατηρείται μια αύξηση της τιμής του R^2 για την τρίτη προσπάθεια βελτίωσης των δεδομένων του δείγματος (όπου αποκλείστηκαν από το δείγμα οι οδηγοί για τους οποίους η μέση ταχύτητα της πρώτης διαδρομής ήταν μεγαλύτερη από αυτή της δεύτερης). Η αύξηση αυτή διακρίνεται πιο έντονα στις δοκιμές που εξετάζεται ο φυσικός λογάριθμος της μέσης ταχύτητας.

5.2.5 Διόρθωση του σφάλματος των ταχυτήτων

Η διαπίστωση αυτή οδήγησε στη διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο επηρεάζεται η μέση ταχύτητα από το γεγονός ότι, κατά την πρώτη διαδρομή οι συμμετέχοντες δε γνώριζαν την πορεία που θα έπρεπε να ακολουθήσουν. Για τον εντοπισμό του βαθμού επιρροής της μέσης ταχύτητας, αποφασίστηκε η **υλοποίηση του πειράματος με την αντίστροφη διαδικασία**, σε σχέση με αυτή που ακολουθήθηκε κατά το αρχικό πείραμα. Σύμφωνα με αυτή, οι συμμετέχοντες θα απασχολούνταν μέσω τηλεφωνικής συνομιλίας κατά την πρώτη διαδρομή και όχι κατά τη δεύτερη. Επισημαίνεται ότι το αντίστροφο πείραμα πραγματοποιήθηκε με 8 άτομα, τα οποία όμως δεν είχαν συμμετάσχει στην αρχική πειραματική διαδικασία. Υπογραμμίζεται ότι, τα άτομα αυτά δε συμπεριλήφθηκαν στο δείγμα αλλά, οι μετρήσεις τους χρησιμοποιήθηκαν προκειμένου να διορθωθεί το σφάλμα στην τιμή των ταχυτήτων των δύο διαδρομών. Συγκρίνοντας τους μέσους όρους των ταχυτήτων της κάθε διαδρομής του αρχικού πειράματος (37 συμμετέχοντες) και του αντίστροφου πειράματος (8 συμμετέχοντες) παρατηρήθηκαν τα εξής:

1. Η μέση ταχύτητα της διαδρομής με χρήση κινητού (που πραγματοποιήθηκε δεύτερη κατά το αρχικό πείραμα) παρουσίασε αμελητέα διαφορά σε σχέση με τη μέση ταχύτητα της ίδιας διαδρομής, όταν αυτή πραγματοποιήθηκε πρώτη (κατά το αντίστροφο πείραμα).
2. Η μέση ταχύτητα της διαδρομής χωρίς χρήση κινητού (που πραγματοποιήθηκε πρώτη κατά το αρχικό πείραμα) παρουσίασε αύξηση κατά 15,3% σε σχέση με τη μέση ταχύτητα της ίδιας διαδρομής, όταν αυτή πραγματοποιήθηκε δεύτερη (κατά το αντίστροφο πείραμα).

Αποφασίστηκε έτσι, να αυξηθούν οι ταχύτητες της «χωρίς χρήση κινητού διαδρομής» των 37 συμμετεχόντων (του αρχικού πειράματος) κατά 15,3%, ώστε να απαλλαχθούν από το προαναφερθέν σφάλμα.

Στο πλαίσιο της ίδιας λογικής, που οδήγησε στη διόρθωση των τιμών της ταχύτητας, πραγματοποιήθηκε ανάλογη διόρθωση και στις τιμές των χρονικών διαχωρισμών. Από τις μετρήσεις της αντίστροφης διαδικασίας προέκυψε ότι, οι χρονικοί διαχωρισμοί κατά τη «χωρίς χρήση κινητού διαδρομή» εμφανίστηκαν μειωμένοι κατά 21,5%, στην περίπτωση που η εν λόγω διαδρομή πραγματοποιήθηκε δεύτερη και οι συμμετέχοντες γνώριζαν την πορεία που θα έπρεπε να ακολουθήσουν. Το γεγονός αυτό οδήγησε στη μείωση των χρονικών διαχωρισμών της «χωρίς χρήση κινητού διαδρομής» των 37 συμμετεχόντων κατά 21,5%.

Στη συνέχεια διαμορφώθηκε ένας πίνακας που περιλάμβανε, εκτός από τις διακριτές μεταβλητές (ηλικία, φύλο, οδηγική εμπειρία, ετήσια διανυόμενη απόσταση και χρήση κινητού), τις μέσες ταχύτητες και τους χρονικούς διαχωρισμούς μαζί. Η διαφορά του από τον συνολικό πίνακα 4.3 έγκειται στην ομοιομορφία του αριθμού των χρονικών διαχωρισμών που αντιστοιχούν στον κάθε συμμετέχοντα. Επειδή όμως ήταν ανέφικτο να προκύψει όμοιος αριθμός χρονικών διαχωρισμών για τον κάθε οδηγό, αποφασίστηκε να εξαχθούν οι μέσοι όροι αυτών.

Τελικά διαμορφώθηκαν τρεις πίνακες, ένας για την καθεμιά από τις τρεις μέσες ταχύτητες. Σε κάθε συμμετέχοντα αντιστοιχήθηκαν δύο μέσες τιμές χρονικών διαχωρισμών (mean Ht), μία για τη διαδρομή χωρίς χρήση κινητού (διαδρομή 0) και μία για τη διαδρομή με χρήση κινητού (διαδρομή 1). Στην περίπτωση που σε κάποια από τις διαδρομές δεν έτυχε να μετρηθούν χρονικοί διαχωρισμοί, δε θέτονταν η τιμή 0 στο αντίστοιχο κελί, αλλά παραλείπονταν η εν λόγω διαδρομή. Έτσι, προέκυψαν συνολικά 71 γραμμές. Ο πίνακας που ακολουθεί περιλαμβάνει τις διορθωμένες τιμές της ταχύτητας της συνολικής διαδρομής ($V_{tntalk}+15,3\%$) και των μέσων χρονικών

διαχωρισμών (Htntalk-21,5%). Αντίστοιχοι πίνακες διαμορφώθηκαν και για την ταχύτητα της ελεύθερης και της διακοπτόμενης ροής.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.10: Απόσπασμα πίνακα με τις διορθωμένες τιμές της ταχύτητας και της μέσης, μέγιστης και ελάχιστης τιμής των χρονικών διαχωρισμών

α/α συμμετέχ.	Ηλικία	Φύλο	Οδηγική εμπειρία	Ετήσια διανυόμε. απόσταση	Χρήση κινητού	mean Htntalk -21,5%	Log(meanHt)	Vt (km/hr)	Vtntalk +15,3%	LogV _T
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	0	1	0	0	4,3	0,635	24,58	28,34	1,452
1	1	0	1	0	1	3,4	0,526	22,12	22,12	1,345
2	1	0	0	1	0	2,2	0,335	28,28	32,61	1,513
2	1	0	0	1	1	1,4	0,155	28,02	28,02	1,447
3	0	0	1	1	0	3,2	0,499	31,24	36,02	1,557
3	0	0	1	1	1	2,3	0,360	31,10	31,10	1,493
4	0	0	1	0	0	3,2	0,501	22,69	26,16	1,418
4	0	0	1	0	1	4,9	0,690	22,67	22,67	1,355
5	1	0	1	1	0	2,5	0,402	26,25	30,27	1,481
5	1	0	1	1	1	3,8	0,580	21,07	21,07	1,324
6	0	0	1	1	0	1,6	0,205	34,20	39,43	1,596
6	0	0	1	1	1	2,6	0,408	31,32	31,32	1,496
7	1	0	1	0	0	1,5	0,181	28,10	32,40	1,511
7	1	0	1	0	1	4,2	0,619	24,99	24,99	1,398
8	1	1	1	1	0	2,4	0,380	28,66	33,04	1,519
8	1	1	1	1	1	3,8	0,575	27,98	27,98	1,447
.
28	0	0	0	1	1	3,6	0,558	24,36	24,36	1,387
29	1	0	1	1	1	2,8	0,446	23,32	23,32	1,368
30	1	1	1	0	0	3,1	0,495	26,78	30,88	1,490
30	1	1	1	0	1	4,2	0,618	27,44	27,44	1,438
31	0	0	0	0	0	1,7	0,231	30,96	35,70	1,553
31	0	0	0	0	1	1,9	0,268	32,28	32,28	1,509
32	1	0	0	1	0	2,2	0,346	25,81	29,76	1,474
32	1	0	0	1	1	5,1	0,703	25,08	25,08	1,399
33	0	0	1	1	0	3,2	0,505	28,78	33,18	1,521
33	0	0	1	1	1	3,7	0,569	26,68	26,68	1,426
34	0	0	0	0	0	2,1	0,332	27,27	31,44	1,498
34	0	0	0	0	1	2,7	0,439	26,32	26,32	1,420
35	0	0	0	0	0	1,9	0,276	28,63	33,01	1,519
35	0	0	0	0	1	2,9	0,467	29,46	29,46	1,469
36	1	0	1	1	0	2,3	0,365	29,34	33,83	1,529
36	1	0	1	1	1	3,6	0,558	28,82	28,82	1,460
37	1	0	1	0	0	2,9	0,466	22,41	25,84	1,412
37	1	0	1	0	1	3,5	0,539	22,62	22,62	1,354

Μετά τη διαμόρφωση του πίνακα, ακολούθησε μια σειρά δοκιμών, στις οποίες σε πρώτη φάση εξετάστηκε ο φυσικός λογάριθμος της μέσης ταχύτητας της συνολικής (Vt), της ελεύθερης (Vf) και της διακοπτόμενης ροής (Vd) :

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.11: Δοκιμές που εξετάζουν τη μέση ταχύτητα της συνολικής, της ελεύθερης και της διακοπτόμενης ροής

Μεταβλητές		B	t	R ²
Εξαρτημένες	Ανεξάρτητες			
Log Vt	Constant	1,564	77,902	0,611
	Gender	-0,028	-2,147	
	Dr.Experience	0,012	1,066	
	Ann.Distance	0,020	1,829	
	Talk	-0,046	-3,814	
	Mean Ht	-0,033	-5,143	
Log Vt	Constant	1,568	83,046	0,609
	Gender	-0,032	-2,671	
	Ann.Distance	0,020	1,861	
	Talk	-0,047	-3,909	
	Mean Ht	-0,033	-5,123	
Log Vf	Constant	1,573	75,104	0,517
	Age	0,002	0,122	
	Gender	-0,029	-1,867	
	Dr. Experience	0,029	1,808	
	Ann. Distance	0,032	2,407	
	Talk	-0,049	-3,363	
	MeanHt	-0,023	-3,413	
Log Vf	Constant	1,574	77,213	0,517
	Gender	-0,028	-1,901	
	Dr. Experience	0,03	1,808	
	Ann. Distance	0,032	2,295	
	Talk	-0,049	2,447	
	MeanHt	-0,023	-3,512	
Log Vd	Constant	1,505	45,694	0,577
	Age	-0,009	-0,505	
	Gender	-0,052	-2,913	
	Dr. Experience	-0,008	-0,403	
	Ann. Distance	0,002	0,113	
	Talk	-0,061	-3,923	
	MeanHt	-0,028	-3,541	
Log Vd	Constant	1,495	70,867	0,568
	Gender	-0,050	-3,248	
	Talk	-0,063	-4,241	
	MeanHt	-0,026	-3,750	

Στη συνέχεια εξετάστηκε ο φυσικός λογάριθμος της μέσης τιμής των χρονικών διαχωρισμών:

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.12: Δοκιμές που εξετάζουν τη μέση τιμή των χρονικών διαχωρισμών

Μεταβλητές		B	t	R ²
Εξαρτημένες	Ανεξάρτητες			
Log meanHt	Constant	1,014	8,545	0,516
	Gender	0,025	0,794	
	Dr. Experience	0,057	1,944	
	Ann. Distance	0,024	0,901	
	Talk	-0,078	-2,506	
	Vt	-0,021	-5,594	
Log meanHt	Constant	1,025	9,66	0,490
	Dr. Experience	0,034	1,324	
	Talk	-0,027	0,884	
	Vt	-0,021	-6,122	
Log meanHt	Constant	1,014	9,532	0,477
	Talk	0,031	1,016	
	Vt	-0,020	-5,945	
Log meanHt	Constant	0,365	10,624	0,258
	Gender	0,071	2,07	
	Dr. Experience	0,017	0,543	
	Ann. Distance	-0,010	-0,317	
	Talk	0,131	4,32	
Log meanHt	Constant	0,369	15,795	0,254
	Gender	0,069	2,098	
	Talk	0,131	4,369	

Αναφέρεται ότι κάθε φορά που εξεταζόταν κάποια εξαρτημένη μεταβλητή, χρησιμοποιούνταν, αρχικά, όλες οι ανεξάρτητες μεταβλητές και στη συνέχεια απορρίπτονταν όσες είχαν t μικρότερο από 1,7.

5.2.6 Περιγραφή των αποτελεσμάτων

5.2.6.1 Ταχύτητες

Οι δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν είχαν ως στόχο, τη διερεύνηση της επιρροής της χρήσης κινητού και των υπολοίπων ανεξάρτητων μεταβλητών στην ταχύτητα. Έτσι, αναπτύχθηκαν εξισώσεις που είχαν ως εξαρτημένες μεταβλητές τη μέση ταχύτητα της συνολικής διαδρομής, τη μέση ταχύτητα της ελεύθερης ροής και τη μέση ταχύτητα της διακοπτόμενης ροής. Από αυτές, εκείνες που οδήγησαν στα καταλληλότερα μοντέλα παρουσιάζονται και περιγράφονται στη συνέχεια:

Ταχύτητα συνολικής διαδρομής

Η μαθηματική σχέση του μοντέλου που προέκυψε για τη μέση ταχύτητα συνολικής διαδρομής είναι η εξής:

$$Vt = 10^{(1,568 - 0,047x \text{ Talk} - 0,032 x \text{ Gender} + 0,020 x \text{ Ann.Dist.} - 0,033 x \text{ meanHt})}$$

Όπου, Talk: η χρήση κινητού κατά την οδήγηση

Gender: το φύλο

Annual Distance: η ετήσια διανυόμενη απόσταση και

mean Ht: η μέση τιμή των χρονικών διαχωρισμών

Όπως φαίνεται από την ανωτέρω σχέση, η μέση ταχύτητα της συνολικής διαδρομής εξαρτάται από τις ανεξάρτητες διακριτές μεταβλητές: «χρήση κινητού», «φύλο», «ετήσια διανυόμενη απόσταση» και την ανεξάρτητη συνεχή μεταβλητή: «μέση τιμή των χρονικών διαχωρισμών».

Χρήση κινητού

Το πρόσημο της μεταβλητής «χρήση κινητού» είναι αρνητικό, που σημαίνει ότι όσο αυξάνεται η τιμή της διακριτής αυτής μεταβλητής, μειώνεται η τιμή της ταχύτητας. Πιο απλά, το αρνητικό πρόσημο σε αυτή την περίπτωση δηλώνει ότι η χρήση κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση (τιμή 1 της μεταβλητής) επιφέρει μείωση στην ταχύτητα διαδρομής. Η μείωση της ταχύτητας εξαιτίας της χρήσης κινητού επιβεβαιώνεται και από άλλες έρευνες της διεθνούς βιβλιογραφίας (Haigney, Taylor & Westerman, 1999, Rosenbloom, 2005 και Strayer & Drews, 2001) Η πλέον αποδεκτή ερμηνεία, που θα μπορούσε να δοθεί για την επιρροή της χρήσης κινητού στην ταχύτητα, είναι εκείνη που θεωρεί τη μείωση της ταχύτητας ως αντισταθμιστικό παράγοντα στις αυξημένες απαιτήσεις που προκαλεί η χρήση κινητού. Σύμφωνα με αυτή, η χρήση κινητού επιφορτίζει τον οδηγό με πρόσθετες πληροφορίες που απαιτούν την πνευματική του ενασχόληση. Ο οδηγός, στην προσπάθεια του να αντισταθμίσει τον αυξημένο πνευματικό φόρτο, που προέρχεται από την τηλεφωνική συνομιλία, ελαττώνει ταχύτητα. Μειώνοντας την ταχύτητα θα μπορέσει ευκολότερα να ανταπεξέλθει στις απαιτήσεις της οδήγησης ή σε κάποια κατάσταση που απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της μεταβλητής είναι 3,909, αρκετά μεγαλύτερη από την τιμή 1,7, γεγονός που αποδεικνύει τη στατιστική σημαντικότητα της χρήσης του κινητού τηλεφώνου.

Φύλο

Το πρόσημο της μεταβλητής είναι αρνητικό, που σημαίνει ότι όσο αυξάνεται η τιμή της διακριτής αυτής μεταβλητής, μειώνεται η τιμή της ταχύτητας. Το αρνητικό πρόσημο, σε αυτή την περίπτωση, δηλώνει ότι οι γυναίκες (τιμή 1 της μεταβλητής) παρουσιάζουν χαμηλότερη μέση ταχύτητα από εκείνη των αντρών (τιμή 0 της μεταβλητής). Στο ίδιο συμπέρασμα καταλήγει κανείς και με μια απλή θεώρηση των μετρηθείσων ταχυτήτων του συνόλου των συμμετεχόντων του πειράματος. Έτσι από τον πίνακα 5.10 προκύπτει ότι, οι γυναίκες οδηγοί διατηρούν αρκετά μικρότερη μέση ταχύτητα από τους άντρες είτε μιλούν, είτε δε μιλούν στο κινητό, ενώ οδηγούν. Το γεγονός αυτό εξηγείται

επαρκώς βάσει των χαρακτηριστικών της προσωπικότητας των δύο φύλων, που θέλουν τους άντρες περισσότερο παρορμητικούς και ριψοκίνδυνους και λιγότερο επιφυλακτικούς σε σχέση με τις γυναίκες.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της μεταβλητής «φύλο» είναι 2,671, μεγαλύτερη δηλαδή από την τιμή 1,7, πιστοποιώντας τη στατιστική σημαντικότητα της εν λόγω μεταβλητής.

Ετήσια διανυόμενη απόσταση

Η μεταβλητή ετήσια διανυόμενη απόσταση έχει θετικό πρόσημο, δηλώνοντας έτσι ότι αύξηση της τιμής της οδηγεί σε αύξηση της τιμής της ταχύτητας. Η μεταβλητή αυτή έχει εισαχθεί στη βάση δεδομένων ως διακριτή, λαμβάνοντας την τιμή 0 για λιγότερα από 10.000 ετήσια διανυθέντα χιλιόμετρα και τιμή 1 για περισσότερα από 10.000 χιλιόμετρα ετησίως. Συνεπώς, οι οδηγοί που διανύουν περισσότερα από 10.000 χιλιόμετρα ετησίως, εμφανίζονται να έχουν μεγαλύτερη ταχύτητα από εκείνους που διανύουν λιγότερα από 10.000 χιλιόμετρα. Το γεγονός αυτό αποδίδεται στο ότι οι οδηγοί που διανύουν μεγαλύτερες αποστάσεις ετησίως, έχουν μεγαλύτερη οδηγική εμπειρία και επομένως είναι περισσότερο εξοικειωμένοι με την ταχύτητα, από εκείνους που διανύουν μικρότερες αποστάσεις οδηγώντας.

Όσον αφορά στη στατιστική σημαντικότητα της μεταβλητής «ετήσια διανυόμενη απόσταση», παρατηρείται ότι η απόλυτη τιμή του δείκτη t είναι 1,861, μεγαλύτερη, δηλαδή, από την τιμή 1,7, που αποτελεί την οριακή τιμή για την αποδοχή της μεταβλητής στο μοντέλο.

Μέση τιμή των χρονικών διαχωρισμών

Αύξηση της τιμής της συνεχούς μεταβλητής των μέσων χρονικών διαχωρισμών συνεπάγεται μείωση στην τιμή της μέσης ταχύτητας, καθώς το πρόσημο της μεταβλητής είναι αρνητικό. Αυτό είναι εύλογο και εξηγείται από το γεγονός ότι όταν η ταχύτητα που διατηρεί ένα όχημα μειώνεται, η απόσταση από το προπορευόμενο όχημα αυξάνεται.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της μεταβλητής είναι 5,123, μεγαλύτερη δηλαδή από την τιμή 1,7, πιστοποιώντας τη στατιστική σημαντικότητα και αυτής της μεταβλητής.

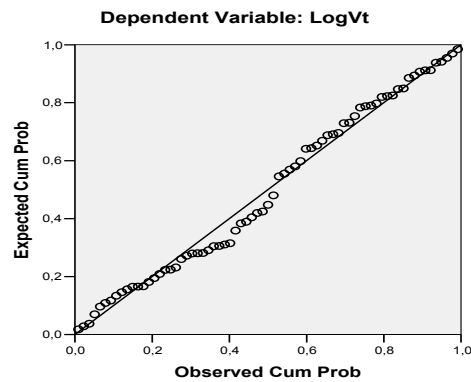
Ο συντελεστής R^2 , που καθορίζει την ποιότητα του μοντέλου, λαμβάνει την τιμή 0,604, τιμή που μπορεί να θεωρηθεί εξαιρετικά ικανοποιητική ως προς την προσαρμογή των μεταβλητών στο μοντέλο.

Από την αξιολόγηση του μοντέλου δε θα πρέπει να παραλειφθεί ο έλεγχος του σφάλματος, βάσει του οποίου το σφάλμα πρέπει να πληροί τις παρακάτω προϋποθέσεις:

- να ακολουθεί κανονική κατανομή,
- να έχει μηδενική αυτοσυσχέτιση $\rho(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0 \quad \forall i \neq j$,
- σταθερή διασπορά, $\text{Var}(\varepsilon_i) = \sigma_\varepsilon^2 = c$ και
- μηδενικό μέσο όρο ($\mu=0$)

Η ισχύς των προϋποθέσεων αυτών ελέγχονται μέσω της ακολουθίας εντολών: `analyze` → `regression` → `linear` → `plot` του στατιστικού λογισμικού. Στο διάγραμμα που ακολουθεί, ο άξονας X αντιπροσωπεύει την αθροιστική πιθανότητα του σφάλματος και ο άξονας Ψ την αθροιστική πιθανότητα της κανονικής κατανομής. Για να ικανοποιείται η πρώτη και βασική προϋπόθεση, που αφορά στην κανονική κατανομή των τυπικών σφαλμάτων, θα πρέπει αυτά να βρίσκονται πάνω στη διαγώνιο.

Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual

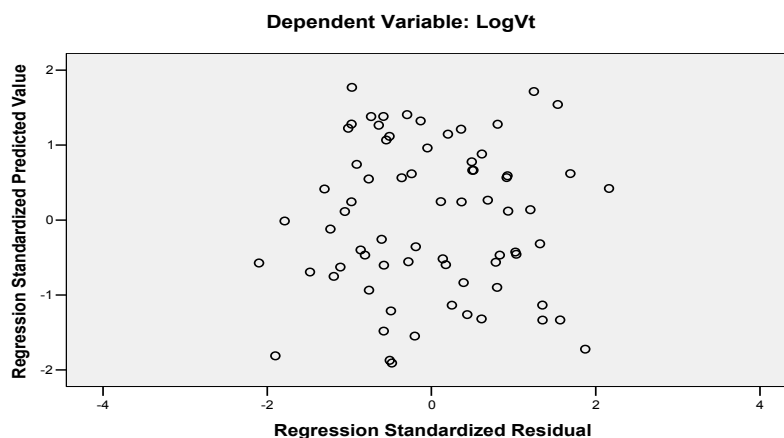


ΓΡΑΦΗΜΑ 5.3: Κατανομή του σφάλματος της μέσης ταχύτητας της συνολικής διαδρομής

Από το διάγραμμα, παρατηρείται ότι τα σφάλματα μπορεί να θεωρηθεί ότι προσεγγίζουν την ευθεία της διαγωνίου και κατά συνέπεια ικανοποιείται η πρώτη προϋπόθεση.

Στο διάγραμμα που ακολουθεί, ο άξονας Χ αντιπροσωπεύει το μέγεθος $zresid$ (Standard residual), δηλαδή τα τυπικά σφάλματα και ο άξονας Ψ το μέγεθος $zpred$ (Standardized Predicted Value), δηλαδή τις προβλεπόμενες τιμές του μοντέλου.

Scatterplot



ΓΡΑΦΗΜΑ 5.4: Συσχέτιση και διασπορά των σφαλμάτων της μέσης ταχύτητας της συνολικής διαδρομής

Από το παραπάνω διάγραμμα φαίνεται ότι δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των τιμών των σφαλμάτων, Επιπρόσθετα φαίνεται η σταθερή διασπορά των σφαλμάτων γύρω από το μηδέν και η κατά προσέγγιση μηδενική τιμή του μέσου όρου.

Αναφέρεται ότι, η διασπορά του σφάλματος εξαρτάται από το συντελεστή προσδιορισμού R^2 . Όσο μεγαλύτερο είναι το R^2 τόσο μικρότερη είναι η διασπορά του σφάλματος, δηλαδή τόσο καλύτερη είναι η πρόβλεψη που βασίζεται στην ευθεία παλινδρόμησης.

Τα προαναφερθέντα συγκλίνουν στο ότι πληρούνται ικανοποιητικά και οι τέσσερις προϋποθέσεις για τον έλεγχο του σφάλματος, ώστε αυτό να μην επηρεάζει τα αποτελέσματα των μοντέλων.

Ταχύτητα ελεύθερης και διακοπτόμενης ροής

Όπως προαναφέρθηκε, σε προηγούμενο κεφάλαιο, η συνολική διαδρομή του πειράματος διακρίθηκε στην ελεύθερη και στη διακοπτόμενη ροή. Η ουσία της διάκρισης της συνολικής διαδρομής έγκειται στο ότι, αυτή περιλαμβάνει δύο οδικά τμήματα με χαρακτηριστικά τέτοια, που να επιτρέπουν την προσομοίωση του ενός τμήματος (της ελεύθερης ροής) με υπεραστική οδό και του άλλου (της διακοπτόμενης ροής) με αστική. Έτσι, εκτός από το μοντέλο της ταχύτητας της συνολικής διαδρομής, αναπτύχθηκαν μοντέλα που εξετάζουν την επιρροή της χρήσης κινητού, σε συνδυασμό και με άλλους παράγοντες, στην ταχύτητα τόσο της ελεύθερης, όσο και της διακοπτόμενης ροής. Μέσω της παρουσίασης και περιγραφής των μοντέλων, δίδεται η δυνατότητα σύγκρισης του τρόπου επιρροής της ταχύτητας σε δύο οδικά τμήματα με διαφορετικά οδικά και κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά.

Ταχύτητα ελεύθερης ροής

Η εξίσωση του μοντέλου που προέκυψε για την ταχύτητα της ελεύθερης ροής είναι η εξής:

$$V_f = 10^{(1,574 - 0,049 \times \text{Talk} - 0,028 \times \text{Gender} + 0,03 \times \text{Dr.Exp.} + 0,032 \times \text{Ann.Distance.} - 0,023 \times \text{meanHt})}$$

Όπου, Talk: η χρήση κινητού κατά την οδήγηση

Gender: το φύλο

Driving Experience: η οδηγική εμπειρία

Annual Distance: η ετήσια διανυόμενη απόσταση και

mean Ht: η μέση τιμή των χρονικών διαχωρισμών

Ταχύτητα διακοπτόμενης ροής

Η εξίσωση του μοντέλου που προέκυψε για την ταχύτητα της διακοπτόμενης ροής είναι η εξής:

$$V_d = 10^{(1,495 - 0,063 \times \text{Talk} - 0,050 \times \text{Gender} - 0,026 \times \text{meanHt})}$$

Όπου, Talk: η χρήση κινητού κατά την οδήγηση

Gender: το φύλο και

mean Ht: η μέση τιμή των χρονικών διαχωρισμών

Από τις ανωτέρω σχέσεις διαφαίνεται ότι, τόσο η μέση ταχύτητα της ελεύθερης ροής, όσο και η μέση ταχύτητα της διακοπτόμενης ροής εξαρτώνται από τις ανεξάρτητες διακριτές μεταβλητές: «χρήση κινητού», «φύλο» και την ανεξάρτητη συνεχή μεταβλητή: «μέσοι χρονικοί διαχωρισμοί». Η διαφορά που παρατηρείται μεταξύ των δύο μοντέλων εντοπίζεται στις ανεξάρτητες διακριτές μεταβλητές «οδηγική εμπειρία» και «ετήσια διανυόμενη απόσταση», οι οποίες επηρεάζουν μόνο την ταχύτητα της ελεύθερης ροής.

Χρήση κινητού

Το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής «χρήση κινητού», και στα δύο μοντέλα, συνεπάγεται ότι, αύξηση της τιμής της διακριτής αυτής μεταβλητής, συνεπάγεται μείωση της τιμής της ταχύτητας και των δύο ροών. Πιο απλά, το αρνητικό πρόσημο δηλώνει ότι η χρήση κινητού κατά την οδήγηση (τιμή 1 της μεταβλητής) επιφέρει μείωση στην ταχύτητα τόσο σε αστικό, όσο και σε υπεραστικό περιβάλλον. Το αποτέλεσμα αυτό θεωρείται εύλογο, καθώς η χρήση κινητού προκαλεί μείωση της ταχύτητας της συνολικής διαδρομής, άρα και της ταχύτητας των επιμέρους διαδρομών. Η απόσπαση της προσοχής του οδηγού, που προέρχεται από την τηλεφωνική συνομιλία, οδηγεί σε μείωση της ταχύτητας και στους δύο τύπους οδικού περιβάλλοντος. Η ελάττωση της ταχύτητας, όπως προαναφέρθηκε, λειτουργεί ως αντισταθμιστικός παράγοντας στις αυξημένες πνευματικές απαιτήσεις που προκαλεί η χρήση του κινητού κατά την οδήγηση.

Αναφέρεται και εδώ ότι, η μεταβλητή «χρήση κινητού» θεωρείται στατιστικά σημαντική και στα δύο μοντέλα, καθώς η απόλυτη τιμή του δείκτη t είναι 3,392 και 4,241, στο μοντέλο της ταχύτητας της ελεύθερης ροής και της διακοπτόμενης ροής αντίστοιχα.

Φύλο

Από το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής, προκύπτει ότι, όσο αυξάνεται η τιμή της διακριτής μεταβλητής «φύλο», μειώνεται η τιμή της ταχύτητας. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι, η ταχύτητα των γυναικών (τιμή 1 της μεταβλητής) είναι μικρότερη από την ταχύτητα των αντρών (τιμή 0 της μεταβλητής) και σε αστικό και σε υπεραστικό περιβάλλον. Με τον ίδιο τρόπο επηρεάζει το φύλο και την ταχύτητα της συνολικής διαδρομής. Συνεπώς, οι άντρες παρουσιάζουν μεγαλύτερη ταχύτητα από εκείνη των γυναικών σε όλα τα περιβάλλοντα.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της μεταβλητής είναι 1,901 στο μοντέλο της ταχύτητας της ελεύθερης ροής και 3,248 στο μοντέλο της ταχύτητας της διακοπτόμενης ροής, πιστοποιώντας έτσι τη στατιστική σημαντικότητα της μεταβλητής.

Μέση τιμή των χρονικών διαχωρισμών

Και στα δύο μαθηματικά μοντέλα, το πρόσημο της μεταβλητής είναι αρνητικό, που σημαίνει ότι αύξηση της συνεχούς τιμής των χρονικών διαχωρισμών συνεπάγεται μείωση στην τιμή της ταχύτητας, ανεξάρτητα από τον τύπο του οδικού περιβάλλοντος.

Όσον αφορά στη στατιστική σημαντικότητα της μεταβλητής, αυτή πιστοποιείται, καθώς η απόλυτη τιμή του δείκτη t της μεταβλητής είναι 3,512 στο μοντέλο της ελεύθερης ροής και 3,750, σε αυτό της διακοπτόμενης.

Οδηγική εμπειρία και Ετήσια διανυόμενη απόσταση

Η οδηγική εμπειρία και η ετήσια διανυόμενη απόσταση επηρεάζουν μόνο την ταχύτητα της ελεύθερης ροής. Στο μοντέλο αυτής, παρατηρείται ότι, τόσο η αύξηση της τιμής της οδηγικής εμπειρίας, όσο και της ετήσιας διανυόμενης απόστασης οδηγούν σε αύξηση της ταχύτητας. Οι μεταβλητές αυτές έχουν εισαχθεί στη βάση δεδομένων ως διακριτές. Η οδηγική εμπειρία λαμβάνει την τιμή 0 για λιγότερα από 4 έτη και την τιμή 1 για περισσότερα από 4, ενώ η ετήσια διανυόμενη απόσταση λαμβάνει την τιμή 0 για λιγότερα από 10.000 ετήσια χιλιόμετρα και την τιμή 1 για περισσότερα από 10.000 διανυθέντα χιλιόμετρα ετησίως. Επομένως το συμπέρασμα που εξάγεται είναι ότι, οι οδηγοί που διαθέτουν μεγαλύτερη οδηγική εμπειρία και διανύουν περισσότερα από 10.000 χιλιόμετρα ετησίως, εμφανίζονται να έχουν μεγαλύτερη ταχύτητα από εκείνους που διανύουν λιγότερα από 10.000 χιλιόμετρα. Η επιρροή αυτή φαίνεται λογική, καθώς οι οδηγοί που διαθέτουν μεγαλύτερη εμπειρία οδήγησης και διανύουν μεγαλύτερες αποστάσεις ετησίως είναι πιο εξοικειωμένοι με την ταχύτητα.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της οδηγικής εμπειρίας είναι 2,295 ενώ, της ετήσιας διανυόμενης απόστασης είναι 2,447, μεγαλύτερες, δηλαδή, από την τιμή 1,7, γεγονός που υποδηλώνει τη στατιστική σημαντικότητα των μεταβλητών.

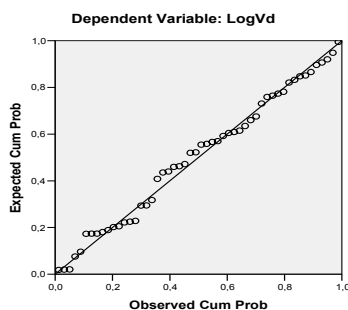
Ο συντελεστής R^2 , που καθορίζει την ποιότητα των μαθηματικών μοντέλων, λαμβάνει την τιμή 0,517, για το μοντέλο της ταχύτητας της ελεύθερης ροής και την τιμή 0,568, για το μοντέλο της ταχύτητας της διακοπτόμενης ροής. Και στις δύο περιπτώσεις, η τιμή του συντελεστή θεωρείται ικανοποιητική.

Στη συνέχεια παρατίθεται η διαδικασία που αφορά στον έλεγχο του σφάλματος, για τον οποίο θα πρέπει να πληρούνται οι παρακάτω προϋποθέσεις:

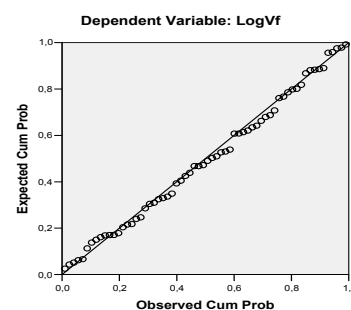
- Κανονική κατανομή του τυπικού σφάλματος,
- μηδενική αυτοσυσχέτιση $\rho(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0 \quad \forall i \neq j$,
- σταθερή διασπορά, $\text{Var}(\varepsilon_i) = \sigma_\varepsilon^2 = c$ και
- μηδενικός μέσος όρος ($\mu=0$)

Στα διαγράμματα που ακολουθούν, ο άξονας X αντιπροσωπεύει την αθροιστική πιθανότητα του σφάλματος και ο άξονας Y την αθροιστική πιθανότητα της κανονικής κατανομής. Για να πληρείται η προϋπόθεση, που αφορά στην κανονική κατανομή των τυπικών σφαλμάτων, θα πρέπει αυτά να βρίσκονται πάνω στη διαγώνιο. Όπως φαίνεται από τα διαγράμματα, η προϋπόθεση ικανοποιείται επαρκώς και για τα δύο μοντέλα, αφού οι τιμές των σφαλμάτων βρίσκονται πλησίον της ευθείας της διαγωνίου.

Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual

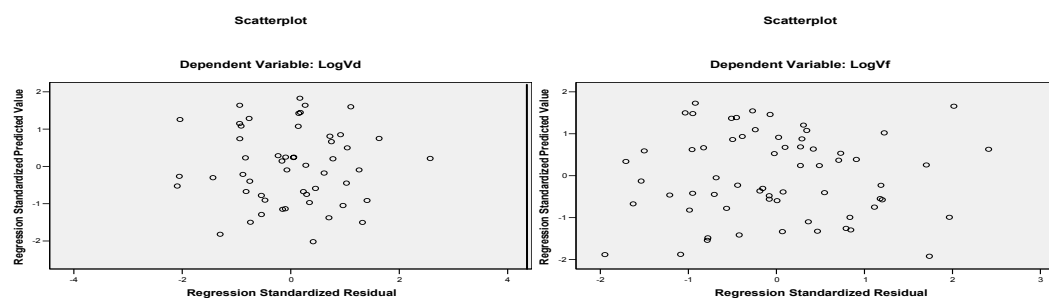


Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual



ΓΡΑΦΗΜΑ 5.5: Κατανομή του σφάλματος της μέσης ταχύτητας της ελεύθερης και της διακοπτόμενης ροής

Στη συνέχεια εξετάζεται το κριτήριο της μηδενικής συσχέτισης μεταξύ των σφαλμάτων, που όπως προκύπτει από τα διαγράμματα, το εν λόγω κριτήριο ικανοποιείται επαρκώς. Από τα ίδια διαγράμματα, προκύπτει και η σταθερή διασπορά γύρω από το μηδέν, καθώς και ο μηδενικός μέσος όρος των σφαλμάτων και για τα δύο μοντέλα.



ΓΡΑΦΗΜΑ 5.6: Συσχέτιση και διασπορά των σφαλμάτων της μέσης ταχύτητας της ελεύθερης και της διακοπτόμενης ροής

Παρατηρήσεις στα μοντέλα των ταχυτήτων

Αυτό που παρατηρείται και για τα τρία μοντέλα συνολικά είναι ότι, και οι τρεις ταχύτητες επηρεάζονται κατά τον ίδιο τρόπο από τις ανεξάρτητες μεταβλητές «χρήση κινητού», «φύλο» και «μέση τιμή των χρονικών διαχωρισμών». Η διαφορά τους εντοπίζεται στις μεταβλητές «οδηγική εμπειρία» και «ετήσια διανυόμενη απόσταση». Η οδηγική εμπειρία υπεισέρχεται μόνο στο μοντέλο της μέσης ταχύτητας της ελεύθερης ροής, ενώ η ετήσια διανυόμενη απόσταση δε φαίνεται να έχει επιρροή στην ταχύτητα της διακοπτόμενης ροής. Τα ανωτέρω οδηγούν στο συμπέρασμα ότι, η ταχύτητα που αναπτύσσεται σε υπεραστικό περιβάλλον επηρεάζεται από την εμπειρία του οδηγού. Αντίθετα, η ταχύτητα σε αστικό περιβάλλον φαίνεται να είναι ανεξάρτητη από τον αριθμό των χιλιομέτρων που έχει διανύσει κανείς και κατ' επέκταση από την οδηγική του εμπειρία.

5.2.6.2 Χρονικοί διαχωρισμοί

Αφού διαμορφώθηκαν τα μοντέλα των ταχυτήτων, καταβλήθηκε προσπάθεια να αναπτυχθεί ένα στατιστικά αξιόπιστο μοντέλο που να περιγράφει την επιρροή της χρήσης του κινητού τηλεφώνου στη μέση τιμή των χρονικών διαχωρισμών.

Από την ανάλυση των στοιχείων, παρατηρήθηκε ότι όταν οι χρονικοί διαχωρισμοί συσχετίζονται με τη χρήση κινητού και ορισμένα χαρακτηριστικά των οδηγών, η χρήση κινητού αποδεικνύεται στατιστικά σημαντική μεταβλητή, χωρίς όμως να υπάρχει καλή προσαρμογή των δεδομένων στο μοντέλο. Συγκεκριμένα, η καλύτερη τιμή που προέκυψε για τον συντελεστή προσαρμογής R^2 δεν υπερβαίνει το 0,254.

Στην περίπτωση που στο μοντέλο υπεισέρχεται ως ανεξάρτητη μεταβλητή η μέση ταχύτητα της συνολικής διαδρομής, φαίνεται να βελτιώνεται η ποιότητα του μοντέλου ($R^2 = 0,477$). Η χρήση κινητού, ωστόσο, παύει να είναι στατιστικά σημαντική, καθώς η τιμή του δείκτη t είναι πολύ μικρότερη της αποδεκτής ($t = 1,016$).

Το γεγονός αυτό μπορεί ίσως να αποδοθεί αφενός, στο ότι η επιρροή του κινητού εμπεριέχεται στην ταχύτητα, αφού τα δύο αυτά μεγέθη είναι συσχετισμένα, όπως αποδείχθηκε από τη μέχρι τώρα ανάλυση. Αφετέρου, το ότι η χρήση κινητού δεν είναι στατιστικά σημαντική στο μοντέλο, όπου δεν περιλαμβάνεται η ταχύτητα, υποδηλώνει ότι ίσως δεν υπάρχει ξεκάθαρη επιρροή αυτής στους χρονικούς διαχωρισμούς.

Αξίζει να σημειωθεί ότι σε όλες τις δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν, η χρήση κινητού εμφανίζεται να έχει θετικό πρόσημο. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι η χρήση κινητού κατά την οδήγηση οδηγεί σε αύξηση των χρονικών διαχωρισμών των οχημάτων. Το εν προκειμένω αποτέλεσμα συμβαδίζει με τα αντίστοιχα αποτελέσματα συναφών ερευνών της διεθνούς βιβλιογραφίας και αποδίδεται στη μείωση της ταχύτητας, που προκαλείται από την τηλεφωνική

συνομιλία. Στις περισσότερες έρευνες, τόσο η μείωση της ταχύτητας, όσο και η αύξηση των χρονικών διαχωρισμών αναφέρονται ως προσπάθεια του οδηγού να αντισταθμίσει την προερχόμενη από τη χρήση κινητού απόσπαση

Παρατηρείται επιπρόσθετα ότι, η ταχύτητα έχει αρνητικό πρόσημο. Συνεπώς, αύξηση της ταχύτητας οδηγεί σε μείωση των μέσων χρονικών διαχωρισμών. Το γεγονός αυτό θεωρείται εύλογο, καθώς όσο αυξάνεται η ταχύτητα διαδρομής, μειώνεται ο χωρικός και επομένως και ο χρονικός διαχωρισμός από το προπορευόμενο όχημα.

5.2.7 Σχετική επιρροή των μεταβλητών

Ο βαθμός της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών κάθε ενός από τα παραπάνω μοντέλα στην αντίστοιχη εξαρτημένη μεταβλητή (μέση ταχύτητα συνολικής, ελεύθερης και διακοπτόμενης ροής) εκφράζεται ποσοτικά μέσω του μεγέθους της σχετικής επιρροής. Ο υπολογισμός του μεγέθους αυτού βασίστηκε στη θεωρία της ελαστικότητας και αντικατοπτρίζει την ευαισθησία της εξαρτημένης μεταβλητής Y στην μεταβολή μιας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών. Η ελαστικότητα είναι ένα αδιάστατο μέγεθος, που σε αντίθεση με τους συντελεστές των μεταβλητών των μοντέλων, δεν εξαρτάται από τις μονάδες μέτρησης των μεταβλητών. Σε συνδυασμό με το πρόσημο των συντελεστών, είναι πιθανό να προσδιοριστεί αν η αύξηση κάποιας ανεξάρτητης μεταβλητής επιφέρει αύξηση ή μείωση στην εξαρτημένη. Είναι πολλές φορές ορθότερο να εκφραστεί η ευαισθησία ως ποσοστιαία μεταβολή της εξαρτημένης μεταβλητής που προκαλεί η 1% μεταβολή της ανεξάρτητης.

Η σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών των μοντέλων, που αναπτύχθηκαν, υπολογίστηκε σύμφωνα με την παρακάτω σχέση:

$$e_i = (\Delta Y_i / \Delta X_i) \cdot (X_i / Y_i) = \beta_i \cdot (X_i / Y_i)$$

Ο προσδιορισμός της σχετικής επιρροής κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής, αποδείχθηκε η πιο απλή και κατάλληλη τεχνική, ικανή να αναδείξει την επιρροή της κάθε μεταβλητής ξεχωριστά, αλλά και να καταστήσει εφικτή τη σύγκριση μεταξύ των επιρροών των διαφορετικών μεταβλητών του ίδιου μοντέλου.

Ο υπολογισμός της σχετικής επιρροής για κάθε μία από τις ανεξάρτητες μεταβλητές των μοντέλων ακολούθησε την παρακάτω διαδικασία. Στη στήλη της σχετικής επιρροής της κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής εφαρμόστηκε η σχέση $e_i = \beta_i \cdot (X_i / Y_i)$, όπου β_i ο συντελεστής της εξεταζόμενης ανεξάρτητης μεταβλητής, X_i η τιμή της και Y_i η τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής. Η ενέργεια αυτή επαναλήφθηκε 71 φορές για την κάθε ανεξάρτητη μεταβλητή, όσες είναι και οι γραμμές του τελικού πίνακα (Πίν. 5.10) Για την εξαγωγή της τιμής της σχετικής επιρροής, υπολογίστηκε ο μέσος όρος των ανωτέρω τιμών. Η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε και για τα τέσσερα μοντέλα που προέκυψαν.

Συγκεντρωτικά, οι τιμές της σχετικής επιρροής για τις μεταβλητές των τριών μοντέλων των μέσων ταχυτήτων δίνονται στον πίνακα της επόμενης σελίδας.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.13: Σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών σε καθένα από τα τρία μοντέλα των ταχυτήτων

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Μέση ταχύτητα συνολικής διαδρομής (Vt)			Μέση ταχύτητα ελεύθερης ροής (Vf)			Μέση ταχύτητα διακοπτόμενης ροής (Vd)		
	β_i	Σχετική επιρροή		β_i	Σχετική επιρροή		β_i	Σχετική επιρροή	
		e_i	e_i^*		e_i	e_i^*		e_i	e_i^*
Χρήση κινητού	-0,047	0,0017	2,46	-0,049	0,017	3,12	-0,063	0,023	1,97
Φύλο	-0,032	0,007	1,00	-0,028	0,005	1,00	-0,050	0,012	1,00
Οδηγική εμπειρία	/	/	/	+0,030	0,010	1,79	/	/	/
Ετήσια διανυόμενη απόσταση	+0,020	0,008	1,12	+0,032	0,012	2,15	/	/	/
Μέσοι χρονικοί διαχωρισμοί	-0,033	0,069	10,33	-0,023	0,047	8,81	-0,026	0,059	5,08

Από τον ανωτέρω πίνακα, προκύπτει το είδος και το μέγεθος της επιρροής της κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής στην εξαρτημένη. Στη στήλη e_i^* δίνεται ο βαθμός της σχετικής επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών ως προς την επιρροή εκείνης της μεταβλητής που επηρεάζει λιγότερο την εξαρτημένη.

Μοντέλο ταχύτητας συνολικής διαδρομής

Όσον αφορά στο μοντέλο της ταχύτητας της συνολικής διαδρομής (V_t), παρατηρείται ότι, η μεταβλητή «μέσοι χρονικοί διαχωρισμοί» έχει την μεγαλύτερη επιρροή στην εξαρτημένη μεταβλητή. Φαίνεται, επιπλέον, ότι και η μεταβλητή «χρήση κινητού» επηρεάζει σημαντικά την ταχύτητα. Τη μικρότερη επιρροή φαίνεται να την έχουν οι μεταβλητές «φύλο» και «ετήσια διανυόμενη απόσταση».

Από τις τιμές της σχετικής επιρροής e_i^* προκύπτει η επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών σε σχέση με την επιρροή της μεταβλητής «φύλο». Έτσι, η χρήση κινητού έχει 2,46 φορές μεγαλύτερη επιρροή στην ταχύτητα της συνολικής διαδρομής σε σχέση με το φύλο. Η ετήσια διανυόμενη απόσταση φαίνεται να επηρεάζει την ταχύτητα στον ίδιο βαθμό με το φύλο, ενώ οι χρονικοί διαχωρισμοί την επηρεάζουν 10,33 φορές περισσότερο από ότι το φύλο.

Μοντέλο ταχύτητας ελεύθερης ροής

Εξετάζοντας το μοντέλο της ταχύτητας της ελεύθερης ροής (V_f), παρατηρείται ότι η μεταβλητή «μέση τιμή των χρονικών διαχωρισμών» έχει την μεγαλύτερη επιρροή στην εξαρτημένη από όλες τις υπόλοιπες. Την αμέσως μεγαλύτερη επιρροή την παρουσιάζει και πάλι η μεταβλητή «χρήση κινητού». Τη μικρότερη επιρροή φαίνεται να την έχει, και σε αυτή την περίπτωση, το φύλο. Συγκεκριμένα, η ετήσια διανυόμενη απόσταση επηρεάζει την ταχύτητα της ελεύθερης ροής 2,15 φορές περισσότερο από ότι την επηρεάζει το φύλο. Η χρήση κινητού έχει 3,12 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με αυτή του

φύλου, ενώ οι μέσοι χρονικοί διαχωρισμοί επηρεάζουν την ταχύτητα 8,81 φορές περισσότερο σε σχέση με το φύλο.

Μοντέλο ταχύτητας διακοπτόμενης ροής

Και στην περίπτωση του μοντέλου που εξετάζει την ταχύτητα της διακοπτόμενης ροής (V_d) η μεταβλητή «μέσοι χρονικοί διαχωρισμοί» παρουσιάζει τη μεγαλύτερη επιρροή στην εξαρτημένη. Η μεταβλητή «χρήση κινητού» έχει επίσης μεγάλη επιρροή στην ταχύτητα της διακοπτόμενης ροής, ενώ τη μικρότερη επιρροή φαίνεται να την έχει η μεταβλητή «φύλο». Όσον αφορά στη μεταβλητή «ετήσια διανυόμενη απόσταση», δε φάνηκε να επηρεάζει την εξαρτημένη μεταβλητή του μοντέλου. Από τις τιμές της σχετικής επιρροής e_i^* των μεταβλητών προκύπτει ότι, η χρήση κινητού έχει 1,97 φορές και οι μέσοι χρονικοί διαχωρισμοί έχουν 5,08 φορές μεγαλύτερη επιρροή στην ταχύτητα της διακοπτόμενης ροής, σε σχέση με την επιρροή του φύλου.

Συνοψίζοντας, μπορούν να εξαχθούν τα παρακάτω **συμπεράσματα**, που αφορούν και στα τρία μοντέλα της ταχύτητας:

- Οι μέσοι χρονικοί διαχωρισμοί επηρεάζουν τον λογάριθμο της ταχύτητας σε μεγαλύτερο βαθμό από ότι οι υπόλοιπες μεταβλητές.
- Την αμέσως μικρότερη επιρροή στο λογάριθμο της ταχύτητας την έχει η χρήση κινητού.
- Το φύλο παρουσιάζει τη μικρότερη επιρροή στην εξαρτημένη μεταβλητή.

5.2.8 Ανάλυση ευαισθησίας

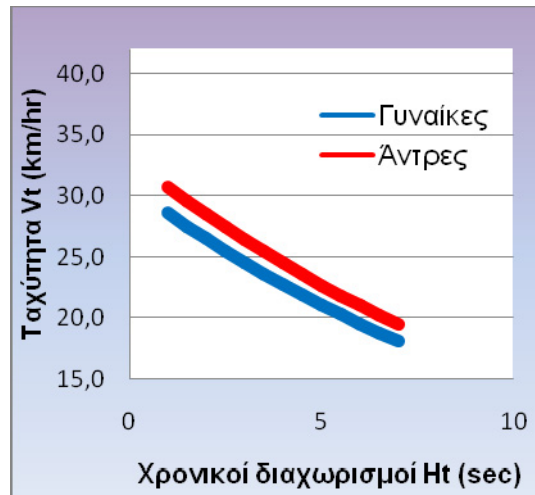
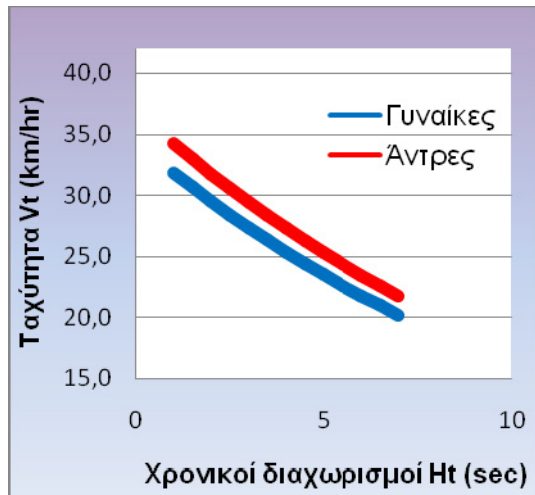
Στο παρόν εδάφιο παρουσιάζονται τα **διαγράμματα ευαισθησίας**, που αναπτύχθηκαν, με στόχο την καλύτερη κατανόηση της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη μεταβλητή, που προβλέπει το μοντέλο.

Για τη διαμόρφωση των διαγραμμάτων, που αφορούν στα **μοντέλα της ταχύτητας**, κάθε φορά διατηρείται σταθερή η τιμή των διακριτών μεταβλητών και δίδονται τιμές, μεταξύ 1 και 7 sec, στους χρονικούς διαχωρισμούς. Τα διαγράμματα, που προέκυψαν και παρατίθενται στη συνέχεια, περιγράφουν την ευαισθησία της ταχύτητας στη μεταβολή της τιμής των χρονικών διαχωρισμών, για συγκεκριμένη κάθε φορά τιμή των μεταβλητών «χρήση κινητού», «φύλο», «οδηγική εμπειρία» και «ετήσια διανυόμενη απόσταση».

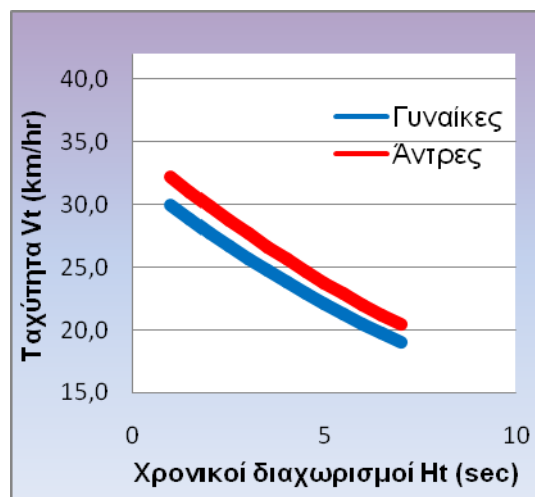
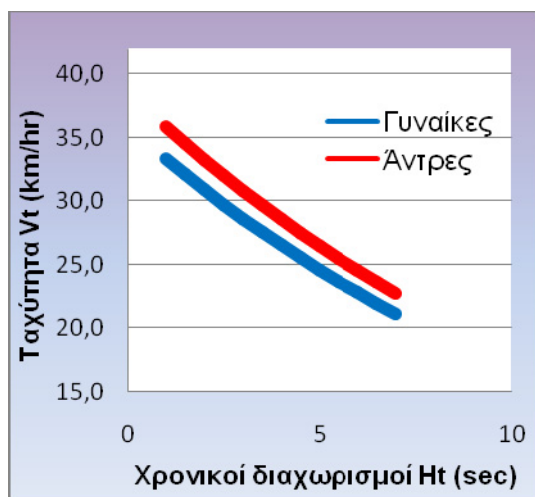
ΜΗ ΧΡΗΣΗ ΚΙΝΗΤΟΥ

ΧΡΗΣΗ ΚΙΝΗΤΟΥ

Διανυόμενη απόσταση: 0-10000 km ετησίως



Διανυόμενη απόσταση: >10000 km ετησίως

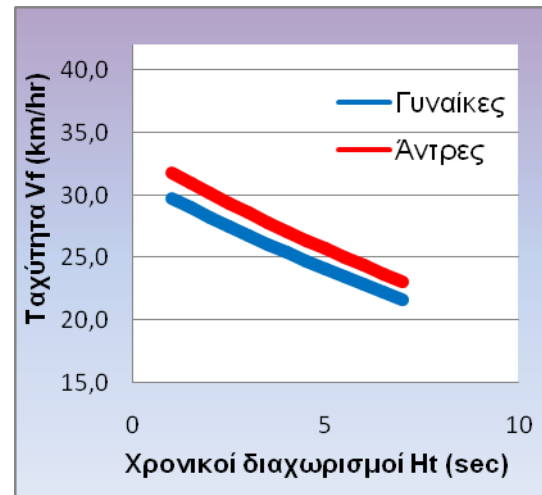
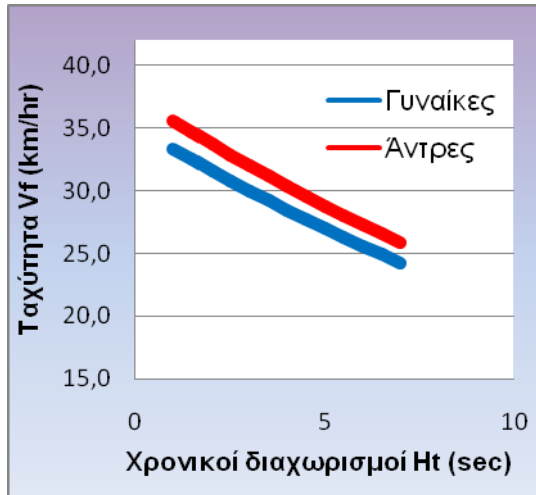


ΓΡΑΦΗΜΑ 5.7: Διαγράμματα ευαισθησίας για το μοντέλο της μέσης ταχύτητας της συνολικής διαδρομής, για τις περιπτώσεις οδήγησης με και χωρίς χρήση κινητού τηλεφώνου

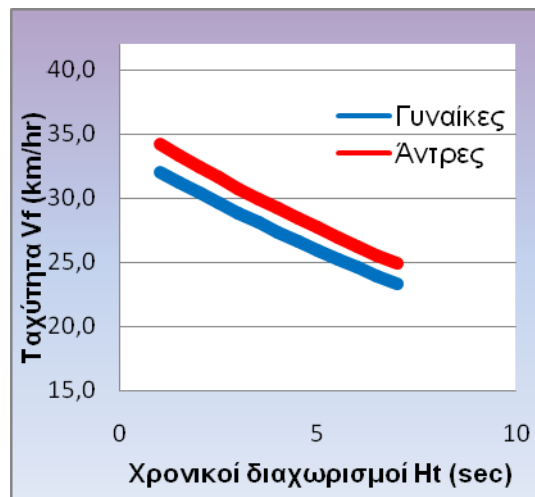
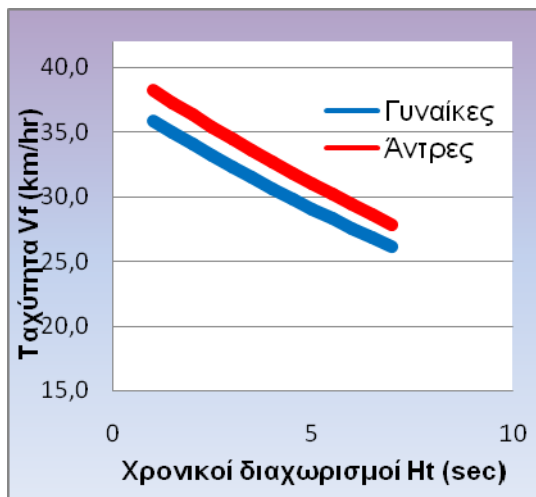
ΜΗ ΧΡΗΣΗ ΚΙΝΗΤΟΥ

ΧΡΗΣΗ ΚΙΝΗΤΟΥ

Οδηγική εμπειρία: 0-4 έτη και Διανυόμενη απόσταση: 0-10000 km ετησίως



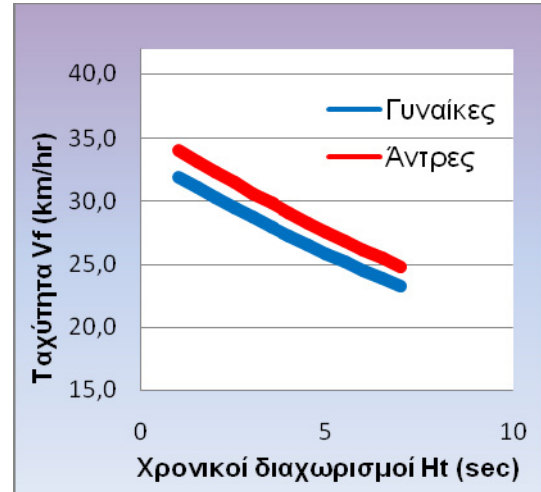
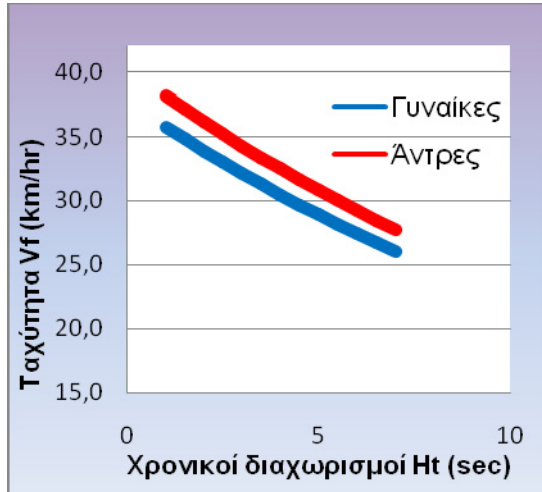
Οδηγική εμπειρία: 0-4 έτη και Διανυόμενη απόσταση: >10000 km ετησίως



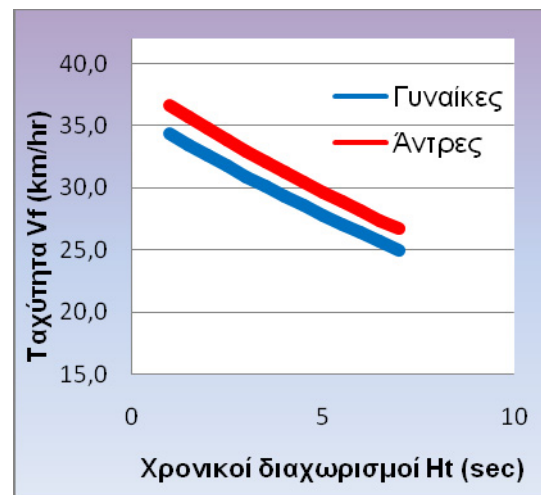
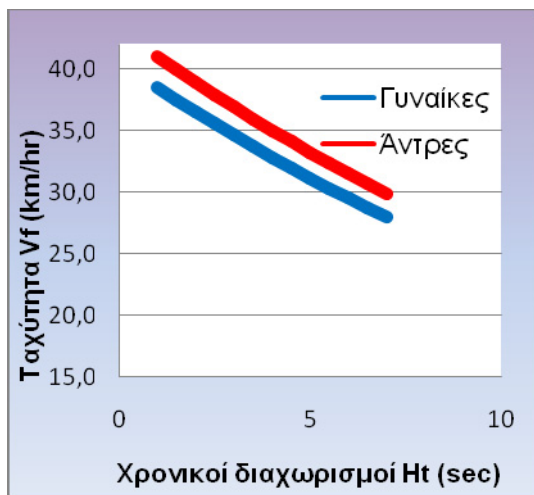
ΜΗ ΧΡΗΣΗ ΚΙΝΗΤΟΥ

ΧΡΗΣΗ ΚΙΝΗΤΟΥ

Οδηγική εμπειρία: >4 έτη και Διανυόμενη απόσταση: 0-10000 km ετησίως

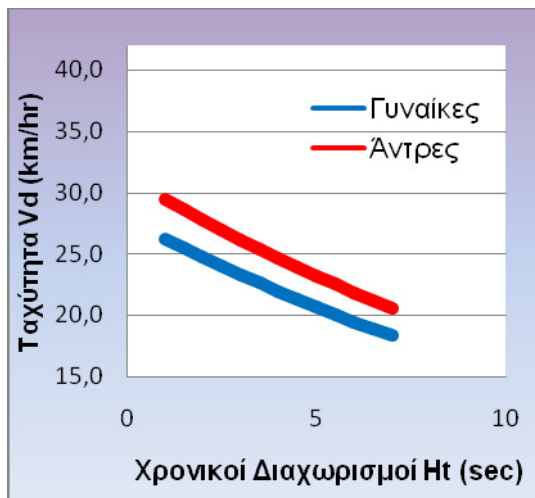


Οδηγική εμπειρία: >4 έτη και Διανυόμενη απόσταση: >10000 km ετησίως

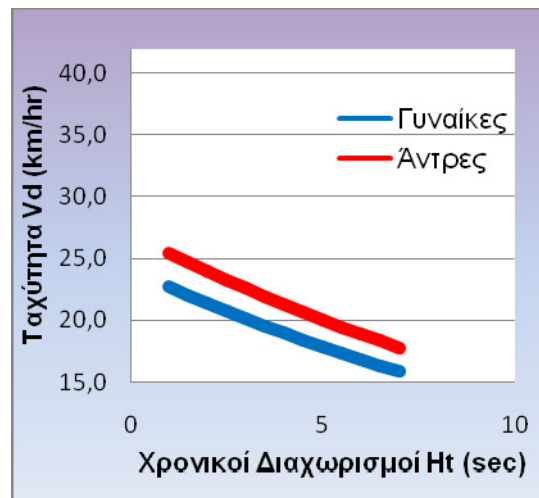


ΓΡΑΦΗΜΑ 5.8: Διαγράμματα ευαισθησίας για το μοντέλο της μέσης ταχύτητας της ελεύθερης ροής, για τις περιπτώσεις οδήγησης με και χωρίς χρήση κινητού τηλεφώνου:

ΜΗ ΧΡΗΣΗ ΚΙΝΗΤΟΥ



ΧΡΗΣΗ ΚΙΝΗΤΟΥ



ΓΡΑΦΗΜΑ 5.9: Διαγράμματα ευαισθησίας για το μοντέλο της μέσης ταχύτητας της διακοπτόμενης ροής, για τις περιπτώσεις οδήγησης με και χωρίς χρήση κινητού τηλεφώνου:

Τα **αποτελέσματα** που προκύπτουν από τα διαγράμματα ευαισθησίας συνοψίζονται στα εξής:

- Η χρήση κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση επιφέρει μείωση της ταχύτητας τόσο των αντρών, όσο και των γυναικών, ανεξάρτητα από τον αριθμό των ετήσιων διανυόμενων χιλιομέτρων. Η διαπίστωση αυτή αφορά και στις τρεις ταχύτητες, γεγονός που συνεπάγεται ότι οι οδηγοί που μιλούν στο κινητό, ελαττώνουν ταχύτητα και σε αστικό και σε υπεραστικό περιβάλλον.
- Στην περίπτωση χρήσης κινητού τηλεφώνου, η διαφορά μεταξύ των ταχυτήτων των δύο φύλων μειώνεται καθώς, όπως φαίνεται από τα διαγράμματα, οι δύο καμπύλες πλησιάζουν περισσότερο.
- Οι γυναίκες παρουσιάζουν γενικά μικρότερη ταχύτητα από εκείνη των αντρών ανεξαρτήτως του αριθμού των χιλιομέτρων που διανύονται ετησίως.

- Παρατηρείται τέλος, ότι τόσο οι άντρες, όσο και οι γυναίκες οδηγοί εμφανίζουν μεγαλύτερη ταχύτητα στην περίπτωση που διανύουν περισσότερα από 10.000 χιλιόμετρα ετησίως. Η διαπίστωση ισχύει και για την περίπτωση χρήσης και για την περίπτωση μη χρήσης κινητού τηλεφώνου, κατά την οδήγηση. Το συμπέρασμα αυτό αφορά μόνο στην ταχύτητα της συνολικής και της ελεύθερης ροής, καθώς η ταχύτητα της διακοπτόμενης ροής δεν εξαρτάται από την ετήσια διανυόμενη απόσταση.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**6.1 ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ**

Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτέλεσε η **διερεύνηση της επιρροής της χρήσης κινητού τηλεφώνου** στην ταχύτητα κυκλοφορίας και στους χρονικούς διαχωρισμούς των οχημάτων.

Για τη **συλλογή των απαραίτητων στοιχείων** συντάχθηκαν ερωτηματολόγια, που αφορούσαν στα χαρακτηριστικά των οδηγών και πραγματοποιήθηκε πείραμα με 37 νέους οδηγούς, σε πραγματικές οδικές συνθήκες. Από τη βιντεοσκόπηση της διαδικασίας του πειράματος προέκυψαν επιπλέον μεταβλητές όπως η μέση ταχύτητα διαδρομής και οι μέσοι χρονικοί διαχωρισμοί.

Για τη **στατιστική επεξεργασία των στοιχείων** καθώς και την ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων, επιχειρήθηκε, σε πρώτη φάση, η χρήση της μεθόδου της γραμμικής παλινδρόμησης, η οποία όμως δεν οδήγησε σε αξιόπιστα αποτελέσματα. Προκειμένου για την εύρεση καταλληλότερων μοντέλων, επιλέχθηκε η εφαρμογή της μεθόδου της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης.

Από τη στατιστική ανάλυση προέκυψαν **τα τελικά μαθηματικά μοντέλα** που αποτυπώνουν τη συσχέτιση μεταξύ των εξεταζόμενων μεταβλητών και των παραγόντων που τις επηρεάζουν. Επισημαίνεται ότι η επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών κάθε μοντέλου στην αντίστοιχη εξαρτημένη μεταβλητή (μέση ταχύτητα συνολικής, ελεύθερης και διακοπτόμενης ροής) προσδιορίστηκε μέσω του μεγέθους της σχετικής επιρροής.

Η σχετική επιρροή χρησιμοποιήθηκε ως μέγεθος ικανό να αναδείξει την επιρροή της κάθε μεταβλητής ξεχωριστά. Ο υπολογισμός της βασίστηκε στη θεωρία της ελαστικότητας, που περιγράφηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο.

Αξίζει να σημειωθεί ότι, δεν είναι θεωρητικά ορθό να χρησιμοποιείται το μέγεθος της ελαστικότητας για ποιοτικές μεταβλητές, όπως είναι η μεταβλητή «φύλο». Παρόλα αυτά, χρησιμοποιήθηκε ως βάση για τον υπολογισμό των σχετικών επιρροών των ανεξάρτητων μεταβλητών, με στόχο την ποιοτική εκτίμηση της επιρροής της κάθε μεταβλητής και τη δυνατότητα σύγκρισης μεταξύ των επιρροών των διαφορετικών μεταβλητών του ίδιου μοντέλου.

Στον πίνακα που ακολουθεί (Πίν. 6.1), παρουσιάζεται η επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών στις μέσες ταχύτητες συνολικής, ελεύθερης και διακοπτόμενης διαδρομής. Σε αυτόν περιλαμβάνονται οι τιμές των συντελεστών β_i και οι τιμές της σχετικής επιρροής e_i και e_i^* των ανεξάρτητων μεταβλητών των μοντέλων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.1: Συγκεντρωτικός πίνακας της σχετικής επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στα τρία μοντέλα των μέσων ταχυτήτων

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Μέση ταχύτητα συνολικής διαδρομής (Vt)			Μέση ταχύτητα ελεύθερης ροής (Vf)			Μέση ταχύτητα διακοπτόμενης ροής (Vd)		
	β_i	Σχετική επιρροή		β_i	Σχετική επιρροή		β_i	Σχετική επιρροή	
		e_i	e_i^*		e_i	e_i^*		e_i	e_i^*
Χρήση κινητού	-0,047	0,0017	2,46	-0,049	0,017	3,12	-0,063	0,023	1,97
Φύλο	-0,032	0,007	1,00	-0,028	0,005	1,00	-0,050	0,012	1,00
Οδηγική εμπειρία	/	/	/	+0,030	0,010	1,79	/	/	/
Ετήσια διανυόμενη απόσταση	+0,020	0,008	1,12	+0,032	0,012	2,15	/	/	/
Μέσοι χρονικοί διαχωρισμοί	-0,033	0,069	10,33	-0,023	0,047	8,81	-0,026	0,059	5,08

Από τον ανωτέρω πίνακα, προκύπτει το είδος και το μέγεθος της επιρροής που έχει κάθε ανεξάρτητη μεταβλητή στην εξαρτημένη. Τα αποτελέσματα της παραπάνω ανάλυσης οδήγησαν σε μια σειρά συμπερασμάτων όπως αυτά που παρουσιάζονται στο επόμενο εδάφιο.

6.2 ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα διάφορα στάδια εκπόνησης της Διπλωματικής Εργασίας προέκυψαν αποτελέσματα άμεσα συνδεδεμένα με το αρχικό ερώτημα και στόχο της Εργασίας. Στο υποκεφάλαιο αυτό, όμως, θα επιχειρηθεί να δοθεί απάντηση στα συνολικά ερωτήματα της έρευνας με σύνθεση των αποτελεσμάτων των προηγούμενων κεφαλαίων. Έτσι, τα γενικά συμπεράσματα συνοψίζονται όπως παρακάτω:

1. Η συντριπτική πλειοψηφία των ερευνών, που εντοπίστηκαν από τη διεθνή βιβλιογραφία, προσεγγίζει το ζήτημα της χρήσης κινητού, κατά την οδήγηση, είτε με τη βοήθεια προσομοιωτών οδήγησης, είτε μέσω ερευνών με ερωτηματολόγια. Τόσο στην Ελλάδα όσο και διεθνώς, η έρευνα αυτή διαφοροποιείται από τις συνηθισμένες μεθόδους διερεύνησης του αντικειμένου, καθώς βασίστηκε σε **πείραμα που πραγματοποιήθηκε σε πραγματικές οδικές συνθήκες**. Η μέθοδος αυτή επέτρεψε την παρατήρηση της πραγματικής συμπεριφοράς των οδηγών και ενδεχομένως μπορεί να θεωρηθεί ότι εξάχθηκαν περισσότερο αξιόπιστα αποτελέσματα και συμπεράσματα.
2. Η στατιστική επεξεργασία των στοιχείων πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της **λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης**, που αποδείχθηκε κατάλληλη για τέτοιου είδους ανάλυση. Η ανάλυση των στοιχείων με τη λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση οδήγησε στην ανάπτυξη αξιόπιστων μαθηματικών μοντέλων συσχέτισης της μέσης ταχύτητας και των μέσων χρονικών διαχωρισμών με τις άλλες παραμέτρους που επηρεάζουν την οδήγηση με ή χωρίς τη χρήση κινητού τηλεφώνου.
3. Από τα μοντέλα που αναπτύχθηκαν, μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι, η χρήση κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση επιφέρει **μείωση στην ταχύτητα κυκλοφορίας**. Συγκεκριμένα, κατά την οδήγηση με ταυτόχρονη χρήση κινητού τηλεφώνου, η μέση ταχύτητα συνολικής διαδρομής (V_t) μειώνεται κατά **15,6%**, η μέση ταχύτητα ελεύθερης ροής (V_f) μειώνεται κατά **14,3%** και η μέση ταχύτητα διακοπτόμενης ροής (V_d) μειώνεται κατά **16,4%**.

4. Ο βαθμός επιρροής των εξετασθέντων παραμέτρων στην ταχύτητα προσδιορίστηκε μέσω της σχετικής επιρροής. Από τη διαδικασία αυτή προέκυψαν τα παρακάτω:

- φαίνεται ότι και οι τρεις ταχύτητες επηρεάζονται κατά τον ίδιο τρόπο από τις ανεξάρτητες μεταβλητές «χρήση κινητού», «φύλο» και «μέση τιμή των χρονικών διαχωρισμών»,
- η διαφορά που εντοπίζεται μεταξύ των μοντέλων των ταχυτήτων αφορά στις μεταβλητές «οδηγική εμπειρία» και «ετήσια διανυόμενη απόσταση». Η οδηγική εμπειρία υπεισέρχεται μόνο στο μοντέλο της μέσης ταχύτητας της ελεύθερης ροής, ενώ η ετήσια διανυόμενη απόσταση δε φαίνεται να έχει επιρροή στην ταχύτητα της διακοπτόμενης ροής. Τα ανωτέρω οδηγούν στο συμπέρασμα ότι, η ταχύτητα που αναπτύσσεται σε υπεραστικό περιβάλλον επηρεάζεται από την εμπειρία του οδηγού. Αντίθετα, η ταχύτητα σε αστικό περιβάλλον φαίνεται να είναι ανεξάρτητη από τον αριθμό των χιλιομέτρων που έχει διανύσει κανείς και κατ' επέκταση από την οδηγική του εμπειρία, καθώς οι ταχύτητες που αναπτύσσονται είναι εκ των πραγμάτων μικρές.
- οι μέσοι χρονικοί διαχωρισμοί επηρεάζουν την ταχύτητα σε μεγαλύτερο βαθμό από ότι οι υπόλοιπες μεταβλητές,
- την αμέσως μικρότερη επιρροή στην ταχύτητα την έχει η χρήση κινητού τηλεφώνου και
- η μεταβλητή «φύλο» παρουσιάζει τη μικρότερη επιρροή στην ταχύτητα.

5. Όσον αφορά στους μέσους χρονικούς διαχωρισμούς, αυτοί φαίνεται να αυξάνονται με τη χρήση κινητού, σύμφωνα με τις μετρηθείσες τιμές, κατά 35%. Ωστόσο, κατά την ανάλυση των στοιχείων δεν προέκυψε κάποιο μοντέλο, στο οποίο η χρήση κινητού να είναι στατιστικά σημαντική

μεταβλητή. Συμπεραίνεται, συνεπώς, ότι η αύξηση αυτή δεν επαληθεύεται στατιστικά.

6. Η **χρήση κινητού** φαίνεται να **επιφέρει την ίδια σχεδόν ποσοστιαία μείωση της ταχύτητας τόσο των αντρών, όσο και των γυναικών οδηγών**, ανεξάρτητα από την ετήσια διανυόμενη απόσταση. Επισημαίνεται ότι οι άντρες οδηγοί διατηρούν υψηλότερη ταχύτητα κυκλοφορίας σε σχέση με την αντίστοιχη ταχύτητα των γυναικών και στην περίπτωση της χρήσης και στην περίπτωση της μη χρήσης κινητού.
7. Με βάση τα όσα προαναφέρθηκαν, επισημαίνεται ότι η επιρροή της χρήσης του κινητού τηλεφώνου στην ταχύτητα επηρεάζει την κυκλοφοριακή ικανότητα των οδών. Δηλαδή, **μείωση της ταχύτητας κυκλοφορίας** (και ενδεχόμενη αύξηση των χρονικών διαχωρισμών) **συνεπάγεται μείωση της κυκλοφοριακής ικανότητας**. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί ως εξής: μείωση της ταχύτητας συνεπάγεται ότι μικρότερος αριθμός οχημάτων περνά από τη διατομή μιας οδού, κατά τη διάρκεια μιας δεδομένης χρονικής περιόδου, με τις οδικές και κυκλοφοριακές συνθήκες καθώς και τις συνθήκες ελέγχου της κυκλοφορίας που επικρατούν (I.M. Φραντζεσκάκης – Γ.Α. Γιαννόπουλος, 1986).
8. Εκτός από τις επιπτώσεις στην κυκλοφορία, η χρήση κινητού τηλεφώνου επηρεάζει και την οδική ασφάλεια. **Η μείωση της ταχύτητας κυκλοφορίας** (και ενδεχομένως η αύξηση των χρονικών διαχωρισμών), ως αποτέλεσμα της χρήσης του κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση, **έχει ίσως θετικές επιπτώσεις στην οδική ασφάλεια**. Διατηρώντας μία μειωμένη ή εντός των επιτρεπτών ορίων ταχύτητα κυκλοφορίας, οι οδηγοί έχουν περισσότερο χρόνο για να αντιδράσουν σε ένα ξαφνικό συμβάν. Παρόλα αυτά, η οδήγηση με χρήση κινητού σε καμία περίπτωση δε μπορεί να θεωρηθεί ασφαλής, αφού σύμφωνα με σειρά ερευνών, διεθνώς, ο οδηγός που μιλά στο κινητό έχει αποσπασμένη την προσοχή του με αποτέλεσμα μεγαλύτερη πιθανότητα λανθασμένου χειρισμού και συνεπαγόμενη πιθανότητα ατυχήματος.

9. Τέλος αναφέρεται ότι, υπό προϋποθέσεις, μπορεί να καταστεί δυνατή η γενίκευση των αποτελεσμάτων της Διπλωματικής αυτής Εργασίας, ώστε να χρησιμοποιηθούν και σε επόμενες έρευνες συναφούς θεματολογίας. Συγκεκριμένα, σε οδούς ημιαστικού περιβάλλοντος και σε περιοχές αραιής δόμησης όπου ο κυκλοφοριακός φόρτος είναι μειωμένος και η πυκνότητα κυκλοφορίας διατηρείται σε χαμηλά επίπεδα είναι αποδεκτή η θεώρηση ισχύος των αποτελεσμάτων που αφορούν στην μέση ταχύτητα ελεύθερης ροής. Αντίστοιχα, τα αποτελέσματα που αναφέρονται στη μέση ταχύτητα διακοπτόμενης ροής, θα μπορούσαν να ισχύουν σε οποιοδήποτε παρόμοιο αστικό οδικό περιβάλλον.

6.3 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα και τα συνολικά συμπεράσματα που εξάχθηκαν κατά την εκπόνηση της Εργασίας αυτής, επιχειρείται η παράθεση μιας σειράς προτάσεων, οι οποίες ενδεχομένως να συμβάλουν στη βελτίωση της διαχείρισης της κυκλοφορίας καθώς και στην αύξηση του επιπέδου οδικής ασφάλειας.

- Η χρήση του κινητού τηλεφώνου αποτελεί μία από τις πιο επικίνδυνες παραβάσεις. Για τον λόγο αυτό, κρίνεται σκόπιμη η **συχνή και αυστηρή αστυνόμευση** των οδηγών, όσο έντονα αστυνομεύεται και η κατανάλωση αλκοόλ.
- Η μείωση των χρονικών διαχωρισμών εξαιτίας της χρήσης κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση, αυξάνει την πιθανότητα εμφάνισης ατυχήματος. Σε περίπτωση, μάλιστα, μεγαλύτερων ταχυτήτων δύναται να οδηγήσει σε αύξηση της πιθανότητας απώλειας ανθρώπινων ζωών. Έτσι, θεωρείται απαραίτητη η **τοποθέτηση πινακίδων και άλλων διατάξεων** κατά μήκος των οδών, ώστε να υπενθυμίζεται στους οδηγούς ότι θα πρέπει να διατηρούν την απόσταση ασφαλείας από το προπορευόμενο όχημα.

- Η οδήγηση αποτελεί μία σειρά πολλών και σύνθετων ενεργειών. Για τη σωστή εκτέλεση των ενεργειών αυτών, απαιτείται τόσο η ελευθερία των κινήσεων, όσο και η διαύγεια του πνεύματος του οδηγού. Με εφαρμογή μέτρων **απαγόρευσης της χρήσης συσκευής χειρός** κατά την οδήγηση και προτροπή των οδηγών να χρησιμοποιούν κινητό τηλέφωνο με ακουστικό ασύρματης επικοινωνίας (Bluetooth), προσδοκάται ότι θα επιτευχθεί η ασφαλής οδήγηση.
- Στην Ελλάδα, επικρατεί η νοοτροπία ότι η αυξημένη ταχύτητα με ταυτόχρονη χρήση του κινητού τηλεφώνου αποτελεί τρόπο προσωπικής ανάδειξης. Για να βελτιωθεί, όμως, το επίπεδο οδικής ασφάλειας είναι αναγκαίο να αντιληφθούν οι οδηγοί ότι όσο πιο **ελεγχόμενη** είναι η **ταχύτητα κυκλοφορίας** που αναπτύσσουν και όσο πιο συγκεντρωμένοι είναι την ώρα της οδήγησης, τόσο πιο ασφαλείς, αυτοί και οι οικείοι τους, θα φτάνουν στον προορισμό τους.
- Επιπρόσθετα, **οι πολίτες θα πρέπει να ενημερώνονται** για θέματα που αφορούν στην οδική ασφάλεια και στη διαχείριση της κυκλοφορίας, σε συνάρτηση με την χρήση κινητού τηλεφώνου, ώστε να γίνει ευρέως αντιληπτός ο κίνδυνος που προκαλεί η χρήση κινητού κατά την οδήγηση. Το σχολείο, τα μέσα μαζικής ενημέρωσης και οι διάφορες εκστρατείες που πραγματοποιούνται από την Πολιτεία αλλά και το προσωπικό παράδειγμα των γονέων, τροχονόμων και όλων των εκπροσώπων της Πολιτείας, αποτελούν ένα βασικό τρόπο ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης.

6.4 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

Για την περαιτέρω μελέτη του αντικειμένου της παρούσας Διπλωματικής, ενδιαφέρον θα παρουσίαζε και η διερεύνηση των παρακάτω:

1. Σε αστικές οδούς εμφανίζεται αυξημένος κυκλοφοριακός φόρτος και μεγαλύτερη πυκνότητα κυκλοφορίας. Η πραγματοποίηση του πειράματος σε **αστικές οδικές συνθήκες** θα βοηθούσε στην παρατήρηση τόσο των αντιδράσεων του οδηγού, όσο και της οδηγικής του συμπεριφοράς.

Επιπρόσθετα, θα ήταν δυνατό να εντοπιστεί η τυχόν διαφορά μεταξύ των μετρήσεων της ταχύτητας και των χρονικών αποστάσεων των οχημάτων, κατά τη χρήση κινητού τηλεφώνου, στο αστικό περιβάλλον και στο ημιαστικό περιβάλλον της Πολυτεχνειούπολης.

2. Ενδιαφέρον θα παρουσίαζε και η παρατήρηση των ίδιων μεταβλητών σε **μεγαλύτερο δείγμα οδηγών**. Όσοι περισσότεροι οδηγοί συμμετέχουν στο πείραμα, τόσο πιο αξιόπιστα αποτελέσματα προκύπτουν και ίσως αυτό να έδινε τη δυνατότητα ανάπτυξης μοντέλων με ισχυρότερη επιρροή μεταξύ των μεταβλητών.
3. Όπως προαναφέρθηκε, οι νέοι οδηγοί, σε αντίθεση με τους οδηγούς μεγαλύτερης ηλικίας, είναι πιο εξοικειωμένοι με τα τεχνολογικά επιτεύγματα και συνεπώς οδηγούν ευκολότερα με ταυτόχρονη χρήση κινητού τηλεφώνου. Έτσι, ένα πείραμα με **συμμετέχοντες διαφορετικών ηλικιακών ομάδων**, ίσως καθιστούσε εφικτή τη εξαγωγή συμπερασμάτων τόσο για την ταχύτητα, όσο και για τους χρονικούς διαχωρισμούς για το σύνολο των οδηγών.
4. Στην παρούσα εργασία αν και συλλέχθηκαν τα κατά δήλωση στοιχεία κάθε συμμετέχοντα με τη συμπλήρωση ερωτηματολογίων, στην πορεία δεν επιλέχθηκε η ανάλυσή τους. Μία άλλη ανάλυση θα μπορούσε να επικεντρωθεί στη **σύγκριση τόσο των στοιχείων που δηλώνει ο οδηγός πριν από τη διεκπεραίωση του πειράματος όσο και των στοιχείων που παρατηρούνται κατά τη διάρκεια του πειράματος**. Με τον τρόπο αυτό θα μπορούσαν να προκύψουν χρήσιμα συμπεράσματα σε σχέση με το αν οι οδηγοί αντιλαμβάνονται σωστά τι κάνουν ενώ οδηγούν.
5. Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με τη θεώρηση κάποιων μεταβλητών ως ποιοτικά μεγέθη. Ένας εναλλακτικός τρόπος προσέγγισης του θέματος θα ήταν η εφαρμογή της ίδιας διαδικασίας ανάλυσης, ορίζοντας τα ως **συνεχή**. Για παράδειγμα, ενώ στην εν λόγω έρευνα, η ηλικία χωρίστηκε σε δύο ομάδες λαμβάνοντας είτε την τιμή 0, είτε την τιμή

- 1, σε επόμενη έρευνα θα μπορούσε η μεταβλητή αυτή να λάβει ως τιμή την ηλικία κάθε συμμετέχοντα.
6. Η μέθοδος της γραμμικής παλινδρόμησης και συγκεκριμένα της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης, χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να επεξεργαστούν στατιστικά τα συλλεχθέντα στοιχεία και να αναπτυχθούν τα τελικά μαθηματικά μοντέλα. Για περαιτέρω στατιστική ανάλυση και εξαγωγή πιο αξιόπιστων μοντέλων, θα φαινόταν χρήσιμη η **εφαρμογή μιας άλλης μεθόδου στατιστικής ανάλυσης**, η οποία θα άνηκε σε διαφορετική οικογένεια από την ήδη επιλεγείσα. Ως πιθανή επιλογή μεθόδου προτείνεται η πολλαπλή ανάλυση μεταβλητών (multilevel analysis).
7. Τέλος, η περιορισμένη τεχνολογική υποστήριξη αποτέλεσε έναν ανασταλτικό παράγοντα τόσο για την ανάλυση περισσότερων μεταβλητών, όσο και για τον ακριβή προσδιορισμό των εξεταζόμενων μεταβλητών. Σε επόμενη έρευνα, η **χρήση πιο σύγχρονων μέσων τεχνολογίας**, όπως για παράδειγμα του ραντάρ μέτρησης της ταχύτητας, μπορεί να καταστήσει δυνατή την καταγραφή παραμέτρων της οδικής ασφάλειας. Τέτοιες μεταβλητές είναι ο αριθμός συγκρούσεων, το χρονικό περιθώριο μέχρι τη σύγκρουση (time to collision) και η παρέκκλιση του οχήματος από την πορεία του.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Claire Laberge-Nadeau, UrsMaag, Francois Bellavance, Sophie D. Lapierre, Denise Desjardins, Stephan Messier and Abdelnasser Saidi, ***“Wireless telephones and the risk of road crashes”***, Accident Analysis and Prevention, Vol. 35, Issue 5 , 2003, pp. 649-660.
2. M. Eugenia Gras, Monica Cunill, Mark J.M. Sullman, Montserrat Planes, Maria Aymerich, Silvia Font-Mayolas, ***“Mobile phone use while driving in a sample of Spanish University Workers”***, Accident Analysis and Prevention, Vol. 39, 2007, pp. 347-355.
3. Leena Poysti, Sirpa Rajalin and Heikki Summala, ***“Factors influencing the use of cellular phone during driving and hazards while using it”***, Accident Analysis and Prevention, Vol. 37, Issue 1, January 2005, pp. 47-51.
4. Tova Rosenbloom, ***“Driving performance while using cell phones”***, Journal of Safety Research, Vol. 37, Issue 2, May 2006, pp. 207-212.
5. Jan Tornros, Anne Bolling, ***“Mobile phone use-effects of conversation on mental workload and driving speed in rural and urban environments”***, Swedish Road and Transport Research Institute (VTI), Part F 9, 2006, pp. 298-306.
6. David W. Eby, Jonathan M. Vivoda, Renee M. St. Louis, ***“Driver hand-held cellular phone use: A four year analysis”***, Journal of Safety Research, University of Michigan, Transport Institute, Vol. 37, July 2006, pp. 261-265.

7. Hakan Alm and Lena Nilsson, ***“Changes in driver behavior as a function of hands-free mobile phones- a simulatory study”***, Accident Analysis and Prevention, Swedish Road and Transport Research Institute (VTI), Vol. 26, Issue 4, 1993, pp. 441-451.
8. D.E. Haigney, R. G. Taylor and S. J. Westerman, ***“Concurrent mobile phone use and driving performance : task demand characteristics and compensatory processes”***, Transportation Research, Part F: Traffic Psychology and Behavior, Vol. 3, Issue 3, September 2000, pp. 113-121.
9. Hakan Alm and Lena Nilsson, ***“The effects of a mobile telephone task an driver behaviour in a car following situation”***, Accident Analysis and Prevention, Swedish Road and Transport Research Institute (VTI), Vol. 27, Issue 5, April 1995, pp. 707-715.
10. ***“Use of mobile phone while driving”***, Institute for road safety research, SWOV, Leidschendam, the Netherlands, May 2006.
11. Larry R. Moore and Gregory S. Moore, ***“The impact of cell phones on driver safety”***, Professional Safety, Vol. 46, Issue 6, January 2001.
12. David Strayer, Frank Drews, Robert Albert and William Johnston, ***“Does cell phone conversation impair driving performance?”***, NSC Issue, Driver Safety, Issue of the Injury Insights newsletter, August/September 2001.
13. Steve Horne, Michael Moloney, Joe Marina and Jack Morns, ***“Phoning while driving continues to increase despite evidence of risk”***, Professional Safety, Vol. 51, Issue 6, January 2006, pp. 58-59.
14. Elizabeth W. Mazzae, Michael Goodman, ***“Research program on wireless phone driver interface effects”***, National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA), United States, 2006.

15. Thomas Ranney, Ph.D, Ginger S.Watson, Elizabeth N.Mazzae, Yannis E.Papelis, **“Examination of the distraction effects of wireless phone interfaces a freeway pilot study”**, NHTSA, Technical Report Documentation Page, Report No. DOT 809 737, Springfield, Virginia, April 2004.
16. Jane B. Tornros, Anne K. Bolling, “Mobile phone use effects of handheld and handsfree phones on driving performance”, Accident Analysis and Prevention, Vol. 37, April 2005, pp.902-909.
17. Washington S.P, Karlaftis M.G, Mannering F.L, “Statistical and Econometric Methods for Transportation Data Analysis”, Chapman & Hall/CRC, 2003.
18. Πνευματικού Αναστασία, Διπλωματική Εργασία, Τομέας ΜΣΥ, ΕΜΠ, Αθήνα, Οκτώβριος 2004.
19. Βασίλης Βασδέκης, **“Μια συνοπτική περιγραφή των διαδικασιών του στατιστικού πακέτου SPSS”**, Τμήμα Στατιστικής, Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 2005
20. Δρ. Ε.Ν Σωσσίδου, **“Σχεδιασμός έρευνας και εφαρμογές στατιστικής με τη χρήση του SPSS”**, Θεσσαλονίκη, 2007.
21. Αναστάσιος Χρονόπουλος, **“Στατιστική”**, Τμήμα Διοίκησης και Εφοδιασμού, 2004.
22. Ματθαίος Γ. Καρλαύτης, **“Σεμινάρια για την Στατιστική Προτυποποίηση Συγκοινωνιακών συστημάτων”**, Οκτώβριος 2007, Αθήνα.

23. Δημήτρης Κουγιουμτζής, **“Στατιστική για Πολιτικούς Μηχανικούς”**, Νοέμβριος 2003.
24. Jeff K. Caird, Chip T. Scialfa, Geoff Ho. Honeywell and Alison Smiley, **“A meta-analysis of driving performance and crash risk associated with the use of cellular telephones while driving”**, Proceedings of the third International Driving Symposium on human factors in driver assessment, Training and vehicle design, Canada, 2004.
25. William J. Horrey and Christopher D. Wickens, **“Cell phones and driving performance”: a meta-analysis**”, Proceedings of the human factors and Ergonomics Society 48th Annual meeting, 2004.
26. David L. Strayer and Frank A. Drews, **“Effects of cell phone conversations on younger and older drivers”**, University of Utah, Salt Lake City, 2001.
27. David L. Strayer, Frank A. Drews and Dennis J. Crouch, **“Fatal Distraction? A comparison of the cell phone driver and the drunk driver”**, Department of Psychology, University of Utah, 2004.
28. Kevin Bogle, **“The effect of cellular phone use on the speed, accuracy and safety of drivers”**, Classen School of Advanced Studies Oklahoma City, Oklahoma, 1999.
29. Christopher Nowakowski, Dana Friedman and Paul Green, **“Cell phone ring suppression and HUD Caller ID: Effectiveness in reducing momentary driver distraction under varying workload levels”**, Technical Report UMTRI 2001-29, October 2001.

30. Stephen D. Wilcox, Ph.D, ***“Comparison of driving in a simulated environment while using the cell phone with and without a headset”***, Design Science, FDISA, August 2004.
31. Thomas Ranney, Ph.D, Ginger S. Watson, Elizabeth N. Mazzae, Yannis E. Papelis, ***“Examination of the distraction effects of wireless phone interfaces using the National advanced driving simulator- Preliminary report on Freeway Pilot Study”***, NHTSA, Virginia, April 2004.
32. Yi Lang Chen, ***“Driver personality characteristics related to self-reported accident involvement and mobile phone use while driving”***, Safety Science, Department of Industrial Engineering and Management, Minghi University of Technology, Taiwan, June 2006.
33. Andrew R. McGarva, Matthew Ramsey and Susannah A. Shear, ***“Effects of Driver cell-phone Use on Driver Aggression”***, Heldref Publications, Vol.146, Issue 2, 2006, pp.133-146.
34. Fred Hooven, M.S. and Sandra Sulsky Ph.D, ***“Cell-phone use and traffic accidents”***, NSC Issue – Driver Safety, Injury Insights, February-March 2002.
35. Julie Vallese, ***“Study: Drivers on cells more likely to crash”***, CNN.com, July 2005.
36. Takashi Hamada, ***“Experimental analysis of interactions between ‘where’ and ‘what’ aspects of information in listening and driving: A possible cognitive risk of using mobile phones during driving”***, Transportation Research, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Part F 11, Japan, 2008, pp. 75-82.

37. **“Headway times and road safety”**, SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam, September 2007.
38. **“Cell-phone and driving”**, Hot topics and issues updates, Insurance information Institute, February 2007.
39. David McD Taylor, Dianne M. Bennet, Michael Carter and Devinder Garewal, **“Mobile telephone use among Melbourne drivers: a preventable exposure to injury risk”**, Vol.179, Issue 3, MJA 2003, pp. 140-142.
40. Φραντζεσκάκης Ι.Μ., Γιαννόπουλος Γ.Α., **“Σχεδιασμός των Μεταφορών και Κυκλοφοριακή Τεχνική, Τόμος Γ”**, Εκδόσεις Παρατηρητής, 1986.
41. Redelmeier, Donald A., and Tibshirani, Robert J.. **“Association between Cellular-Telephone Calls and Motor Vehicle Collisions”**, New England Journal of Medicine, Vol. 336, number 7, 1997, pp. 453-458.

Regression

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	VAR00010, VAR00001, VAR00009, VAR00004, VAR00003, VAR00008, VAR00006	.	Enter

a. Tolerance = ,000 limits reached.

b. Dependent Variable: VAR00012

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,246 ^a	,060	-,001	,150436

a. Predictors: (Constant), VAR00010, VAR00001, VAR00009, VAR00004, VAR00003, VAR00008, VAR00006

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	,479	,050		9,553	,000
	VAR00001	,001	,001	,051	,507	,613
	VAR00003	-,029	,034	-,097	-,851	,397
	VAR00004	,067	,034	,204	1,984	,050
	VAR00006	,018	,037	,060	,488	,627
	VAR00008	-,022	,030	-,071	-,727	,469
	VAR00009	,024	,028	,081	,863	,390
	VAR00010	,004	,028	,013	,140	,889

a. Dependent Variable: VAR00012

Regression

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	VAR00013, VAR00003, VAR00001, VAR00009, VAR00008, VAR00004, VAR00006, VAR00010	.	Enter

a. Tolerance = ,000 limits reached.

b. Dependent Variable: VAR00012

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,436 ^a	,190	,130	,140299

a. Predictors: (Constant), VAR00013, VAR00003, VAR00001, VAR00009, VAR00008, VAR00004, VAR00006, VAR00010

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	,967	,127		7,629	,000
	VAR00001	,000	,001	,033	,353	,725
	VAR00003	-,029	,032	-,095	-,900	,370
	VAR00004	,028	,033	,086	,858	,393
	VAR00006	,033	,035	,109	,945	,347
	VAR00008	,002	,028	,005	,056	,955
	VAR00009	-,012	,028	-,039	-,420	,676
	VAR00010	-,149	,045	-,493	-3,284	,001
	VAR00013	-,016	,004	-,653	-4,144	,000

a. Dependent Variable: VAR00012

Regression

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	VAR00009, VAR00008, VAR00004, VAR00006, VAR00003	.	Enter

a. Tolerance = ,000 limits reached.

b. Dependent Variable: VAR00011

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,298 ^a	,089	,018	,050471

a. Predictors: (Constant), VAR00009, VAR00008, VAR00004, VAR00006, VAR00003

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,016	5	,003	1,248	,297 ^a
	Residual	,163	64	,003		
	Total	,179	69			

a. Predictors: (Constant), VAR00009, VAR00008, VAR00004, VAR00006, VAR00003

b. Dependent Variable: VAR00011

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,428	,014		104,082	,000
	VAR00003	-,009	,014	-,087	-,625	,534
	VAR00004	-,024	,015	-,208	-1,654	,103
	VAR00006	,007	,014	,066	,486	,629
	VAR00008	,011	,012	,111	,925	,358
	VAR00009	-,012	,012	-,116	-,974	,334

a. Dependent Variable: VAR00011

Regression

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	VAR00009, VAR00008, VAR00006, VAR00004, VAR00003	.	Enter

a. Tolerance = ,000 limits reached.

b. Dependent Variable: VAR00011

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,396 ^a	,157	,087	,04516

a. Predictors: (Constant), VAR00009, VAR00008, VAR00006, VAR00004, VAR00003

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,023	5	,005	2,233	,062 ^a
	Residual	,122	60	,002		
	Total	,145	65			

a. Predictors: (Constant), VAR00009, VAR00008, VAR00006, VAR00004, VAR00003

b. Dependent Variable: VAR00011

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,410	,013		111,773	,000
	VAR00003	,014	,014	,153	1,062	,293
	VAR00004	-,032	,012	-,319	-2,563	,013
	VAR00006	-,006	,013	-,060	-,417	,678
	VAR00008	,012	,011	,128	1,054	,296
	VAR00009	-,013	,011	-,140	-1,182	,242

a. Dependent Variable: VAR00011

Regression

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	VAR00012, VAR00006, VAR00009, VAR00004	.	Enter

a. Tolerance = ,000 limits reached.

b. Dependent Variable: VAR00010

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,380 ^a	,144	,139	1,302485

a. Predictors: (Constant), VAR00012, VAR00006, VAR00009, VAR00004

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	167,542	4	41,886	24,690	,000 ^a
	Residual	992,434	585	1,696		
	Total	1159,976	589			

a. Predictors: (Constant), VAR00012, VAR00006, VAR00009, VAR00004

b. Dependent Variable: VAR00010

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	7,936	,658		12,055	,000
	VAR00004	-,086	,119	-,029	-,727	,467
	VAR00006	,704	,113	,244	6,240	,000
	VAR00009	,069	,109	,025	,636	,525
	VAR00012	-,193	,024	-,326	-8,026	,000

a. Dependent Variable: VAR00010

Regression

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	VAR00009, VAR00004, VAR00006	.	Enter

a. Tolerance = ,000 limits reached.

b. Dependent Variable: VAR00011

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,252 ^a	,063	,059	,196529

a. Predictors: (Constant), VAR00009, VAR00004, VAR00006

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1,531	3	,510	13,214	,000 ^a
	Residual	22,633	586	,039		
	Total	24,165	589			

a. Predictors: (Constant), VAR00009, VAR00004, VAR00006

b. Dependent Variable: VAR00011

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	,384	,015		26,327	,000
	VAR00004	,026	,017	,060	1,482	,139
	VAR00006	,099	,017	,237	5,835	,000
	VAR00009	,031	,016	,076	1,908	,057

a. Dependent Variable: VAR00011

Regression

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	VAR00012, VAR00006, VAR00009, VAR00004	.	Enter

a. Tolerance = ,000 limits reached.

b. Dependent Variable: VAR00011

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,407 ^a	,166	,160	,185635

a. Predictors: (Constant), VAR00012, VAR00006, VAR00009, VAR00004

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	4,005	4	1,001	29,058	,000 ^a
	Residual	20,159	585	,034		
	Total	24,165	589			

a. Predictors: (Constant), VAR00012, VAR00006, VAR00009, VAR00004

b. Dependent Variable: VAR00011

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,170	,094		12,473	,000
	VAR00004	-,013	,017	-,031	-,781	,435
	VAR00006	,114	,016	,274	7,094	,000
	VAR00009	,011	,016	,026	,689	,491
	VAR00012	-,029	,003	-,340	-8,474	,000

a. Dependent Variable: VAR00011

Regression

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	VAR00010, VAR00009, VAR00004, VAR00006	.	Enter

a. Tolerance = ,000 limits reached.

b. Dependent Variable: VAR00013

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,411 ^a	,169	,166	,043284

a. Predictors: (Constant), VAR00010, VAR00009, VAR00004, VAR00006

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,391	4	,098	52,238	,000 ^a
	Residual	1,928	1029	,002		
	Total	2,319	1033			

a. Predictors: (Constant), VAR00010, VAR00009, VAR00004, VAR00006

b. Dependent Variable: VAR00013

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,473	,004		410,881	,000
	VAR00004	-,022	,003	-,200	-6,995	,000
	VAR00006	,011	,003	,121	4,235	,000
	VAR00009	-,008	,003	-,084	-2,949	,003
	VAR00010	-,011	,001	-,318	-11,046	,000

a. Dependent Variable: VAR00013

Regression

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	VAR00010, VAR00008, VAR00009, VAR00004	.	Enter

a. Tolerance = ,000 limits reached.

b. Dependent Variable: VAR00012

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,381 ^a	,145	,142	2,145490

a. Predictors: (Constant), VAR00010, VAR00008, VAR00009, VAR00004

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	702,780	4	175,695	38,169	,000 ^a
	Residual	4133,608	898	4,603		
	Total	4836,388	902			

a. Predictors: (Constant), VAR00010, VAR00008, VAR00009, VAR00004

b. Dependent Variable: VAR00012

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	28,166	,216		130,599	,000
	VAR00004	-,856	,161	-,173	-5,307	,000
	VAR00008	,206	,151	,044	1,362	,173
	VAR00009	-,706	,144	-,153	-4,905	,000
	VAR00010	-,431	,051	-,261	-8,394	,000

a. Dependent Variable: VAR00012

Regression

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	VAR00013, VAR00009, VAR00010	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: VAR00012

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,423 ^a	,179	,157	,138047

a. Predictors: (Constant), VAR00013, VAR00009, VAR00010

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,466	3	,155	8,147	,000 ^a
	Residual	2,134	112	,019		
	Total	2,600	115			

a. Predictors: (Constant), VAR00013, VAR00009, VAR00010

b. Dependent Variable: VAR00012

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,007	,107		9,442	,000
	VAR00009	-,012	,027	-,040	-,452	,652
	VAR00010	-,154	,041	-,513	-3,730	,000
	VAR00013	-,016	,003	-,678	-4,873	,000

a. Dependent Variable: VAR00012

Regression

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Age, Talk, V, Changeb.1, Drivingexperience		Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: LogHt

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,433 ^a	,187	,183	,18594

a. Predictors: (Constant), Age, Talk, V, Changeb.1, Drivingexperience

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	8,446	5	1,689	48,860	,000 ^a
	Residual	36,683	1061	,035		
	Total	45,129	1066			

a. Predictors: (Constant), Age, Talk, V, Changeb.1, Drivingexperience

b. Dependent Variable: LogHt

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,126	,057		19,758	,000
	Drivingexperience	,060	,012	,208	5,233	,000
	Talk	,009	,012	,021	,758	,449
	Changeb.1	-,043	,017	-,080	-2,628	,009
	V	-,024	,002	-,387	-13,869	,000
	Age	-,049	,011	-,168	-4,533	,000

a. Dependent Variable: LogHt

Regression

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	V2, Age, Talk, Changeb. 1, Gender, Drivingexperience	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: LogHt

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,434 ^a	,188	,184	,18592

a. Predictors: (Constant), V2, Age, Talk, Changeb.1, Gender, Drivingexperience

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	8,491	6	1,415	40,940	,000 ^a
	Residual	36,639	1060	,035		
	Total	45,129	1066			

a. Predictors: (Constant), V2, Age, Talk, Changeb.1, Gender, Drivingexperience

b. Dependent Variable: LogHt

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	,752	,054		13,969	,000
	Drivingexperience	,066	,012	,228	5,300	,000
	Talk	,011	,012	,026	,931	,352
	Changeb.1	-,039	,019	-,072	-2,020	,044
	Age	-,056	,012	-,194	-4,794	,000
	Gender	,020	,017	,043	1,195	,232
	V2	,000	,000	-,373	-12,438	,000

a. Dependent Variable: LogHt

Regression

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	VAR00009, VAR00008, VAR00006, VAR00004, VAR00003	.	Enter

a. Tolerance = ,000 limits reached.

b. Dependent Variable: VAR00011

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,396 ^a	,157	,087	,04516

a. Predictors: (Constant), VAR00009, VAR00008, VAR00006, VAR00004, VAR00003

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,023	5	,005	2,233	,062 ^a
	Residual	,122	60	,002		
	Total	,145	65			

a. Predictors: (Constant), VAR00009, VAR00008, VAR00006, VAR00004, VAR00003

b. Dependent Variable: VAR00011

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,410	,013		111,773	,000
	VAR00003	,014	,014	,153	1,062	,293
	VAR00004	-,032	,012	-,319	-2,563	,013
	VAR00006	-,006	,013	-,060	-,417	,678
	VAR00008	,012	,011	,128	1,054	,296
	VAR00009	-,013	,011	-,140	-1,182	,242

a. Dependent Variable: VAR00011

Regression

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	VAR00009, VAR00006, VAR00004	.	Enter

a. Tolerance = ,000 limits reached.

b. Dependent Variable: VAR00010

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,339 ^a	,115	,072	2,56202

a. Predictors: (Constant), VAR00009, VAR00006, VAR00004

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	52,976	3	17,659	2,690	,054 ^a
	Residual	406,963	62	6,564		
	Total	459,940	65			

a. Predictors: (Constant), VAR00009, VAR00006, VAR00004

b. Dependent Variable: VAR00010

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	26,381	,609		43,330	,000
	VAR00004	-1,702	,679	-,304	-2,507	,015
	VAR00006	,107	,641	,020	,167	,868
	VAR00009	-,751	,631	-,142	-1,191	,238

a. Dependent Variable: VAR00010

Regression

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	VAR00012, VAR00006, VAR00009, VAR00004	.	Enter

a. Tolerance = ,000 limits reached.

b. Dependent Variable: VAR00010

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,380 ^a	,144	,139	1,302485

a. Predictors: (Constant), VAR00012, VAR00006, VAR00009, VAR00004

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	167,542	4	41,886	24,690	,000 ^a
	Residual	992,434	585	1,696		
	Total	1159,976	589			

a. Predictors: (Constant), VAR00012, VAR00006, VAR00009, VAR00004

b. Dependent Variable: VAR00010

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	7,936	,658		12,055	,000
	VAR00004	-,086	,119	-,029	-,727	,467
	VAR00006	,704	,113	,244	6,240	,000
	VAR00009	,069	,109	,025	,636	,525
	VAR00012	-,193	,024	-,326	-8,026	,000

a. Dependent Variable: VAR00010

Regression

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	VAR00008, VAR00010, VAR00009, VAR00006, VAR00004	.	Enter

a. Tolerance = ,000 limits reached.

b. Dependent Variable: VAR00014

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,407 ^a	,166	,162	,020967

a. Predictors: (Constant), VAR00008, VAR00010, VAR00009, VAR00006, VAR00004

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,090	5	,018	40,856	,000 ^a
	Residual	,452	1028	,000		
	Total	,542	1033			

a. Predictors: (Constant), VAR00008, VAR00010, VAR00009, VAR00006, VAR00004

b. Dependent Variable: VAR00014

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	,679	,002		359,792	,000
	VAR00004	,010	,002	,193	6,514	,000
	VAR00006	-,005	,001	-,108	-3,648	,000
	VAR00009	,004	,001	,091	3,177	,002
	VAR00010	,005	,000	,318	11,018	,000
	VAR00008	,000	,001	-,004	-,145	,884

a. Dependent Variable: VAR00014

Regression

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	VAR00010, VAR00009, VAR00004 ^a	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: VAR00012

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,379 ^a	,144	,141	2,146510

a. Predictors: (Constant), VAR00010, VAR00009, VAR00004

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	694,239	3	231,413	50,225	,000 ^a
	Residual	4142,149	899	4,608		
	Total	4836,388	902			

a. Predictors: (Constant), VAR00010, VAR00009, VAR00004

b. Dependent Variable: VAR00012

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	28,303	,191		148,180	,000
	VAR00004	-,925	,153	-,187	-6,028	,000
	VAR00009	-,726	,143	-,157	-5,063	,000
	VAR00010	-,429	,051	-,260	-8,367	,000

a. Dependent Variable: VAR00012

Regression

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	VAR00010, VAR00009, VAR00004 ^a	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: VAR00012

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,379 ^a	,144	,141	2,146510

a. Predictors: (Constant), VAR00010, VAR00009, VAR00004

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	694,239	3	231,413	50,225	,000 ^a
	Residual	4142,149	899	4,608		
	Total	4836,388	902			

a. Predictors: (Constant), VAR00010, VAR00009, VAR00004

b. Dependent Variable: VAR00012

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	28,303	,191		148,180	,000
	VAR00004	-,925	,153	-,187	-6,028	,000
	VAR00009	-,726	,143	-,157	-5,063	,000
	VAR00010	-,429	,051	-,260	-8,367	,000

a. Dependent Variable: VAR00012

Regression

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Age, Talk, V, Changeb.1, Drivingexperience		Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: LogHt

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,433 ^a	,187	,183	,18594

a. Predictors: (Constant), Age, Talk, V, Changeb.1, Drivingexperience

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	8,446	5	1,689	48,860	,000 ^a
	Residual	36,683	1061	,035		
	Total	45,129	1066			

a. Predictors: (Constant), Age, Talk, V, Changeb.1, Drivingexperience

b. Dependent Variable: LogHt

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,126	,057		19,758	,000
	Drivingexperience	,060	,012	,208	5,233	,000
	Talk	,009	,012	,021	,758	,449
	Changeb.1	-,043	,017	-,080	-2,628	,009
	V	-,024	,002	-,387	-13,869	,000
	Age	-,049	,011	-,168	-4,533	,000

a. Dependent Variable: LogHt

Regression

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	V2, Age, Talk, Changeb.1, Gender, Drivingexperience	.	Enter

- a. All requested variables entered.
 b. Dependent Variable: LogHt

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,434 ^a	,188	,184	,18592

- a. Predictors: (Constant), V2, Age, Talk, Changeb.1, Gender, Drivingexperience

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	8,491	6	1,415	40,940	,000 ^a
	Residual	36,639	1060	,035		
	Total	45,129	1066			

- a. Predictors: (Constant), V2, Age, Talk, Changeb.1, Gender, Drivingexperience
 b. Dependent Variable: LogHt

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	,752	,054		13,969	,000
	Drivingexperience	,066	,012	,228	5,300	,000
	Talk	,011	,012	,026	,931	,352
	Changeb.1	-,039	,019	-,072	-2,020	,044
	Age	-,056	,012	-,194	-4,794	,000
	Gender	,020	,017	,043	1,195	,232
	V2	,000	,000	-,373	-12,438	,000

- a. Dependent Variable: LogHt

Regression

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Frequency calls1, Talk, Changeb. 1, Annualdistance, Mobileuse1 ^a	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: LogHt

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,321 ^a	,103	,099	,19533

a. Predictors: (Constant), Frequencycalls1, Talk, Changeb.1, Annualdistance, Mobileuse1

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	4,649	5	,930	24,371	,000 ^a
	Residual	40,480	1061	,038		
	Total	45,129	1066			

a. Predictors: (Constant), Frequencycalls1, Talk, Changeb.1, Annualdistance, Mobileuse1

b. Dependent Variable: LogHt

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	,377	,031		12,246	,000
	Talk	,029	,012	,070	2,384	,017
	Changeb.1	-,083	,017	-,152	-4,952	,000
	Annualdistance	,037	,009	,129	4,343	,000
	Mobileuse1	-,052	,014	-,120	-3,608	,000
	Frequencycalls1	,031	,005	,198	5,894	,000

a. Dependent Variable: LogHt

Regression

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	VAR00012, VAR00006, VAR00009 ^a , VAR00004	.	Enter

a. Tolerance = ,000 limits reached.

b. Dependent Variable: VAR00010

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,380 ^a	,144	,139	1,302485

a. Predictors: (Constant), VAR00012, VAR00006, VAR00009, VAR00004

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	167,542	4	41,886	24,690	,000 ^a
	Residual	992,434	585	1,696		
	Total	1159,976	589			

a. Predictors: (Constant), VAR00012, VAR00006, VAR00009, VAR00004

b. Dependent Variable: VAR00010

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	7,936	,658		12,055	,000
	VAR00004	-,086	,119	-,029	-,727	,467
	VAR00006	,704	,113	,244	6,240	,000
	VAR00009	,069	,109	,025	,636	,525
	VAR00012	-,193	,024	-,326	-8,026	,000

a. Dependent Variable: VAR00010

Regression

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	VAR00009, VAR00004, VAR00006 ^a	.	Enter

a. Tolerance = ,000 limits reached.

b. Dependent Variable: VAR00011

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,252 ^a	,063	,059	,196529

a. Predictors: (Constant), VAR00009, VAR00004, VAR00006

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1,531	3	,510	13,214	,000 ^a
	Residual	22,633	586	,039		
	Total	24,165	589			

a. Predictors: (Constant), VAR00009, VAR00004, VAR00006

b. Dependent Variable: VAR00011

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	,384	,015		26,327	,000
	VAR00004	,026	,017	,060	1,482	,139
	VAR00006	,099	,017	,237	5,835	,000
	VAR00009	,031	,016	,076	1,908	,057

a. Dependent Variable: VAR00011

