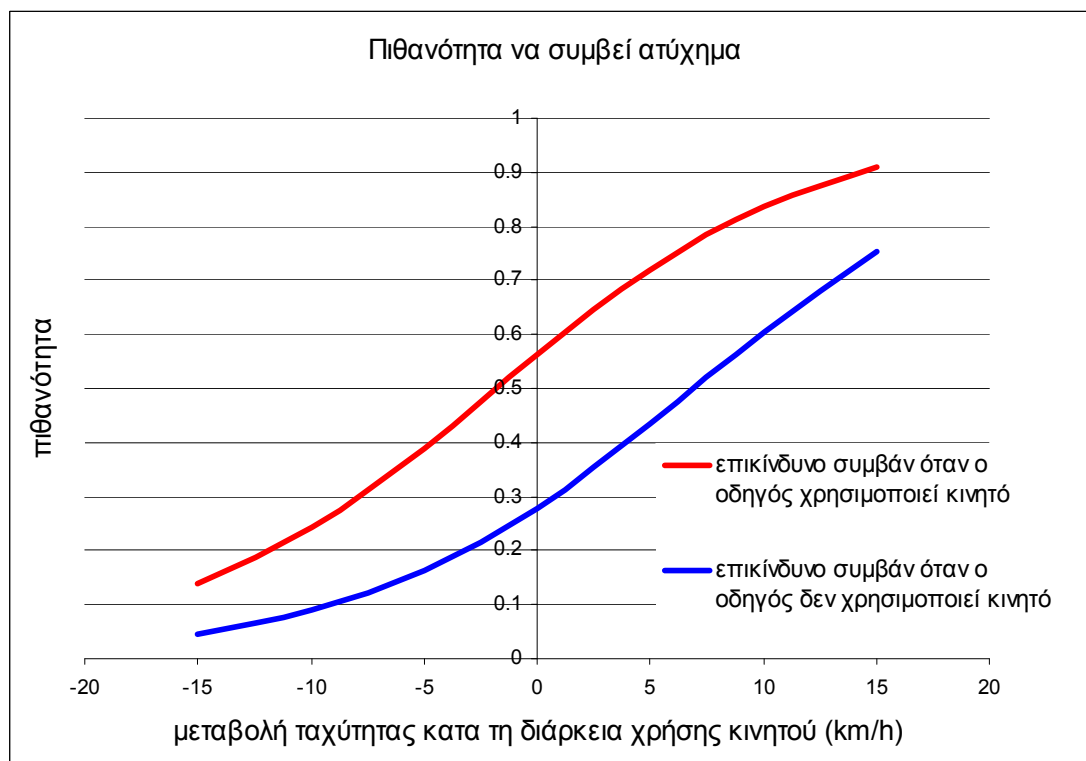




ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΤΗΛΕΦΩΝΟΥ ΣΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΟΥ ΟΔΗΓΟΥ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ ΟΔΗΓΗΣΗΣ.



ΡΟΥΜΠΑΣ ΛΕΩΝΙΔΑΣ

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Επίκουρος Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Μάρτιος 2010

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα στο σημείο αυτό να ευχαριστήσω τον κ. Γιώργο Γιαννή, Επίκουρο Καθηγητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ, τόσο για την επιλογή του θέματος όσο και για την πολύτιμη καθοδήγησή του και την πολύ δημιουργική συνεργασία κατά την διάρκεια της εκπόνησης της παρούσας εργασίας.

Παράλληλα, ευχαριστώ τα υπόλοιπα μέλη της εξεταστικής επιτροπής: κ.Ιωάννη Γκόλια, Καθηγητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ και τον κ.Ματθαίο Καρλαύτη, Επίκουρο Καθηγητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ, για τις εποικοδομητικές παρατηρήσεις τους.

Εξίσου θερμά ευχαριστώ την κ. Ελεονώρα Παπαδημητρίου, Διδάκτορα Πολιτικό Μηχανικό ΕΜΠ, για τις συμβουλές και τις υποδείξεις της πάνω σε σημαντικά ζητήματα της διπλωματικής εργασίας και ιδιαίτερα κατά το στάδιο της στατιστικής ανάλυσης.

Επίσης, πρέπει να ευχαριστήσω τη Λέκτορα κ. Ελένη Βλαχογιάννη για τη βοήθεια στα θέματα του προσομοιωτή.

Ακόμη, ευχαριστώ τους κ.Πέτρο Ευγενικό, Υποψήφιο Διδάκτορα, και κ.Χρήστο Μάντζαρη για τη βοήθεια σε θέματα που αφορούσαν τη λειτουργία του προσομοιωτή οδήγησης και τα σχετικά τεχνικά ζητήματα.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ χρωστώ σε όσους συμμετείχαν στην πειραματική διαδικασία καθώς ο ρόλος τους ήταν καταλυτικός στην υλοποίηση αυτής της έρευνας.

Τέλος, ευχαριστώ την οικογένεια μου για την ηθική στήριξη που μου προσέφερε κατά την διάρκεια των σπουδών μου και όλους όσους φρόντισαν να είμαι υγιής.

Αθήνα, Μάρτιος 2010

Ρούμπας Λεωνίδας.

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΤΗΛΕΦΩΝΟΥ
ΣΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΟΥ ΟΔΗΓΟΥ
ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ ΟΔΗΓΗΣΗΣ.**

ΡΟΥΜΠΑΣ ΛΕΩΝΙΔΑΣ

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Επίκουρος Καθηγητής ΕΜΠ

ΣΥΝΟΨΗ:

Ο στόχος της διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση της επιρροής της χρήσης κινητού τηλεφώνου στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια του οδηγού. Για την επίτευξη του στόχου αυτού πραγματοποιήθηκε πειραματική διαδικασία σε προσομοιωτή οδήγησης όπου όλοι οι συμμετέχοντες οδήγησαν σε διάφορα σενάρια οδήγησης. Με χρήση προτύπων λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης προσδιορίστηκε η επιρροή της χρήσης κινητού τηλεφώνου και άλλων παραμέτρων στη μέση ταχύτητα οδήγησης. Με χρήση της λογιστικής ανάλυσης παλινδρόμησης προσδιορίστηκε η επιρροή της χρήσης κινητού τηλεφώνου και των διαφόρων άλλων παραμέτρων στην πιθανότητα να συμβεί ατύχημα. Από την εφαρμογή των προτύπων προκύπτει ότι η χρήση κινητού τηλεφώνου οδηγεί σε στατιστικά σημαντική μείωση της μέσης ταχύτητας οδήγησης σε αστικό και υπεραστικό περιβάλλον οδήγησης ενώ ταυτόχρονα οδηγεί και σε αύξηση της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα, πιθανώς λόγω της απόσπασης της προσοχής του οδηγού και της συνεπαγόμενης καθυστερημένης αντίδρασης τη στιγμή του συμβάντος. Στην οδήγηση υπό βροχή οι οδηγοί δεν είχαν διαφορετική οδηγική συμπεριφορά, παρουσίασαν όμως αυξημένη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα.

Λέξεις-Κλειδιά: κινητό τηλέφωνο, προσομοιωτής οδήγησης, οδική ασφάλεια, ταχύτητα, οδικό ατύχημα, λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση, λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης.

**INVESTIGATION OF THE IMPACT OF MOBILE PHONE USE
TO DRIVER BEHAVIOUR AND SAFETY
WITH THE USE OF DRIVING SIMULATOR.**

ROUMPAS LEONIDAS

Supervisor: George Yannis, Assistant Professor NTUA

ABSTRACT:

This Diploma Thesis aims to investigate the impact of mobile phone use to the driver behaviour and safety. In order to achieve this objective an experimental process on a driving simulator was carried out, in which all the participants drove in different driving scenarios. Lognormal regression methods were used to investigate the influence of mobile phone use as well as various other parameters on the mean speed. Binary logistic methods were used to investigate the influence of mobile phone use as well as various other parameters in the probability of an accident. From the models application it appears that mobile phone use leads to statistically significant decrease of the mean speed in urban and interurban environment and simultaneously leads to an increase of accident's probability, probably due to distraction of driver attention and as a result, delayed reaction time at the moment of the incident. It appeared that in rainy conditions drivers did not present different driving behaviour, however, they had a high probability of being involved in an accident.

Key words: mobile phone, driving simulator, road safety, speed, road accident, lognormal regression, binary logistic regression.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί **η διερεύνηση της επιρροής της χρήσης κινητού τηλεφώνου στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια του οδηγού με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης**. Η έρευνα αυτή αποτελεί την πρώτη στην Ελλάδα που εξετάζει την επιρροή του κινητού τηλεφώνου πειραματικά με χρήση προσομοιωτή οδήγησης.

Για τη **συλλογή των απαραίτητων στοιχείων** πραγματοποιήθηκε πείραμα σε 30 νέους οδηγούς στον προσομοιωτή οδήγησης (Driving Simulator FPF) του Εργαστηρίου Κυκλοφοριακής Τεχνικής του Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Επιπλέον συμπληρώθηκαν από τους οδηγούς αυτούς ερωτηματολόγια που αφορούσαν στα χαρακτηριστικά τους.

Για τη **στατιστική επεξεργασία των στοιχείων** καθώς και την ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων σε ό,τι αφορά στη μέση ταχύτητα οδήγησης μετά από σειρά δοκιμών επιλέχθηκε η εφαρμογή της μεθόδου της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης. Σε ό,τι αφορά στην πιθανότητα να συμβεί ατύχημα, επιλέχθηκε εξ αρχής η λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης. Αξίζει να αναφερθεί ότι πραγματοποιήθηκαν έξι ξεχωριστές στατιστικές αναλύσεις, τρεις για το **μοντέλο προσδιορισμού της μέσης ταχύτητας οδήγησης** και τρεις για το **μοντέλο προσδιορισμού της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα**. Σε κάθε στατιστικό μοντέλο εξετάστηκε η επιρροή της κάθε μεταβλητής σε αστικό και υπεραστικό περιβάλλον ξεχωριστά αλλά και στο σύνολο της διαδρομής που περιελάμβανε και τους δύο τύπους οδικού περιβάλλοντος.

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 σχετική επιρροή των

ανεξάρτητων μεταβλητών κάθε μοντέλου στην αντίστοιχη εξαρτημένη μεταβλητή (μέση ταχύτητα οδήγησης και ατύχημα ή όχι ατύχημα) προσδιορίστηκε μέσω των μεγεθών της ελαστικότητας και της ψευδοελαστικότητας. Η **σχετική επιρροή** χρησιμοποιήθηκε για την ποσοτικοποίηση της επιρροής της κάθε μεταβλητής ξεχωριστά, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα σύγκρισης μεταξύ των επιρροών των διαφορετικών μεταβλητών του ίδιου μοντέλου.

Στους πίνακες που ακολουθούν, παρουσιάζεται η σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών στα μοντέλα της μέσης ταχύτητας και της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα. 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.

Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλων ταχύτητας

Ανεξάρτητες μεταβλητές	ΑΣΤΙΚΟ ΚΑΙ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ				ΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ				ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ			
	β_i	t	Σχετική επιρροή		β_i	t	Σχετική επιρροή		β_i	t	Σχετική επιρροή	
			e_i	e_i^*			e_i	e_i^*			e_i	e_i^*
Χρήση κινητού	-0.071	-7.47	-0.02	-2.16	-0.094	-7.46	-0.03	-3.98	-0.029	-2.68	-0.01	-4.87
Αστικό περιβάλλον	-0.107	-10.90	-0.03	-3.25	-	-	-	-	-	-	-	-
Μέση απόσταση από το άκρο της οδού	-	-	-	-	0.053	1.83	0.02	2.29	-	-	-	-
Ελάχιστη απόσταση από εμπόδιο	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.058	-6.51	-0.04	-20.02
Ποσοστό χρήσης της 3 ^{ης} ταχύτητα καβωτίου	0.097	5.32	0.02	2.05	0.183	7.18	0.03	4.38	-	-	-	-
Ποσοστό χρήσης της 2ης ταχύτητα καβωτίου	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.155	-6.26	-0.02	-9.78
Μέσος αριθμός στροφών κινητήρα	$7.91 \cdot 10^{-5}$	10.36	0.15	13.95	$8.26 \cdot 10^{-5}$	9.26	0.16	19.50	-	-	-	-
Ετήσια απόσταση	$3.75 \cdot 10^{-5}$	4.90	0.02	2.06	$3.40 \cdot 10^{-5}$	3.57	0.02	2.58	-	-	-	-
Ατύχημα	-	-	-	-	-	-	-	-	0.037	2.97	0.002	1.00
3 ^η δοκιμή υπό βροχή	-0.032	-3.24	-0.01	-1.00	-0.023	-1.91	-0.01	-1.00	-	-	-	-
Ακινήτοποίηση οχήματος για πραγματοποίηση κλήσης	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.086	-4.69	-0.01	-2.87

Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλων ατυχήματος

Ανεξάρτητες μεταβλητές	ΑΣΤΙΚΟ ΚΑΙ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ				ΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ				ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ			
	βι	Wald	Σχετική επιρροή		βι	Wald	Σχετική επιρροή		βι	Wald	Σχετική επιρροή	
			e _i	e _i ⁺			e _i	e _i ⁺			e _i	e _i ⁺
ΣΥΝΕΧΕΙΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ												
Μέση απόσταση από άκρο	3.13	1.58	1.03	3.24	-	-	-	-	-	-	-	-
Ποσοστό χρήσης 4ης ταχύτητας	-	-	-	-	-	-	-	-	-2.70	2.49	-0.35	-1.00
Ποσοστό χρήσης 2ης ταχύτητας	2.76	3.41	0.47	1.48	-	-	-	-	-	-	-	-
Ποσοστό μείωσης ταχύτητας	-	-	-	-	-0.07	2.90	-0.02	-1.00	-	-	-	-
Μείωση ταχυτητας	-0,138	5.66	-0.32	-1.00	-	-	-	-	-	-	-	-
ΔΙΑΚΡΙΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ												
Επικίνδυνο συμβάν κατά τη χρήση κινητού	3.30	12.84	8.99	15.23	2.77	3.64	3.70	4.48	1.54	3.15	1.26	1.49
Επικίνδυνο συμβάν χωρίς τη χρήση κινητού	2.10	5.33	2.97	5.03	-	-	-	-	-	-	-	-
Οδηγοί που χρησιμοποιούν ενσύρματα ακουστικά	-	-	-	-	3.02	3.54	2.77	3.35	-	-	-	-
Οδηγοί που δεν χρησιμοποιούν κινητό	1.73	4.35	1.48	2.51	-	-	-	-	3.21	7.79	3.88	4.58
Πρώτη διαδρομή μετά τη δοκιμαστική	-1.57	4.86	-0.59	-1.00	-2.89	2.72	-0.83	-1.00	-	-	-	-
Βροχή	1.80	5.49	1.80	3.04	3.68	2.47	5.73	6.94	1.24	1.90	0.85	1.00

Από τους πίνακες αυτούς, 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 εκείνα που παρουσιάζονται παρακάτω.

1. Για πρώτη φορά στην Ελλάδα διερευνάται η επιρροή της χρήσης κινητού τηλεφώνου στη συμπεριφορά και την ασφάλεια του οδηγού **με χρήση προσομοιωτή οδήγησης**.
2. Η χρήση του κινητού τηλεφώνου στην οδήγηση φαίνεται ότι **αυξάνει σημαντικά την πιθανότητα ατυχήματος** παρά το γεγονός της μείωσης της ταχύτητας από τους οδηγούς που το χρησιμοποιούν.

3. Η στατιστική επεξεργασία των στοιχείων σε ότι αφορά στη **μέση ταχύτητα οδήγησης** 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 οδήγησης με τις ανεξάρτητες μεταβλητές. Πραγματοποιήθηκαν τρεις ξεχωριστές στατιστικές αναλύσεις ώστε να εξετασθεί η επιρροή της κάθε μεταβλητής στη συνολική διαδρομή αλλά και σε αστικό και υπεραστικό περιβάλλον ξεχωριστά.
4. Διαπιστώθηκε ότι η **μέση ταχύτητα οδήγησης εξαρτάται** από τη χρήση κινητού τηλεφώνου, το οδικό περιβάλλον, το μέσο αριθμό στροφών του κινητήρα, τη χρήση των ταχυτήτων κιβωτίου, την ετήσια διανυόμενη απόσταση, την ελάχιστη απόσταση από εμπόδιο και το αν συνέβη ατύχημα.
5. Ο **βαθμός επιρροής των εξετασθέντων παραμέτρων στη μέση ταχύτητα οδήγησης** προσδιορίστηκε μέσω της σχετικής επιρροής.
Από τη διαδικασία αυτή προέκυψε ότι:
 - Παρατηρείται ότι η **χρήση κινητού έχει επιρροή** στην ταχύτητα και στα τρία μοντέλα που αναπτύχθηκαν. Η επιρροή της είναι μεγαλύτερη στο αστικό περιβάλλον οδήγησης όπου οι οδηγοί μειώνουν περισσότερο την ταχύτητά τους λόγω της χρήσης κινητού. Από τα μοντέλα που αναπτύχθηκαν, μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι, η χρήση κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση επιφέρει **μείωση στην ταχύτητα κυκλοφορίας**. Συγκεκριμένα, οι οδηγοί που έλαβαν μέρος στο πείραμα μείωσαν την ταχύτητά τους ενώ μιλούσαν στο κινητό τηλέφωνο κατά 7% στο υπεραστικό περιβάλλον και κατά 28% στο αστικό περιβάλλον οδήγησης.
 - Ο **μέσος αριθμός στροφών κινητήρα** έχει τη μεγαλύτερη επιρροή στο μοντέλο της συνολικής διαδρομής και στο μοντέλο που αφορά στο αστικό τμήμα.

- Στο υπεραστικό περιβάλλον τη μεγαλύτερη επιρροή παρουσιάζει η **ελάχιστη απόσταση από εμπόδιο.**
6. Η **στατιστική επεξεργασία** των στοιχείων σε ότι αφορά στην **πιθανότητα να συμβεί ατύχημα** πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της **λογιστικής ανάλυσης παλινδρόμησης** που αποδείχθηκε κατάλληλη για τέτοιου είδους ανάλυση. Πραγματοποιήθηκαν τρεις ξεχωριστές στατιστικές αναλύσεις ώστε να εξετασθεί η επιρροή της κάθε μεταβλητής στη συνολική διαδρομή αλλά και σε αστικό και υπεραστικό περιβάλλον ξεχωριστά.
7. Διαπιστώθηκε ότι **η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα εξαρτάται** από τη χρήση κινητού τηλεφώνου, τη μείωση της ταχύτητας από τους οδηγούς ενώ χρησιμοποιούν κινητό τηλέφωνο, τις καιρικές συνθήκες οδήγησης, τη χρήση των ταχυτήτων κιβωτίου, τη μέση απόσταση οδήγησης από το άκρο της οδού και από το πόσο εξοικειωμένοι είναι οι οδηγοί με τη χρήση του κινητού τηλεφώνου στο αυτοκίνητο.
8. Ο **βαθμός επιρροής των εξετασθέντων παραμέτρων στη πιθανότητα να συμβεί ατύχημα** προσδιορίστηκε μέσω της σχετικής επιρροής. Από τη διαδικασία αυτή προέκυψε ότι:
- **Η χρήση του κινητού τηλεφώνου είναι επικίνδυνη**, αφού αυξάνει την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα. Στο μοντέλο αστικού και υπεραστικού περιβάλλοντος η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα είναι τρεις φορές μεγαλύτερη όταν ο οδηγός έχει να αντιμετωπίσει ένα επικίνδυνο συμβάν ενώ μιλάει στο κινητό σε σύγκριση με το αν δεν μίλαγε.
 - **Η μείωση της ταχύτητας μειώνει τον κίνδυνο να συμβεί ατύχημα αλλά δεν αντισταθμίζει την αύξηση της πιθανότητας ατυχήματος λόγω χρήσης του κινητού τηλεφώνου.** Συγκεκριμένα η χρήση κινητού τηλεφώνου σε ένα επικίνδυνο συμβάν αυξάνει την πιθανότητα για ατύχημα σχεδόν 9 φορές.

- Στην οδήγηση υπό **βροχή** αυξάνεται η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα και ειδικά στο αστικό περιβάλλον η μεταβλητή αυτή παρουσίασε την μεγαλύτερη επιρροή.
 - Οι οδηγοί που οδηγούν σε **μεγαλύτερη απόσταση από το άκρο της οδού και που χρησιμοποιούν περισσότερο τη 2^η ταχύτητα κιβωτίου** στη συνολική διαδρομή παρουσιάζουν αυξημένη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα.
 - Οι οδηγοί που είχαν δηλώσει ότι δεν χρησιμοποιούν καθόλου κινητό ενώ οδηγούν παρουσίασαν αυξημένο κίνδυνο να τους συμβεί ατύχημα, ενδεχομένως λόγω του ότι δεν μπορούν να ανταποκριθούν σε αυξημένες απαιτήσεις κατά τη διάρκεια της οδήγησης.
9. Στην **οδήγηση υπό βροχή** οι οδηγοί δεν μείωσαν την ταχύτητά τους αλλά παρουσίασαν υψηλότερη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα.
10. Η μεταβλητή **φύλο** δεν φάνηκε να επηρεάζει τη μέση ταχύτητα οδήγησης ούτε την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα, γεγονός που πιθανώς σημαίνει ότι άντρες και γυναίκες νεαρής ηλικίας παρουσιάζουν παρόμοια οδηγική συμπεριφορά.
11. Τέλος αναφέρεται ότι, υπό προϋποθέσεις, μπορεί να καταστεί δυνατή η γενίκευση των αποτελεσμάτων της Διπλωματικής αυτής Εργασίας, ώστε να χρησιμοποιηθούν και σε επόμενες συναφείς έρευνες. Θα πρέπει βέβαια να πραγματοποιηθούν οι απαραίτητες προσαρμογές, όσον αφορά στο οδικό περιβάλλον, στις συνθήκες κυκλοφορίας και άλλα χαρακτηριστικά της οδού.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	1
1.2 ΣΤΟΧΟΣ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	7
1.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	8
1.4 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	11
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	 15
2.1 ΓΕΝΙΚΑ	15
2.2 ΣΥΝΑΦΕΙΣ ΕΡΕΥΝΕΣ	15
2.2.1 ΚΙΝΗΤΟ ΤΗΛΕΦΩΝΟ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΣΤΗΝ ΟΔΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ.....	16
2.2.2 Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΟΥ ΤΗΛΕΦΩΝΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΡΑΔΙΟΦΩΝΟΥ/CD ΣΕ ΝΕΟΥΣ ΚΑΙ ΕΜΠΕΙΡΟΥΣ ΟΔΗΓΟΥΣ.....	19
2.2.3 Η ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΚΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	25
2.2.4 ΤΑ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΟΔΙΚΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΚΑΙ Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΑΙ ΣΤΟ ΧΡΟΝΟ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ	26
2.2.5 Η ΟΔΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΤΗΣ ΚΑΜΠΥΛΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΟΔΟΥ	29
2.2.6 Η ΗΛΙΚΙΑ ΩΣ ΠΑΡΑΓΩΝ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΟΔΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ	30
2.2.7 ΧΡΗΣΗ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΗΡΕΙΑ ΑΛΚΟΟΛ- ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ	33
2.2.8 Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΟΥ ΤΗΛΕΦΩΝΟΥ ΣΤΗΝ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ	36
2.2.9 ΧΡΗΣΗ ΚΙΝΗΤΟΥ ΤΗΛΕΦΩΝΟΥ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ.....	39
2.3 ΣΥΝΟΨΗ	41

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ	47
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	47
3.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΤΗΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ.....	48
3.3 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ- ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ	50
3.4 ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ	51
3.5 ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ.....	51
3.5.1 ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ	51
3.5.2 ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΚΑΝΟΝΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ.....	54
3.5.3 ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ	55
3.5.4 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ	57
3.6 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟΥ.....	57
3.7 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΕΙΔΙΚΟΥ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ	62
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 :ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	 65
4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	65
4.2 ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ	66
4.2.1 ΣΤΟΧΟΣ	66
4.2.2 ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ.....	67
4.2.3 Ο ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗΣ.....	67
4.2.4 ΔΙΑΤΑΞΗ ΧΩΡΟΥ	76
4.2.5 ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΕΝΑΡΙΟΥ ΟΔΗΓΗΣΗΣ.....	77
4.2.6 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ.....	80
4.3 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	87
4.3.1 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΩΝ	87
4.3.2 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ	91
4.4 ΤΕΛΙΚΕΣ ΒΑΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	100
4.5 ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ.....	100
4.6 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΕΙΔΙΚΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	102

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 109

5.1	ΓΕΝΙΚΑ	109
5.2	ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ	110
5.2.1	ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	111
5.2.2	ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ.....	112
5.2.3	ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	114
5.2.4	ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ.....	117
5.2.5	ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ	118
5.2.6	ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΚΑΝΟΝΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ.....	121
5.2.7	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ	127
5.2.8	ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	135
5.2.9	ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ	139
5.3	ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ.....	142
5.3.1	ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	143
5.3.2	ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ	145
5.3.3	ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	147
5.3.4	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ	149
5.3.5	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	154
5.3.6	ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	161
5.3.7	ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ	166

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ 171

6.1	ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	171
6.2	ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	173
6.3	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΟΔΙΚΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	177
6.4	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ.....	178

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 181

ΠΙΝΑΚΕΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1: Κρίσιμες τιμές του συντελεστή t	59
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1: Πίνακας συλλεγόμενων μεταβλητών.....	75
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2: Πίνακας μεταβλητών ερωτηματολογίου.	88
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3: Απόσπασμα τελικού πίνακα μεταβλητών ερωτηματολογίου..	89
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4: Πίνακας μετρήσεων προσομοιωτή που επεξεργάστηκαν.	96
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.5: Πίνακας μεταβλητών για τη διερεύνηση της χρήσης κινητού στη συμπεριφορά του οδηγού.	97
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.6: Πίνακας μεταβλητών για τη διερεύνηση της χρήσης κινητού στην ασφάλεια του οδηγού.	98
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.7: Πίνακας αθροίσματος αριθμού ατυχημάτων με βάση το οδικό περιβάλλον, τις περιβαλλοντικές συνθήκες και το φύλο του οδηγού	100
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.8: Πίνακας μέσης ταχύτητας συνολικής διαδρομής ανάλογα με το φύλο και το οδικό περιβάλλον.....	101
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.9: Πίνακας μέσης ταχύτητας διαδρομής ανάλογα τη χρήση ή όχι κινητού τηλεφώνου, το φύλο και το οδικό περιβάλλον	101
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1: Κατηγοριοποίηση διακριτών μεταβλητών μοντέλων μέσης ταχύτητας.....	112
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2: Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών.....	113
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3: Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης υπεραστικού και αστικού περιβάλλοντος	114
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4: Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης αστικού περιβάλλοντος	115
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.5: Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών του μοντέλου υπεραστικού περιβάλλοντος οδήγησης.....	115
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.6: Συσχέτιση συνεχών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης αστικού και υπεραστικού περιβάλλοντος	115

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.7: Συσχέτιση συνεχών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης αστικού περιβάλλοντος	116
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.8: Συσχέτιση συνεχών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης υπεραστικού περιβάλλοντος	116
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.9: Αποτελέσματα λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης σε υπεραστικό και αστικό περιβάλλον	122
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.10: Αποτελέσματα λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης στο αστικό περιβάλλον	123
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.11: Αποτελέσματα λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης στο υπεραστικό περιβάλλον	125
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.12: Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλων ταχύτητας	136
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.13: Κατηγοριοποίηση διακριτών μεταβλητών των μοντέλων της διερεύνησης πιθανότητας να συμβεί ατύχημα	144
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.14: Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών του μοντέλου της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα σε αστικό και υπεραστικό περιβάλλον	147
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.15: Συσχέτιση συνεχών μεταβλητών του μοντέλου της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα σε αστικό και υπεραστικό περιβάλλον	148
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.16: Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών του μοντέλου της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα σε αστικό περιβάλλον	148
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.17: Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών του μοντέλου της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα σε υπεραστικό περιβάλλον	148
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.18: Αποτελέσματα λογιστικής παλινδρόμησης στο μοντέλο υπεραστικού και αστικού περιβάλλοντος	149
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.19: Αποτελέσματα λογιστικής παλινδρόμησης στο μοντέλο αστικού περιβάλλοντος	151
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.20: Αποτελέσματα λογιστικής παλινδρόμησης στο μοντέλο υπεραστικού περιβάλλοντος	152
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.21: Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλων ατυχήματος	163
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.1: Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλων ταχύτητας	172
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.2: Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλων ατυχήματος	173

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.1: Διάγραμμα ροής των σταδίων εκπόνησης της Διπλωματικής εργασίας	10
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.1: Ποσοστό μείωσης φρεναρίσματος κατά την οδήγηση σε καθένα από τα τρία σενάρια της έρευνας.	34
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.2: Ταχύτητα εξεταζόμενου οχήματος κατά την οδήγηση σε καθένα από τα τρία σενάρια της έρευνας.	35
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.3: Απόσταση ασφαλείας εξεταζόμενου οχήματος από προπορευόμενο σε κάθενα από τα τρία σενάρια της έρευνας.....	35
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.1: Ευθεία ελαχίστων τετραγώνων	57
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.1: Κατανομή ταχυτήτων στο αστικό και υπεραστικό περιβάλλον	117
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.2: Κατανομή ταχυτήτων στο αστικό περιβάλλον	118
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.3: Κατανομή ταχυτήτων στο υπεραστικό περιβάλλον	118
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.4: Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή σε αστικό και υπεραστικό περιβάλλον.....	122
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.5: Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος σε αστικό και υπεραστικό περιβάλλον.....	123
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.6: Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή σε αστικό περιβάλλον.....	124
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.7: Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος σε αστικό περιβάλλον	124
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.8: Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή σε υπεραστικό περιβάλλον.....	125
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.9: Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος σε υπεραστικό περιβάλλον	126
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.10: Συσχέτιση και διασπορά των σφαλμάτων στο μοντέλο 1	134
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.11: Συσχέτιση και διασπορά των σφαλμάτων στο μοντέλο 2	134

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.12: Συσχέτιση και διασπορά των σφαλμάτων στο μοντέλο 3	134
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.13: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με ποσοστό χρήσης 3 ^{ης} ταχύτητας κιβωτίου ανά τύπο περιοχής, χρήση κινητού .	140
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.14: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με ποσοστό χρήσης 2 ^{ης} ταχύτητας κιβωτίου σε υπεραστικό περιβάλλον σε συνάρτηση με χρήση κινητού και εμπλοκή σε ατύχημα..	140
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.15: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με ποσοστό χρήσης 3 ^{ης} ταχύτητας κιβωτίου (i) ανά τύπο περιοχής και χρήση κινητού για οδηγούς που διανύουν διαφορετική ετήσια απόσταση (ii) για οδηγούς που οδηγούν με διαφορετικές μέσες στροφές κινητήρα	141
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.16: Συσχέτιση πιθανότητας να συμβεί ατύχημα με μεταβολή ταχύτητας ανάλογα με χρήση κινητού και καιρικές συνθήκες	167
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.17: Συσχέτιση πιθανότητας να συμβεί ατύχημα με μεταβολή ταχύτητας ανάλογα με χρήση κινητού και μέση απόσταση από το άκρο της οδού	167
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.18: Συσχέτιση πιθανότητας να συμβεί ατύχημα με την μεταβολή ταχύτητας ανάλογα με χρήση κινητού και ποσοστό χρήσης 2 ^{ης} ταχύτητας	168

ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ

ΓΡΑΦΗΜΑ 1.1: Κατανομή θυμάτων τροχαίων ατυχημάτων (οδηγοί, συνεπιβάτες, πεζοί) με βάση την ηλικία ανά εκατομμύριο κατοίκων στην Ε.Ε.	2
ΓΡΑΦΗΜΑ 4.1: Κατανομή του φύλου	90
ΓΡΑΦΗΜΑ 4.2: Κατανομή της οδηγικής εμπειρίας.	90
ΓΡΑΦΗΜΑ 4.3: Συχνότητα χρησιμοποίησης του κινητού τηλεφώνου για κλήσεις κατά τη διάρκεια της οδήγησης.....	101
ΓΡΑΦΗΜΑ 4.4: Συχνότητα χρησιμοποίησης του κινητού τηλεφώνου για SMS κατά τη διάρκεια της οδήγησης.....	102

ΕΙΚΟΝΕΣ

ΕΙΚΟΝΑ 4.1: Φωτογραφία του προσομοιωτή οδήγησης	68
ΕΙΚΟΝΕΣ 4.2, 4.3: Φωτογραφίες της θέσης οδήγησης του προσομοιωτή ...	69
ΕΙΚΟΝΑ 4.4: Επικίνδυνα γεγονότα- Απρόσμενο άνοιγμα πόρτας	70
ΕΙΚΟΝΑ 4.5: Επικίνδυνα γεγονότα- Απότομη, χωρίς προειδοποίηση εκκίνηση σταθμευμένου οχήματος.....	70
ΕΙΚΟΝΑ 4.6: Επικίνδυνα γεγονότα- Απότομη, χωρίς προειδοποίηση επιβράδυνση προπορευόμενου οχήματος.	71
ΕΙΚΟΝΑ 4.6: Επικίνδυνα γεγονότα- Εμφάνιση εμποδίου (ζώου)	71
ΕΙΚΟΝΑ 4.7: Πληκτρολόγιο ελέγχου	72
ΕΙΚΟΝΑ 4.8: Βασικός κατάλογος επιλογών – Ελεύθερη οδήγηση.	73
ΕΙΚΟΝΑ 4.9: Βασικός κατάλογος επιλογών – Ρύθμιση οδικού περιβάλλοντος.	73
ΕΙΚΟΝΑ 4.10: Κατάλογος επιλογών Υποστήριξης.	74
ΕΙΚΟΝΑ 4.11: Φάκελος αποθήκευσης μετρήσεων προσομοιωτή	75
ΕΙΚΟΝΑ 4.12: Φωτογραφία του βοηθητικού χώρου-νέας θέσης εργασίας... ..	77
ΕΙΚΟΝΑ 4.13: Σενάριο κυκλική πορεία- σκαρίφημα διαδρομής.	78
ΕΙΚΟΝΑ 4.14: Σενάριο κυκλική πορεία- υπεραστικό περιβάλλον οδήγησης.	79
ΕΙΚΟΝΑ 4.15: Σενάριο κυκλική πορεία- αστικό περιβάλλον οδήγησης.	79
ΕΙΚΟΝΑ 4.16: Επεξηγηματικό σκαρίφημα Φάση 2- Φάση 3 πειράματος.	83
ΕΙΚΟΝΑ 4.17: Διαδικασία εισαγωγής μετρήσεων στο Excel.	92
ΕΙΚΟΝΑ 4.18: Εισαγωγή μετρήσεων στο Excel-Αρχείο πειράματος.	93
ΕΙΚΟΝΑ 4.19: Δημιουργία νέας στήλης-εισαγωγή χαρακτηρισμού χρήσης τηλεφώνου.....	94
ΕΙΚΟΝΑ 4.20: Δημιουργία νέας στήλης-εισαγωγή χαρακτηρισμού οδικού περιβάλλοντος.....	95
ΕΙΚΟΝΑ 4.21: Απόσπασμα πίνακα υπολογισμού τελικών μεταβλητών από μετρήσεις μιας διαδρομής.....	98
ΕΙΚΟΝΑ 4.22: Απόσπασμα πίνακα δεδομένων για την διερεύνηση της επιρροής του κινητού τηλεφώνου στη συμπεριφορά του οδηγού.	98

ΕΙΚΟΝΑ 4.23: Απόσπασμα πίνακα δεδομένων για την διερεύνηση της επιρροής του κινητού τηλεφώνου στην ασφάλεια του οδηγού..	99
ΕΙΚΟΝΑ 4.24: Παράδειγμα εισαγωγής στοιχείων στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης.....	104
ΕΙΚΟΝΑ 4.25: Παράδειγμα καθορισμού των μεταβλητών στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης	105
ΕΙΚΟΝΑ 4.26: Παραγωγή περιγραφικών συναρτήσεων στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης	105
ΕΙΚΟΝΑ 4.27: Επιλογή περιγραφικών συναρτήσεων στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης	106
ΕΙΚΟΝΑ 4.28: Διαδικασία συσχέτισης μεταβλητών στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης.....	106
ΕΙΚΟΝΑ 4.29: Ανάλυση με γραμμική παλινδρόμηση στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης	107
ΕΙΚΟΝΑ 4.30: Ανάλυση με λογιστική παλινδρόμηση στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης	107
ΕΙΚΟΝΑ 4.31: Ορισμός εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών για τη γραμμική παλινδρόμηση στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης	108
ΕΙΚΟΝΑ 4.32: Ορισμός εξαρτημένης και ανεξάρτητων μεταβλητών για τη λογιστική παλινδρόμηση στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης	108

ΕΝΤΥΠΑ

ΕΝΤΥΠΟ 4.1:	Ερωτηματολόγιο πειράματος.....	84
ΕΝΤΥΠΟ 4.2:	Έντυπο συντονιστή πειράματος	86

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

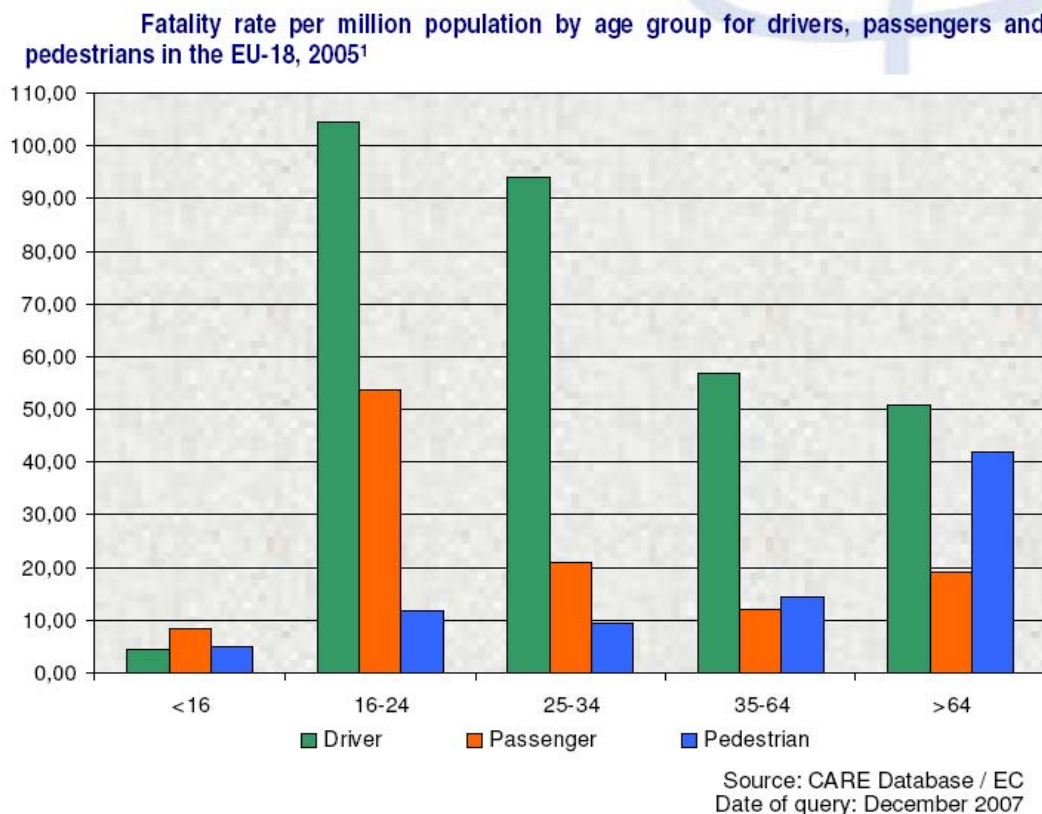
1.1 ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Η ραγδαία ανάπτυξη της συγκοινωνιακής υποδομής και των μεταφορών έχει βοηθήσει σημαντικά την εξέλιξη της κοινωνίας, οδήγησε ωστόσο σε μεγάλες καθημερινές ανθρώπινες απώλειες και σοβαρούς τραυματισμούς σε **οδικά ατυχήματα** παγκοσμίως.

Οι νεκροί, οι τραυματίες και οι υλικές ζημιές έχουν ένα τεράστιο **κοινωνικό και οικονομικό κόστος** και ο περιορισμός τους αποτελεί προτεραιότητα για κάθε χώρα. Τα τελευταία χρόνια τα οδικά ατυχήματα είναι η αιτία για το θάνατο 137 Ευρωπαίων πολιτών ημερησίως, ενώ στην Ελλάδα ετησίως σκοτώνονται 1.600 πολίτες (50.000 στην Ε.Ε) και τραυματίζονται περίπου 20.000 (1.500.000 στην Ε.Ε), (ETSC,2003). Εκτιμάται ότι το οικονομικό κόστος των οδικών ατυχημάτων που συμβαίνουν ετησίως στην Ευρωπαϊκή ένωση ανέρχεται στα 160 δισεκατομμύρια Ευρώ (Ευρωπαϊκή Επιτροπή,2003).

Η **οδική ασφάλεια** αποτελεί έναν τομέα που απασχολεί ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια τα ανεπτυγμένα κράτη, αφού τα οδικά ατυχήματα αποτελούν μία από

τις κυριότερες αιτίες θανάτου ανθρώπων όλων των ηλικιών και ειδικά ατόμων νεαρής ηλικίας (Διάγραμμα 1.1). Χρήζει επομένως άμεσης και συστηματικής αντιμετώπισης επειδή αποτελεί ένα σοβαρό πρόβλημα δημόσιας υγείας.



ΓΡΑΦΗΜΑ 1.1: Κατανομή θυμάτων τροχαίων ατυχημάτων (οδηγοί, συνεπιβάτες, πεζοί) με βάση την ηλικία ανά εκατομμύριο κατοίκων στην Ε.Ε. Πηγή: CARE, 2007

Τρεις είναι οι **παράγοντες που επιδρούν στην οδική ασφάλεια:**

- i. Το όχημα
- ii. Η οδός και το περιβάλλον
- iii. Η συμπεριφορά του χρήστη της οδού

Σε πολλές περιπτώσεις δύο ή τρεις από τους παραπάνω παράγοντες συμβάλλουν στο ατύχημα. Η πολυπλοκότητα αλλά και η έλλειψη λεπτομερούς καταγραφής και ανάλυσης των συνθηκών υπό τις οποίες έγινε το ατύχημα δεν επιτρέπουν πάντα την αντικειμενική διαπίστωση της συμβολής του κάθε παράγοντα. Από πολλές μελέτες προκύπτει πως **ο χρήστης της οδού** μόνος ή σε συνδυασμό με τους άλλους δύο παράγοντες **αποτελεί την κύρια αιτία των οδικών ατυχημάτων** (Φραντζεσκάκης, et al., 1994). Σύμφωνα με τα

αποτελέσματα μελετών αναλυτικής εξέτασης των αιτιών των ατυχημάτων στην Αγγλία και στις ΗΠΑ υπάρχει ευθύνη του ανθρώπινου παράγοντα σε 95% και 94% αντίστοιχα των περιπτώσεων. Ωστόσο η συμπεριφορά του χρήστη και η συσχέτισή της με τα οδικά ατυχήματα αποτελεί μια πολύ σύνθετη διαδικασία γιατί ο ανθρώπινος παράγοντας είναι περισσότερο πολύπλοκος από τους υπόλοιπους.

Η ανάδειξη της υπευθυνότητας του ανθρώπινου παράγοντα στα οδικά ατυχήματα ως καθοριστικής καθιστά **αναγκαία την εξέταση όλων των παραγόντων που πιθανών έχουν επιρροή** στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια του οδηγού.

Οι έρευνες που σχετίζονται με την οδική ασφάλεια πραγματοποιούνται μέσω ερωτηματολογίων, μετρήσεων σε πραγματικό περιβάλλον με τη βοήθεια καταγραφικού εξοπλισμού (π.χ καμερών), με χρήση βάσεων δεδομένων ατυχημάτων, αλλά κυρίως με τη χρήση προσομοιωτών οδήγησης. Οι προσομοιωτές οδήγησης αποτελούν στις μέρες μας ένα σημαντικό εργαλείο που έχει στη διάθεσή της η επιστήμη για να διερευνήσει τους παράγοντες που επηρεάζουν την οδική συμπεριφορά και την ασφάλεια του οδηγού.

Το κυριότερο **πλεονέκτημα των προσομοιωτών οδήγησης** είναι ότι σε συνθήκες απόλυτης ασφάλειας συλλέγουν με απόλυτη ακρίβεια ένα μεγάλο πλήθος δεδομένων που θα ήταν αδύνατο να ληφθούν σε πραγματικό χρόνο. Με το ειδικό λογισμικό που διαθέτουν είναι δυνατόν να προσομοιωθεί ρεαλιστικά οποιαδήποτε κατάσταση χρήζει έρευνας και να μελετηθεί διεξοδικά. Παράλληλα επιτυγχάνουν παρόμοιες συνθήκες μέτρησης για όλους τους εξεταζόμενους κάτι το οποίο είναι αδύνατο να πραγματοποιηθεί με άλλον τρόπο. Η επιρροή κάθε παράγοντα που ενδεχομένως σχετίζεται με την οδική ασφάλεια μπορεί να εξεταστεί υπό την επίδραση διαφορετικών οδικών και περιβαλλοντικών συνθηκών. Επιπροσθέτως ο τρόπος αυτός έρευνας είναι φιλικός προς το περιβάλλον αφού δεν παράγονται ρύποι και εξοικονομούνται φυσικοί πόροι.

Στις μέρες μας όπου τα κινητά τηλέφωνα αποτελούν ένα από τα κυρίαρχα μέσα επικοινωνίας και ενημέρωσης και ένα εργαλείο που προσφέρει στον άνθρωπο ένα τεράστιο πλήθος υπηρεσιών **η χρήση του κινητού τηλεφώνου** έχει προστεθεί στους παράγοντες που διερευνάται η επιρροή τους στην οδική ασφάλεια. Υπολογίζεται ότι παραπάνω από το 50% του παγκόσμιου πληθυσμού διαθέτουν κινητό τηλέφωνο ενώ στην ευρωπαϊκή ένωση το 95% του πληθυσμού ηλικίας 18-39 ετών, το 85% του πληθυσμού ηλικίας 40-54 ετών και το 55% του πληθυσμού ηλικίας μεγαλύτερης των 55 ετών αντίστοιχα είναι χρήστες κινητού τηλεφώνου (Eurobarometer , 2007) . **Η συχνότητα χρήσης του κινητού κατά την οδήγηση** έχει αυξηθεί δεδομένου της γενικότερης εξάπλωσής του και αυτό αποδεικνύεται από μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί σε κάποιες ευρωπαϊκές χώρες. Το 2008, στο Λονδίνο, παρατηρήθηκε ότι το 5% των οδηγών χρησιμοποιούσαν το κινητό τους τηλέφωνο ενώ οδηγούσαν (Knowles J. et al, 2008), ενώ σε μία έρευνα ερωτηματολογίου το 36% των οδηγών απάντησε ότι χρησιμοποιούν το κινητό τους κατά την οδήγηση. Παρόμοιες έρευνες ερωτηματολογίου στην Ολλανδία και στη Φιλανδία έδειξαν ότι το 50% και το 81% των οδηγών που ερωτήθηκαν αντίστοιχα χρησιμοποιούν το κινητό περιστασιακά ενώ οδηγούν (Dragutinovic N. et al, 2005). Παράλληλα στις περισσότερες μελέτες παρατηρήθηκε ότι οι χρήστες που χρησιμοποιούσαν περισσότερο το κινητό τους τηλέφωνο είναι οι νέοι ηλικιακά οδηγοί.

Η εξακρίβωση της χρήσης του κινητού τηλεφώνου στα οδικά ατυχήματα δεν είναι εύκολο να διερευνηθεί. Η συλλογή στοιχείων που ενοχοποιούν το κινητό τηλέφωνο για ατυχήματα είναι δύσκολο να εξακριβωθεί και στις περισσότερες χώρες η παρουσία ή και η χρήση ενός κινητού τηλεφώνου ακόμα και σε σοβαρά ατυχήματα δεν καταγράφεται. Έρευνες του ιδρύματος οδικής ασφάλειας (SWOV, 2008) έχουν εκτιμήσει ότι μηδενισμός της χρήσης κινητού τηλεφώνου κατά τη διάρκεια της οδήγησης το έτος 2004 στην Ολλανδία θα είχε ελαττώσει κατά 8% τους οδικούς θανάτους και εισαγωγές σε νοσοκομεία λόγω ατυχημάτων σε σχέση με προηγούμενα έτη (Dragutinovic N. et al, 2005). Μια μελέτη του κέντρου ανάλυσης κινδύνου του πανεπιστημίου του Harvard (Harvard Center for Risk Analysis, 2003) υπολόγισε ότι η χρήση του κινητού κατά τη διάρκεια της οδήγησης μπορεί να ευθύνεται κατά

προσέγγιση για 2.600 θανάτους, 330.000 σοβαρούς τραυματισμούς και 240.000 ελαφρούς τραυματισμούς στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής ετησίως (COEHN JT. et al, 2003).

Μελέτες σχετικά με τη χρήση κινητού τηλεφώνου στην οδήγηση έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα ότι έχει επιρροή στη συμπεριφορά και στην ασφάλειά του καθώς του περισπά την συγκέντρωση και προκαλεί αλλαγές στην οδική του συμπεριφορά που έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στην οδική ασφάλεια.

Σύμφωνα με πρόσφατες έρευνες η χρήση του κινητού προκαλεί **διάσπαση της προσοχής του οδηγού** με διάφορους τρόπους:

- i. Φυσικό περισπασμό, αφού ο οδηγός πρέπει να χειρίζεται το αυτοκίνητο (π.χ αλλαγή ταχυτήτων, χειρισμός τιμονιού) και τη συσκευή (π.χ απάντηση-τερματισμός κλήσεων) ταυτόχρονα (Young K. et al, 2003).
- ii. Οπτικό περισπασμό, κατά το χρονικό διάστημα που ο οδηγός έχει τα μάτια του στραμμένα στο κινητό αντί στο δρόμο (Dragutinovic N. et al, 2005).
- iii. Ακουστικό περισπασμό, σε περίπτωση που ο οδηγός αιφνιδιαστεί από το κουδούνισμα του κινητού, ή από τη συνομιλία κατά τη διάρκεια της κλήσης.
- iv. Νοητικό περισπασμό, αφού η χρήση κινητού προκαλεί σφάλματα στη συγκέντρωση και στη λήψη αποφάσεων λόγω της πραγματοποίησης δύο διανοητικών λειτουργιών ταυτόχρονα. Η συνομιλία ανταγωνίζεται με τις απαιτήσεις της οδήγησης, ενώ όσο πιο σύνθετο το θέμα της συζήτησης τόσο περισσότερη η επίδραση της ομιλίας στην οδήγηση (SWOV, 2008)

Σε έρευνες σχετικά με την **επιρροή του κινητού στην οδηγική συμπεριφορά** έχουν παρατηρηθεί τα εξής:

- i. Οι οδηγοί έχουν μεγαλύτερο χρόνο αντίδρασης ακόμα και σε σχέση με την οδήγηση υπό επήρεια αλκοόλ. Οι χρόνοι αντίδρασης των οδηγών είναι 50% και 30% αυξημένοι σε σχέση με την

οδήγηση υπό φυσιολογικές συνθήκες και την οδήγηση με περιεκτικότητα αλκοόλ στο αίμα τους 80mg/100ml αντίστοιχα.

- ii. Οι οδηγοί μειώνουν την ταχύτητα και αυξάνουν τις αποστάσεις ασφαλείας από τα προπορευόμενα οχήματα ώστε να αντισταθμιστούν οι αυξημένες απαιτήσεις που προκαλεί η χρήση κινητού.
- iii. Οι οδηγοί έχουν μειωμένη ικανότητα αντίληψης της κυκλοφορίας και μειωμένη αντίληψη του κινδύνου λόγω της διάσπασης της προσοχής τους από τη χρήση κινητού τηλεφώνου .
- iv. Οι οδηγοί πραγματοποιούν ενέργειες που εμπεριέχουν μεγαλύτερο κίνδυνο καθώς αποδέχονται μικρότερα διαστήματα για να πραγματοποιήσουν διάφορες ενέργειες (π.χ προσπέραση).

Σύμφωνα με έρευνα που δημοσιεύτηκε στο επιστημονικό περιοδικό 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. Ο 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. Μια Νορβηγική έρευνα που βασίστηκε σε καταγραφές ασφαλιστικών καταγραφών κατέληξε στο ότι η χρήση κινητού τηλεφώνου αυξάνει την πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα 1,7-2,2 φορές ανάλογα με την εμπειρία του οδηγού (Sagberg F, 2001).

Έρευνες σχετικά με την επιρροή του κινητού στην οδήγηση έχουν πραγματοποιηθεί και **στην Ελλάδα** μέσω πειραματικών διαδικασιών σε πραγματικές συνθήκες οδήγησης σε αστικό περιβάλλον. Οι Καρεκλά Ξ. και Κοντοδήμα Ε. (ΕΜΠ,2008) σε πείραμα που πραγματοποίησαν κατέληξαν στο ότι η χρήση κινητού τηλεφώνου οδηγεί σε στατιστικά σημαντική μείωση της

ταχύτητας κυκλοφορίας και επιπλέον, άνδρες και γυναίκες οδηγοί μειώνουν την ταχύτητα κατά το ίδιο ποσοστό, στην περίπτωση που χρησιμοποιούν το κινητό τηλέφωνο. Οι Παπαντωνίου Π. και Πετρέλλης Ν. (ΕΜΠ,2008) διαπίστωσαν ότι η χρήση κινητού τηλεφώνου οδηγεί σε στατιστικά σημαντική μείωση τόσο της ταχύτητας κυκλοφορίας όσο και των χωρικών διαχωρισμών.

Συνοψίζοντας, τα αποτελέσματα των έως σήμερα ερευνών δείχνουν ότι υπάρχει αυξημένη επιρροή της χρήσης κινητού τηλεφώνου στη συμπεριφορά του οδηγού και στην οδική ασφάλεια. Ένα θέμα που προκύπτει είναι ο βαθμός που η χρήση του κινητού επηρεάζει τους νέους ηλικιακά οδηγούς οι οποίοι εκτός του ότι έχουν μικρότερη εμπειρία στην οδήγηση, έχουν την τάση για υπερεκτίμηση της προσωπικής οδηγικής ικανότητας τους και όπως προκύπτει από σχετικές έρευνες χρησιμοποιούν το κινητό τους τηλέφωνο πιο συχνά από τους υπόλοιπους οδηγούς. Επισημαίνεται, επιπλέον, ότι καμία συναφής έρευνα δε φαίνεται να έχει πραγματοποιηθεί στη χώρα μας με τη βοήθεια προσομοιωτή οδήγησης. Για τη διερεύνηση των ανωτέρω, αποφασίστηκε να πραγματοποιηθεί και στην Ελλάδα πείραμα που να εξετάζει την επιρροή της χρήσης κινητού τηλεφώνου στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια του οδηγού με χρήση προσομοιωτή οδήγησης.

1.2 ΣΤΟΧΟΣ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σύμφωνα με τα όσα προαναφέρθηκαν στο προηγούμενο υποκεφάλαιο, στόχο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί **η διερεύνηση της επιρροής της χρήσης κινητού τηλεφώνου στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια του οδηγού με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης.**

Συγκεκριμένα, **θα εξεταστούν** ο βαθμός, στον οποίο η χρήση κινητού τηλεφώνου σε συνδυασμό με ορισμένα **χαρακτηριστικά του οδικού περιβάλλοντος** (π.χ υπεραστικές-αστικές οδοί, οδήγηση υπό ευμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες ή βροχή) , αλλά και σε συνάρτηση με **ορισμένα χαρακτηριστικά του οδηγού** (π.χ ετησίως διανυόμενα χιλιόμετρα, ηλικία,

φύλλο) και του τρόπου οδήγησής του (π.χ μέσος αριθμός στροφών κινητήρα) συμβάλλουν στην μεταβολή της ταχύτητας της διαδρομής και αν μέσω αυτών των μεταβλητών είναι δυνατή η πρόβλεψη ενός ατυχήματος.

Προκειμένου για την ποσοτικοποίηση αυτών των επιρροών, απαιτείται η **εφαρμογή κατάλληλων μεθόδων ανάλυσης** των δεδομένων. 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 που θα συλλεχθούν μέσω της πειραματικής διαδικασίας σε προσομοιωτή οδήγησης.

Τα μοντέλα που θα αναπτυχθούν, μέσα από τη διαδικασία της ανάλυσης, θα περιγράφουν τη μεταβολή της ταχύτητας και της πιθανότητας να συμβεί ένα ατύχημα, ως συνέπεια της χρήσης κινητού τηλεφώνου 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 και του οδικού περιβάλλοντος, επηρεάζει την ταχύτητα κυκλοφορίας και την πιθανότητα να συμβεί κάποιο ατύχημα.

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 στον προσομοιωτή που διαθέτει το εργαστήριο Κυκλοφοριακής Τεχνικής του τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής της σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Ο συνδυασμός της μεθόδου των ερωτηματολογίων, της μεθόδου της βιντεοσκόπησης και της συλλογής στοιχείων μέσω του λειτουργικού συστήματος του προσομοιωτή αποτέλεσε την πηγή προέλευσης των στοιχείων.

Στη συνέχεια, τα στοιχεία καταχωρήθηκαν σε ηλεκτρονική βάση δεδομένων, η οποία βελτιώθηκε σταδιακά, 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 διαδρομής και στην πιθανότητα να συμβεί ατύχημα. Τέλος, εξάχθηκαν τα συμπεράσματα για τα συνολικά ερωτήματα της έρευνας.

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



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.1: 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 **1ο κεφάλαιο** είναι **εισαγωγικό** και αποτελεί τη βάση για την κατανόηση του αντικειμένου της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Αρχικά αναφέρονται κάποια γενικά στατιστικά σχετικά με το θέμα της οδικής ασφάλειας στην Ελλάδα αλλά και διεθνώς. Στη συνέχεια πραγματοποιείται μια γενική ανασκόπηση του πλαισίου της χρήσης κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση και αναφέρονται κάποια σημαντικά συμπεράσματα που έχουν προκύψει διεθνώς από τη διερεύνηση της επιρροής της χρήσης κινητού στην συμπεριφορά και στην ασφάλεια του οδηγού. Επιπροσθέτως αναφέρονται συνοπτικά τα πλεονεκτήματα χρησιμοποίησης των προσομοιωτών οδήγησης σε πειραματικές διαδικασίες που αφορούν την οδική ασφάλεια. Εν συνεχεία, 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. Περιγράφονται περιληπτικά ένα πλήθος ερευνών που εντοπίστηκαν και που έχουν πραγματοποιηθεί είτε με τη χρήση προσομοιωτή είτε σε πειράματα υπό πραγματικές συνθήκες. Στο τέλος του κεφαλαίου, συνοψίζονται οι μεθοδολογίες όλων των ερευνών που εξετάστηκαν, καταγράφονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα τους και γίνεται μια συνολική συγκριτική αξιολόγηση 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 καθώς και της λογιστικής ανάλυσης παλινδρόμησης. Ακολούθως, 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 και δίνεται μια σύντομη περιγραφή του προσομοιωτή οδήγησης. Στη συνέχεια, περιγράφεται η διαδικασία διαμόρφωσης της βάσης δεδομένων έως την απόκτηση της τελικής μορφής της. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται 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. 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 τα επιμέρους αποτελέσματα του προηγούμενου κεφαλαίου. Επιπρόσθετα, καταγράφονται προτάσεις για περαιτέρω έρευνα στο αντικείμενο 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.

2

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ**2.1 ΓΕΝΙΚΑ**

Το κεφάλαιο αυτό αφορά στη **βιβλιογραφική ανασκόπηση** και περιλαμβάνει έρευνες στον τομέα της οδικής ασφάλειας, το αντικείμενο και η μεθοδολογία των οποίων παρουσιάζει συνάφεια 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. Για κάθε επιστημονική εργασία παρουσιάζεται σύντομη σύνοψη, με έμφαση στη μεθοδολογία η οποία ακολουθήθηκε και τα αποτελέσματα τα οποία προέκυψαν. Μέσω της ανασκόπησης των μεθοδολογιών των ερευνών αυτών, επιχειρήθηκε ο προσδιορισμός μιας κατάλληλης μεθόδου για την αντιμετώπιση του αντικειμένου της διπλωματικής εργασίας.

2.2 ΣΥΝΑΦΕΙΣ ΕΡΕΥΝΕΣ

Στην παράγραφο αυτή παρουσιάζονται τα **βασικότερα σημεία ερευνών** που προσεγγίζουν τη μεταβολή της οδικής συμπεριφοράς και οδικής ασφάλειας 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.

2.2.1 ΚΙΝΗΤΟ ΤΗΛΕΦΩΝΟ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΣΤΗΝ ΟΔΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ

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 αυτόματο. 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 χρησιμοποιούνταν 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.

2.2.2 Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΟΥ ΤΗΛΕΦΩΝΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΡΑΔΙΟΦΩΝΟΥ/CD ΣΕ ΝΕΟΥΣ ΚΑΙ ΕΜΠΕΙΡΟΥΣ ΟΔΗΓΟΥΣ

Είκοσι αρχάριοι (με μικρότερη των 6 μηνών οδηγική εμπειρία) και 20 έμπειροι οδηγοί (με οδηγική εμπειρία άνω των 10 ετών) συμμετείχαν στην **έρευνα προσομοίωσης** του καθηγητή Alison Smiley (2007) η οποία πραγματοποιήθηκε για το Γραφείο Ασφαλείας του Καναδά (Insurance Bureau of Canada). Η έρευνα αφορούσε στις επιπτώσεις της χρήσης του κινητού τηλεφώνου και του ραδιοφώνου/CD στην οδική ασφάλεια.

Η μελέτη πραγματοποιήθηκε σε έναν προσομοιωτή οδήγησης σε ένα πανεπιστημιακό εργαστήριο και σε οδούς του Καναδά. Και στις δύο φάσεις της πρόσφατης μελέτης, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν, **κάνοντας χρήση των κινητών τηλεφώνων** τους, να χειριστούν τις καταστάσεις κυκλοφορίας στις οδούς. Στον προσομοιωτή, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν επίσης να χρησιμοποιήσουν το ραδιόφωνο/CD οδηγώντας.

Οι χρόνοι αντίδρασης, οι κινήσεις των ματιών και ο έλεγχος των οχημάτων των συμμετεχόντων μετρήθηκαν **για να αξιολογηθεί η απόδοση των οδηγών**. Όπως ήταν αναμενόμενο, τα αποτελέσματα της μελέτης επιβεβαίωσαν ότι η γενική οδηγική συμπεριφορά των αρχαρίων είναι χειρότερη αυτής των πεπειραμένων οδηγών. Αυτό που προκάλεσε έκπληξη, ήταν ότι τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η οδηγική συμπεριφορά των αρχαρίων δεν επηρεάζεται περισσότερο από την χρήση του κινητού τηλεφώνου ή του ραδιοφώνου/CD από εκείνη των έμπειρων οδηγών. Στη μελέτη, **η οδηγική συμπεριφορά και των δύο ομάδων επηρεάστηκε** από τη χρήση του κινητού τηλεφώνου και του ραδιοφώνου/CD, εν τούτοις όχι πάντα με τον ίδιο τρόπο. Στην πραγματικότητα, σε μερικές περιπτώσεις, αυτά που αποσπούσαν την προσοχή (δηλ. κινητό τηλέφωνο και ραδιόφωνο/CD) άσκησαν περισσότερη επίδραση στους έμπειρους οδηγούς από ότι στους νέους.

Το γενικό συμπέρασμα που εξάγεται από αυτήν την έρευνα είναι ότι η χρήση του κινητού τηλεφώνου και του ραδιοφώνου/CD **επηρεάζουν αρνητικά την οδηγική συμπεριφορά για όλους τους οδηγούς**, αρχάριους και μη.

ΜΕΡΟΣ Α: Μελέτη προσομοίωσης

Οι στόχοι της έρευνας ήταν:

1. Να καθοριστεί **εάν οι αρχάριοι οδηγοί επηρεάζονται πιο έντονα** από τη χρήση του κινητού τηλεφώνου και του ραδιοφώνου/CD από ότι οι πεπειραμένοι οδηγοί.
2. Να περιγραφούν οι **διαφορές απόδοσης** μεταξύ του αρχαρίου και του πεπειραμένου οδηγού.
3. Να καθοριστεί εάν οι **αντιδράσεις** των αρχάριων ή των πεπειραμένων οδηγών συντελούν στη μετρίαση του φαινομένου της μείωσης της ασφάλειας που προκύπτει από τη χρήση του κινητού τηλεφώνου και του ραδιοφώνου/CD.
4. Να συσχετιστούν τα αποτελέσματα της μελέτης με **τις πολιτικές που πρέπει να υιοθετηθούν** σε ένα τυχόν σύστημα κλιμακωτού περιορισμού χορήγησης αδειών οδήγησης.

Οι συμμετέχοντες υποβλήθηκαν σε περιβάλλον και σενάρια οδήγησης στον **προσομοιωτή οδήγησης** του πανεπιστημίου του Κάλγκαρι. Κατά τη διάρκεια της μελέτης κάθε συμμετέχων "οδήγησε" σε ένα μίγμα αστικών, βιομηχανικών, προαστιακών και κατοικημένων περιοχών με τα όρια ταχύτητας να είναι 60 km/h και 80km/h. Στην προσομοίωση, **τρεις τύποι γεγονότων** πραγματοποιήθηκαν: το όχημα μπροστά από το συμμετέχοντα θα φρέναρε ξαφνικά ("γεγονός φρεναρίσματος προπορευόμενου οχήματος"), ένας πεζός θα περπατούσε έξω από τα σταθμευμένα αυτοκίνητα στην πορεία του οχήματος του συμμετέχοντος και ένα αυτοκίνητο θα έβγαινε από τη δεξιά πλευρά του δρόμου στην πορεία του οχήματος του συμμετέχοντος. Κάθε ένας από αυτούς τους τύπους γεγονότων ανάγκασε τους συμμετέχοντες να αντιδράσουν γρήγορα με εφαρμογή πίεσης στα φρένα ή/και την αλλαγή κατεύθυνσης για την αποφυγή του κινδύνου. Κατά την διάρκεια της οδήγησης, ζητήθηκε στους συμμετέχοντες **σε διάφορες χρονικές στιγμές να**

χειριστούν το ραδιόφωνο/CD στον προσομοιωτή, να απαντήσουν, να κάνουν μια συνομιλία ή να πραγματοποιήσουν οι ίδιοι **μια κλήση με το κινητό τους τηλέφωνο**.

Μεγέθη

Η **οδηγική συμπεριφορά** των συμμετεχόντων αξιολογήθηκε σε όλη την διάρκεια της προσομοίωσης, με τα ακόλουθα μεγέθη:

- 1) **Χρόνος απόκρισης αντίληψης (PRT):** ο χρόνος, σε δευτερόλεπτα, από τη στιγμή που ένας πεζός ή ένα όχημα γίνεται ορατό από το συμμετέχοντα έως τη χρονική στιγμή έναρξης της πέδησης των φρένων.
 - α. Χρόνος αντίληψης: ο χρόνος, σε δευτερόλεπτα, από τη στιγμή που ένας πεζός ή ένα όχημα γίνεται ορατό από το συμμετέχοντα έως τη χρονική στιγμή αφαίρεσης του ποδιού από το πετάλι της επιτάχυνσης.
 - β. Χρόνος απόκρισης: ο χρόνος, σε δευτερόλεπτα, από τη στιγμή που ο συμμετέχων αφαιρεί το πόδι του/της από το πετάλι επιτάχυνσης έως τη στιγμή επαφής του ποδιού με το πετάλι των φρένων.
- 2) **Ελάχιστη απόσταση διαχωρισμού (Headway):** η ελάχιστη απόσταση, σε μέτρα, μεταξύ του μπροστινού προφυλακτήρα του οχήματος του συμμετέχοντος και του πεζού ή του άλλου οχήματος που λαμβάνει μέρος στο γεγονός έκτακτης ανάγκης.
- 3) **Συγκρούσεις:** περιπτώσεις επαφής του οχήματος του συμμετέχοντος και ενός άλλου αντικειμένου.
- 4) **Ταχύτητα:** η ταχύτητα του οχήματος του συμμετέχοντος, που μετράται σε μέτρα ανά δευτερόλεπτο και μετατρέπεται σε χιλιόμετρα ανά ώρα.
- 5) **Ταχύτητα SD:** η τυπική απόκλιση της ταχύτητας, σε χιλιόμετρα ανά ώρα.
- 6) **Τυπική απόκλιση λωρίδας:** το μέγεθος της τυπικής απόκλισης από τη λωρίδα του συμμετέχοντος.
- 7) **Μεταβολή βλέμματος:** το μέγεθος της τυπικής απόκλισης των συντεταγμένων του βλέμματος για κάθε σταθεροποίηση, σε εκατοστά μετρημένο για μια περίοδο ενός λεπτού από την έναρξη της αλληλεπίδρασης ενός συμμετέχοντος με το κινητό τηλέφωνο.

α. Οριζόντια μεταβολή βλέμματος

β. Κάθετη μεταβολή βλέμματος

Συμπεράσματα:

Η οδηγική εμπειρία διαδραματίζει ένα σημαντικό ρόλο στην αντίληψη των οδηγών για τα επικίνδυνα γεγονότα κατά τη διάρκεια της οδήγησης. **Οι νέοι οδηγοί χρειάζονταν περισσότερο χρόνο** να αναγνωρίσουν τους κινδύνους από ότι οι πεπειραμένοι οδηγοί, ανεξάρτητα από τη χρήση κινητού τηλεφώνου ή ραδιοφώνου/CD. Κατά τη χρήση ή μη του κινητού τηλεφώνου, οι αρχάριοι ήταν πιο αργοί από τους έμπειρους οδηγούς στο να ανταποκριθούν στο ξαφνικό φρενάρισμα του προπορευόμενου οχήματος, σε έναν πεζό που περπάτησε στην πορεία του οχήματός τους, και σε ξαφνική εμφάνιση οχημάτων από την πλευρά του δρόμου στην πορεία του οχήματός τους.

Κατά συνέπεια, οι νέοι οδηγοί **είχαν περισσότερες συγκρούσεις** με τους 'κινδύνους' από ότι είχαν οι πεπειραμένοι οδηγοί. Συνάγεται επομένως το συμπέρασμα, σύμφωνα με την θεωρία, ότι οι νέοι οδηγοί στερούνται την εμπειρία για να ανιχνεύσουν και να αναγνωρίσουν τους συγκεκριμένους 'κινδύνους'.

Αποτελέσματα της χρήσης Κινητού τηλεφώνου.

Η γενική οδηγική συμπεριφορά των αρχαρίων οδηγών δεν επηρεάστηκε περισσότερο με τη χρήση του κινητού τηλεφώνου από εκείνη των πεπειραμένων. Η οπτική ανίχνευση των διαφόρων αντικειμένων **περιορίστηκε και στους αρχάριους και στους πεπειραμένους οδηγούς** όταν έκαναν χρήση του τηλεφώνου. Καθώς μιλούσαν στο τηλέφωνο, οι έμπειροι οδηγοί επιβράδυναν, αυξάνοντας τα επίπεδα ασφάλειας τους, αλλά αυτή η προσαρμογή δεν αντιστάθμιζε πάντα την απόσπαση της προσοχής τους. Οι αρχάριοι οδήγησαν με παρόμοια ταχύτητα είτε μιλούσαν στο τηλέφωνο είτε όχι.

Αποτελέσματα της χρήσης του ραδιοφώνου/CD.

Γενικά, όταν οι έμπειροι οδηγοί χειρίζονταν το ραδιόφωνο/CD, χρειάστηκαν περισσότερο χρόνο για να αντιληφθούν και να αποκριθούν στο ξαφνικό

φρενάρισμα του προπορευόμενου οχήματος. Οι νέοι οδηγοί δεν έδειξαν παρόμοια συμπεριφορά.

Γενικό συμπέρασμα.

Επειδή οι αντιδράσεις των οδηγών διέφεραν, ανάλογα με τον τύπο του 'κινδύνου', οι γενικεύσεις για την απόδοση των οδηγών ενώ μιλούν στο κινητό τηλέφωνο, πρέπει να γίνουν με επιφυλακτικότητα. Εντούτοις, μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι η οδηγική συμπεριφορά των έμπειρων είναι καλύτερη από αυτή των νέων οδηγών. Η δυσκολία που αντιμετώπισαν στο **να αναγνωρίσουν τους κινδύνους γρήγορα**, τοποθετεί τους νέους οδηγούς σε ζώνη αυξημένης επικινδυνότητας, όσον αφορά στην πρόκληση ατυχήματος, ακόμα κι αν δε χρησιμοποιούν το κινητό τηλέφωνο ή το ραδιόφωνο/CD.

Αδιαμφισβήτητα όμως, η γενική οδηγική συμπεριφορά και των αρχάριων οδηγών και των πεπειραμένων συνολικά, **είχε αρνητική επιρροή από τη χρήση του κινητού τηλεφώνου.**

ΜΕΡΟΣ Β: Η μελέτη σε πραγματικές συνθήκες

Ο **στόχος** αυτής της μελέτης ήταν να γίνει κατανοητό εάν η απόσπαση της προσοχής λόγω των συνομιλιών με το κινητό τηλέφωνο έχει μεγαλύτερο αντίκτυπο στους νέους οδηγούς από ότι στους έμπειρους. Μετρήσεις του ελέγχου του οχήματος και των αντιδράσεων των οδηγών σε πραγματικές συνθήκες κυκλοφορίας χρησιμοποιήθηκαν για να καθορίσουν εάν η απόδοση των οδηγών επηρεάστηκε αρνητικά.

Στόχοι:

- να καθοριστεί εάν η χρήση κινητού τηλεφώνου **επηρεάζει περισσότερο** την οδηγική συμπεριφορά των νέων οδηγών από ότι των πεπειραμένων.
- να περιγραφούν οι **διαφορές απόδοσης** μεταξύ του αρχάριου και του πεπειραμένου οδηγού.

- να συνδυαστούν τα αποτελέσματα της μελέτης με τις **πολιτικές επιπτώσεων** στις χορηγήσεις αδειών.

Συμμετέχοντες:

Δεκαεννέα νέοι οδηγοί (δηλ., με εμπειρία μικρότερη των 6 μηνών) και 20 έμπειροι οδηγοί (δηλ., με εμπειρία μεγαλύτερη από 10 έτη ή 250.000 kms οδηγικής εμπειρίας) συμμετείχαν στη μελέτη. Οι νέοι οδηγοί έπρεπε να μην έχουν κανένα ατύχημα, ενώ οι έμπειροι οδηγοί έπρεπε να μην έχουν κανένα ατύχημα στα προηγούμενα τρία έτη. Και οι δύο ομάδες **έπρεπε να κάνουν συχνά** (δηλ., καθημερινά) **χρήση του κινητού τηλεφώνου**. Όλοι οι συμμετέχοντες πέρασαν μια οπτική διαγνωστική εξέταση, και μια δοκιμή αλκοτέστ για να εξασφαλιστεί ότι έχουν 0,0% συγκέντρωση οινόπνεύματος στο αίμα τους.

Μέθοδος:

Οι συμμετέχοντες οδήγησαν ένα ειδικά εξοπλισμένο αυτοκίνητο (δηλ., με υπολογιστή, προσαρμοσμένες κάμερες, GPS, μικρόφωνο, και δεύτερο φρένο) σε μια συγκεκριμένη **δοκιμαστική διαδρομή** στο Κάλγκαρι, η οποία αποτελείται από τμήμα εξάσκησης (σε μια πανεπιστημιούπολη) και τρεις γύρους, 20 λεπτών περίπου, σε αστικές οδούς με ταχύτητα κίνησης 50 km/h ή μικρότερη. Οι συμμετέχοντες συνοδεύθηκαν στο αυτοκίνητο από έναν ερευνητή (στο πίσω κάθισμα) και έναν δάσκαλο οδήγησης (στο μπροστινό κάθισμα). Οι συμμετέχοντες **κλήθηκαν να αντιδράσουν** στους 'κινδύνους' καθώς ενημερώθηκαν για αυτούς. Κάθε οδηγός έκανε αρχικά τη διαδρομή χωρίς να χρησιμοποιήσει το κινητό τηλέφωνο κι **έπειτα μιλώντας στο τηλέφωνο**. Ο ερευνητής μελέτησε την απόδοση των οδηγών κατά τη διάρκεια της διαδρομής.

Συμπεράσματα:

Ο δάσκαλος οδήγησης αναγκάστηκε να χρησιμοποιήσει το φρένο έκτακτης ανάγκης περισσότερες φορές για τους νέους οδηγούς σε σύγκριση με τους πεπειραμένους οδηγούς. Δεν υπήρξε καμία διαφορά μεταξύ των αρχάριων οδηγών και των έμπειρων οδηγών, στο χρόνο που χρειάστηκαν για να ανιχνεύσουν τους κινδύνους. Από τα αποτελέσματα της μελέτης έγινε φανερό

ότι και οι αρχάριοι και οι πεπειραμένοι οδηγοί καθυστερούν να ανιχνεύσουν τους πραγματικούς κινδύνους της κυκλοφορίας στο οδόστρωμα όταν μιλάνε στο τηλέφωνο, παρά την παρατηρούμενη, μικρή, προσαρμοστική ελάττωση της ταχύτητας. Κατά τη διάρκεια των εκατοντάδων χιλιάδων ωρών που οι οδηγοί χρησιμοποιούν κινητό τηλέφωνο κατά τη διάρκεια της οδήγησης, οι αρνητικές αλλαγές στην οδηγική συμπεριφορά, όπως η καθυστερημένη ανίχνευση των κινδύνων, είναι πιθανό να συμβάλουν **στην πρόκληση ατυχημάτων**.

2.2.3 Η ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΚΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

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.

2.2.4 ΤΑ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΟΔΙΚΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΚΑΙ Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΑΙ ΣΤΟ ΧΡΟΝΟ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ

Η έρευνα που περιγράφεται εδώ, πραγματοποιήθηκε στο Πανεπιστήμιο του Linköping της Σουηδίας (Torngos, 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 Φιλαδέλφειας (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.

2.2.5 Η ΟΔΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΤΗΣ ΚΑΜΠΥΛΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΟΔΟΥ

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.

2.2.6 Η ΗΛΙΚΙΑ ΩΣ ΠΑΡΑΓΩΝ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΟΔΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ

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 προηγουμένα, 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 Μίτσιγκαν (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 επαναλαμβανόταν 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.

2.2.7 ΧΡΗΣΗ ΚΙΝΗΤΟΥ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΗΡΕΙΑ ΑΛΚΟΟΛ - ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

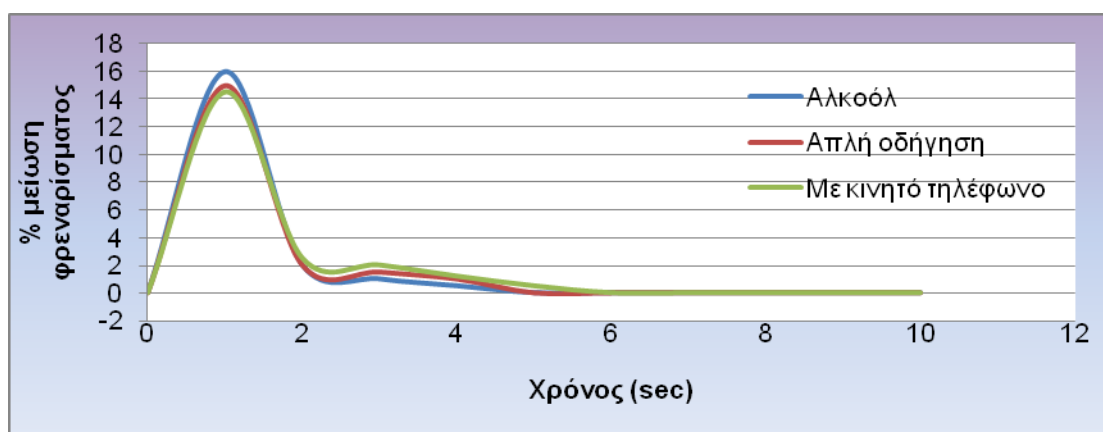
Ακόμα μια έρευνα (Strayer, Drews, & Crouch, 2003) που πραγματοποιήθηκε στο πανεπιστήμιο της Γιούτα είχε ως θέμα τις **επιπτώσεις της χρήσης κινητού καθώς και της επήρειας αλκοόλ στην οδική συμπεριφορά**.

Σαράντα ένα ενήλικες, είκοσι έξη 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

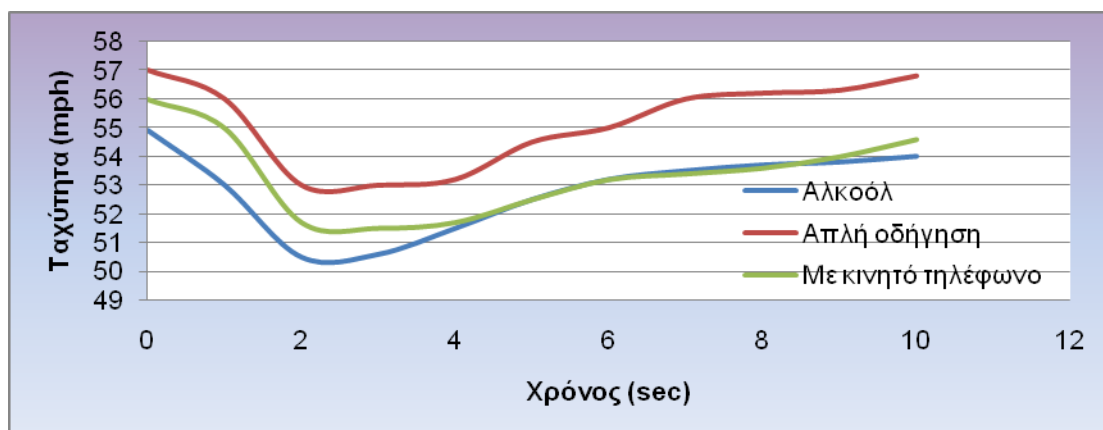
ακουστικών και μικροφώνου και άλλοτε χωρίς αυτό, ανάλογα με την προτίμηση του οδηγού. Κατά την τελευταία διαδρομή, οι οδηγοί θα έπρεπε πριν οδηγήσουν να καταναλώσουν μια ποσότητα αλκοόλ, η οποία θα ήταν μέσα στα νόμιμα πλαίσια.

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 χρειαζόνταν 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.

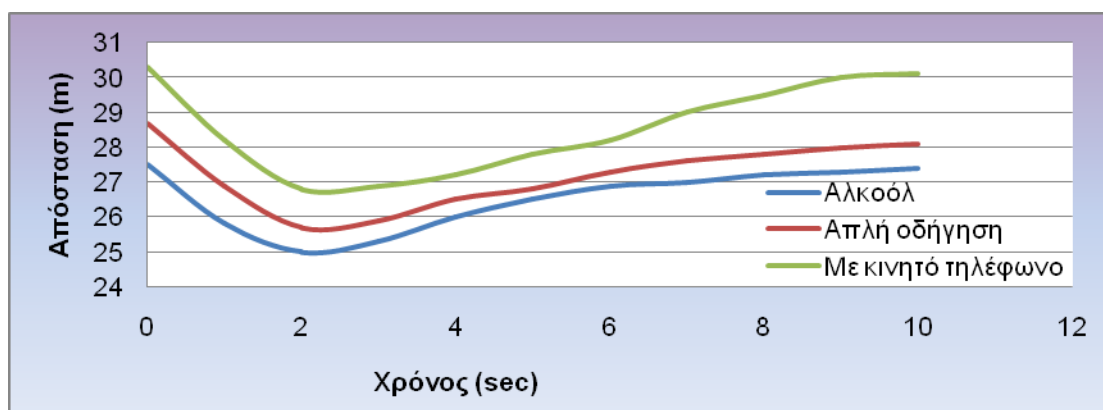
Στη συνέχεια παρουσιάζονται τρία γραφήματα από τα οποία εξάγονται συμπεράσματα που αφορούν στη συμπεριφορά των οδηγών.



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



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



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 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.

Στο σημείο αυτό παρατίθενται οι έρευνες οι οποίες είναι συναφείς με το θέμα της παρούσας διπλωματικής εργασίας και έχουν πραγματοποιηθεί στη Ελλάδα.

2.2.8 Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΟΥ ΤΗΛΕΦΩΝΟΥ ΣΤΗΝ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ

Αντικείμενο της Διπλωματικής Εργασίας (Κοντοδήμα Ευφροσύνη, Καρεκλά Ξένια, 2008) αποτέλεσε η **διερεύνηση της επιρροής της χρήσης κινητού τηλεφώνου** στην ταχύτητα κυκλοφορίας και στους χρονικούς διαχωρισμούς των οχημάτων.

Διαδικασία πειράματος:

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.

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.

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 Πολυτεχνικής 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. Για τη **συλλογή των απαραίτητων στοιχείων** συντάχθηκαν ερωτηματολόγια, που αφορούσαν στα χαρακτηριστικά των οδηγών και πραγματοποιήθηκε πείραμα με 37 νέους οδηγούς (26 άνδρες, 11 γυναίκες) σε πραγματικές οδικές συνθήκες. Από τη βιντεοσκόπηση της διαδικασίας του πειράματος προέκυψαν επιπλέον μεταβλητές, όπως η μέση ταχύτητα διαδρομής και οι μέσοι χρονικοί διαχωρισμοί.

Επεξεργασία των στοιχείων:

Για τη **στατιστική επεξεργασία των στοιχείων** και κατ' επέκταση την ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων, επιλέχθηκε η εφαρμογή της μεθόδου της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης. Από την 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.

Συμπεράσματα:

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%**.

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.

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.

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 δεν μπορεί να θεωρηθεί ασφαλής, αφού ο οδηγός που μιλά στο κινητό έχει αποσπασμένη την προσοχή του με αποτέλεσμα μεγαλύτερη πιθανότητα λανθασμένου χειρισμού και συνεπαγόμενη πιθανότητα ατυχήματος.

2.2.9 ΧΡΗΣΗ ΚΙΝΗΤΟΥ ΤΗΛΕΦΩΝΟΥ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ

Αντικείμενο της Διπλωματικής Εργασίας (Παπαντωνίου Παναγιώτη, Πετρέλλη Νικόλαου , 2008) αποτέλεσε η **διερεύνηση της επιρροής της χρήσης κινητού τηλεφώνου** στην ταχύτητα κυκλοφορίας και στους χωρικούς διαχωρισμούς των οχημάτων.

Διαδικασία πειράματος:

Για τη **συλλογή των απαραίτητων στοιχείων** πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις επί της Λεωφόρου Κατεχάκη, με τη βοήθεια χειροκίνητων συσκευών μετρήσεως, μιας συσκευής βιντεοσκόπησης και μιας συσκευής μέτρησης ταχύτητας (radar), από δύο ερευνητές. Άμεσα προέκυψαν στοιχεία για την ταχύτητα και το χρώμα του αυτοκινήτου αλλά και χαρακτηριστικά του οδηγού, όπως η ηλικία και το φύλο του. Από τη βιντεοσκόπηση της διαδικασίας προέκυψαν επιπλέον μεταβλητές σχετικές με τους χρονικούς και χωρικούς διαχωρισμούς των οχημάτων.

Επεξεργασία των στοιχείων:

Για τη **στατιστική επεξεργασία των στοιχείων** καθώς και την ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων, επιχειρήθηκε με δύο οικονομετρικά προγράμματα, η χρήση της μεθόδου τόσο της γραμμικής όσο και της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης. Από την ανάλυση προέκυψαν **τα τελικά μαθηματικά μοντέλα** που αποτυπώνουν τη συσχέτιση μεταξύ των εξεταζόμενων μεταβλητών και των παραγόντων που τις επηρεάζουν. Χρησιμοποιώντας τη

γραμμική παλινδρόμηση, διερευνήθηκε η επιρροή της χρήσης κινητού τηλεφώνου, των χαρακτηριστικών των οδηγών (φύλο, ηλικία) και της ροής κυκλοφορίας (διαφορά ταχυτήτων και χρονοαποστάσεων από το προπορευόμενο όχημα) στην ταχύτητα και τους χωρικούς διαχωρισμούς των οχημάτων.

Συμπεράσματα:

Από τα μοντέλα που αναπτύχθηκαν, μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι, **η χρήση κινητού τηλεφώνου επιφέρει μικρή μείωση στην ταχύτητα κυκλοφορίας**. Ο οδηγός θεωρεί τη μείωση της ταχύτητας ως αντισταθμιστικό παράγοντα στις αυξημένες απαιτήσεις που προκαλεί η χρήση κινητού τηλεφώνου, η οποία 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.

Ο βαθμός επιρροής των εξετασθέντων παραμέτρων στην ταχύτητα προσδιορίστηκε μέσω της σχετικής επιρροής. Πιο συγκεκριμένα, **οδηγοί ηλικίας 18 έως 25 ετών οδηγούν πιο γρήγορα** συγκριτικά με τους οδηγούς ηλικίας 55 ετών και άνω, οι οποίοι οδηγούν πιο αργά επί του συνόλου, γεγονός που ίσως εξηγείται από την παρορμητικότητα των νεότερων οδηγών.

Επιπλέον, το φύλο **παρουσιάζει αυξημένη επιρροή στην ταχύτητα**, γεγονός που πιθανώς εξηγείται από το ότι οι γυναίκες οδηγούν με χαμηλότερη ταχύτητα από τους άντρες είτε μιλούν, είτε δε μιλούν στο κινητό τηλέφωνο.

Επίσης, αποδεικνύεται πως **η χρήση κινητού τηλεφώνου επιφέρει μείωση και στους χωρικούς διαχωρισμούς**. Το γεγονός αυτό, δείχνει ότι ενδεχομένως αποσπάται η προσοχή του οδηγού με τη χρήση κινητού τηλεφώνου σε τέτοιο βαθμό, ώστε να ξεχνάει να τηρήσει τις σωστές αποστάσεις ασφαλείας από το προπορευόμενο όχημα.

Οδηγοί ηλικίας 25 έως 55 ετών τηρούν μεγαλύτερες αποστάσεις από τα προπορευόμενα οχήματα, γεγονός που πιθανότατα ερμηνεύεται από την οδηγική εμπειρία των μεσήλικων οδηγών, οι οποίοι τείνουν να οδηγούν πιο συνετά και με γνώμονα την ασφάλεια τους τηρώντας μεγαλύτερες αποστάσεις από τα προπορευόμενα οχήματα.

Σημαντική είναι και η **επιρροή των κυκλοφοριακών συνθηκών** (διαφοράς ταχύτητας και χρονικού διαχωρισμού από το προπορευόμενο όχημα) στο χωρικό διαχωρισμό των οχημάτων. Το γεγονός αυτό πιθανώς εξηγείται από το εάν τα οχήματα κυκλοφορούν σε φάλαγγες με όμοια κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά (V , H_w) ή όχι.

Εκτός από τις επιπτώσεις στην κυκλοφορία, η χρήση κινητού τηλεφώνου επηρεάζει άμεσα και την οδική ασφάλεια. **Η μείωση της ταχύτητας** ως αποτέλεσμα της χρήσης του κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση, **θα μπορούσε εν δυνάμει να έχει 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 **δεν 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. Το συμπέρασμα αυτό προκύπτει άμεσα και από την παρούσα εργασία, καθώς η χρήση κινητού οδηγεί σε μείωση της απόστασης που αφήνει ο οδηγός από το προπορευόμενο όχημα, γεγονός που αναμφισβήτητα είναι ενάντια στην οδική ασφάλεια.

2.3 ΣΥΝΟΨΗ

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. Από τη σύνθεση των βασικών τους σημείων προκύπτουν οι εξής παρατηρήσεις.

- **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 διακριτά, των οποίων η μέτρηση είναι δύσκολο να πραγματοποιηθεί με έναν κωδικοποιημένο και αντικειμενικό τρόπο.
- **Η ταχύτητα των οδηγών** τείνει να μειωθεί στην προσπάθειά τους να αντισταθμίσουν τις αυξημένες πνευματικές απαιτήσεις, που προέρχονται από την ταυτόχρονη οδήγηση και χρήση κινητού. Όσον αφορά τους **χωρικούς διαχωρισμούς** δεν διαφαίνεται κάποια τάση αλλά παρατηρούνται αυξομειώσεις στην τιμή τους.

Πιο συγκεκριμένα όσον αφορά **στην ταχύτητα** (Κοντοδήμα Ευφροσύνη, Καρεκλά Ξένια, 2008):

- 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 101km/h. Σε αντίθεση με αυτούς, οι οδηγοί που επιδόθηκαν σε μακρές κλήσεις αύξησαν την ταχύτητά τους από τα 106km/h στα 110km/h (Rosenbloom, 2005).
- **Η ταχύτητα διατηρήθηκε σταθερή** κατά την οδήγηση με χρήση κινητού με σύστημα ακουστικών και μικροφώνου (Wilcox, 2004).
- **Η ταχύτητα επηρεάζεται πολύ σημαντικά από το οδικό περιβάλλον.** Η ταχύτητα έλαβε τη μικρότερη τιμή της στο αστικό δίκτυο υψηλής διακύμανσης. Η συνομιλία μέσω συσκευής χειρός επέφερε ελάττωση στην ταχύτητα σε όλα τα οδικά δίκτυα, 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** (Κοντοδήμα Ευφροσύνη, Καρεκλά Ξένια, 2008):

- **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).
- Ένα δεδομένο που προκύπτει είναι ότι η χρήση του κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση έχει επιπτώσεις στην **ασφάλεια του οδηγού** και των υπόλοιπων χρηστών της οδού. Η χρήση κινητού τηλεφώνου αποσπά την προσοχή του οδηγού σε βαθμό που δεν αντισταθμίζεται από προσωρινή μείωση της ταχύτητας ή την αύξηση του χρονικού διαχωρισμού με αποτέλεσμα οι πιθανότητες ατυχήματος ή λάθους χειρισμού του οχήματος να αυξάνονται.

Όσον αφορά την ασφάλεια του οδηγού:

- Η οδική συμπεριφορά μεταβάλλεται σημαντικά όταν χρησιμοποιείται κινητό κατά την οδήγηση. Οι οδηγοί παρουσιάζουν **χαμηλότερη επίδοση** και αυτό φανερώνει ότι θέματα που απαιτούν μεγάλη πνευματική συγκέντρωση δεν μπορούν να τύχουν του 100% αυτής όταν κάποιος οδηγεί και συγχρόνως μιλάει στο τηλέφωνο (Kevin Bogle, 1999).
- Η δυσκολία που αντιμετωπίζουν οι **νέοι οδηγοί** στο να **αναγνωρίσουν τους κινδύνους γρήγορα**, τους τοποθετεί σε ζώνη αυξημένης επικινδυνότητας. Αδιαμφισβήτητα όμως, η γενική οδηγική συμπεριφορά τους έχει αρνητική επιρροή από τη χρήση του κινητού τηλεφώνου (Insurance Bureau of Canada, 2007).
- **Ο χρόνος αντίδρασης** των οδηγών αυξάνεται λόγω της τηλεφωνικής συνομιλίας σε όλα τα οδηγικά περιβάλλοντα, ανεξαρτήτως του τύπου του κινητού (Tornros, Bolling, 2006).

- Έχει αποδείχθεί ότι **η ικανότητα οδήγησης μειώνεται** εξαιτίας της χρήσης του κινητού τηλεφώνου περισσότερο από ότι θα μειωνόταν κατά την οδήγηση υπό επήρεια αλκοόλ (Strayer, Drews, & Crouch, 2003).
- Όπως διαπιστώθηκε μέσα από την αναζήτηση βιβλιογραφικών πηγών, μέχρι σήμερα στην Ελλάδα δεν έχει πραγματοποιηθεί κάποια έρευνα σε προσομοιωτή οδήγησης που να αφορά την επιρροή της χρήσης κινητού τηλεφώνου στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια του οδηγού. Οι συναφείς έρευνες είναι αυτές των Κοντοδήμα – Καρεκλά (ΕΜΠ 2008) και Παπαντωνίου – Πετρέλη (ΕΜΠ 2008), οι οποίες πραγματοποιήθηκαν με πείραμα σε πραγματικές συνθήκες και στις οποίες διερευνήθηκε η επιρροή του κινητού στα χαρακτηριστικά κυκλοφορίας.

Όπως προέκυψε από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση αλλά και από θεωρητικής άποψης κατάλληλες μέθοδοι για την μελέτη της επιρροής της χρήσης κινητού τηλεφώνου στη συμπεριφορά και την ασφάλεια του οδηγού είναι οι μέθοδοι της παλινδρόμησης (απλή, λογαριθμοκανονική και λογιστική).

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, η εξαρτημένη μεταβλητή του προβλήματος (ταχύτητα διαδρομής) αφενός λαμβάνει συνεχείς τιμές και αφετέρου ακολουθεί 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). Σχετικά με το αν θα συμβεί τελικά κάποιο ατύχημα επιλέχτηκε η μέθοδος της λογιστικής ανάλυσης παλινδρόμησης (binary logistic regression). Αυτό έγινε διότι η εξαρτημένη μεταβλητή είναι διακριτή και λαμβάνει μόνο δύο τιμές. Στη συνέχεια του κεφαλαίου αυτού, και αφού γίνει αναφορά σε κάποιες βασικές στατιστικές έννοιες, αναλύονται τα επιμέρους θεωρητικά στοιχεία που αφορούν στη γραμμική και στη λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση, στη λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης, καθώς και στα κριτήρια αποδοχής ενός προτύπου. Τέλος, αναπτύσσονται κάποιες βασικές λειτουργίες του ειδικού στατιστικού λογισμικού που χρησιμοποιήθηκε.

3.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΤΗΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ

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 ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

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 $E(\varepsilon_i) = 0$ και $\text{Var}(\varepsilon_i) = \sigma_\varepsilon^2$

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:

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

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 ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΚΑΝΟΝΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

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. Το λογισμικό που χρησιμοποιείται για την έρευνα της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης είναι ίδιο με εκείνο που εφαρμόζεται για την εκτέλεση της απλής γραμμικής παλινδρόμησης. Η σχέση που συνδέει την εξαρτημένη με τις ανεξάρτητες μεταβλητές είναι και αυτή γραμμική. Στη λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση (lognormal regression) οι συντελεστές των μεταβλητών του προτύπου είναι οι συντελεστές της γραμμικής παλινδρόμησης. Υπολογίζονται από την ανάλυση παλινδρόμησης με βάση **την αρχή των ελαχίστων τετραγώνων**, δηλαδή υπολογίζονται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να ελαχιστοποιείται το άθροισμα:

$$\sum (Y - (\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_i X_i))^2$$

Η **λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση** βασίζεται στην υπόθεση ότι ο φυσικός λογάριθμος της εξαρτημένης μεταβλητής ακολουθεί μια **κανονική κατανομή** με αριθμητικό μέσο μ και τυπική απόκλιση σ^2 . Με άλλα λόγια η λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση αποτελεί χρήσιμο εργαλείο όταν τα στοιχεία που περιέχονται στη βάση δεδομένων είναι μη αρνητικά, ο φυσικός λογάριθμος της ανεξάρτητης μεταβλητής ακολουθεί την κανονική κατανομή και ο αριθμητικός μέσος είναι σχετικά μεγάλος. Με τη διαδικασία της παλινδρόμησης συσχετίζεται μια **εξαρτημένη μεταβλητή** με άλλες, τις **ανεξάρτητες μεταβλητές**. Βρίσκει εφαρμογή στη μελλοντική πρόβλεψη μιας μεταβλητής σε σχέση με μια άλλη ή στον προσδιορισμό μιας συναρτησιακής σχέσης $\log(\mu_i) = f(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iq})$ μεταξύ των παρατηρηθέντων τιμών

$\mu_i (i=1,2,\dots,q)$ της εξαρτημένης μεταβλητής και των τιμών των ανεξάρτητων μεταβλητών (Bauer, Harwood, 1998).

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

$x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iN}$: είναι οι ανεξάρτητες μεταβλητές

Εναλλακτικά μπορεί να διατυπωθεί με την παρακάτω πιο πολύπλοκη μορφή:

$$\mu_i = \exp(\beta_0) \cdot \exp(\beta_1 x_{i1}) \dots \exp(\beta_q x_{iq})$$

όπου το $\log(\mu_i)$ ακολουθεί κανονική κατανομή με μέσο μ_i και τυπική απόκλιση σ^2 .

3.5.3 ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ

Στα μοντέλα γραμμικής και λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης που περιγράφονται στο κεφάλαιο αυτό ισχύει η προϋπόθεση ότι η εξαρτημένη μεταβλητή είναι συνεχής. Εντούτοις στην περίπτωση που η εξαρτημένη μεταβλητή είναι διακριτή (όπως το ενδεχόμενο να συμβεί κάποιο ατύχημα) χρησιμοποιείται η λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης. Η λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης χρησιμοποιείται για τη δημιουργία μοντέλων πρόβλεψης και ταξινόμησης. Είναι δυνατή η έκβαση μιας κατηγορικής μεταβλητής με δύο κατηγορίες με τη χρήση ενός συνόλου συνεχών και διακριτών μεταβλητών. Σε αντίθεση με τη γραμμική παλινδρόμηση, η εξαρτημένη μεταβλητή είναι η πιθανότητα η έκβαση του αποτελέσματος να ισούται με 1. Χρησιμοποιείται ο

νεπέριος λογάριθμος για την **πιθανότητα** ή το **λόγο πιθανοφάνειας** (likelihood ratio), η εξαρτημένη μεταβλητή να είναι 1 σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο:

$$Y = \text{logit}(P) = \text{LN}(P_i/1-P_i) = B_0 + B_i X_i,$$

όπου:

B_0 : είναι η σταθερά του μοντέλου

B_i : είναι παραμετρικές εκτιμήτριες για τις ανεξάρτητες μεταβλητές ($X_i=1, \dots, n$ το σύνολο των εξαρτημένων μεταβλητών)

Η πιθανότητα κυμαίνεται από 0 ως 1, ενώ ο νεπέριος λογάριθμος $\text{LN}(P/1-P)$ κυμαίνεται από μείον άπειρο ως συν άπειρο. Τα μοντέλα λογισμικής ανάλυσης παλινδρόμησης υπολογίζουν την καμπυλόγραμμη σχέση ανάμεσα στην κατηγορική επιλογή Y και στις μεταβλητές X_i οι οποίες μπορεί να είναι συνεχείς ή διακριτές. Η καμπύλη της λογιστικής παλινδρόμησης είναι προσεγγιστικά γραμμική στις μεσαίες τιμές και λογαριθμική στις ακραίες τιμές. Με απλό μετασχηματισμό της παραπάνω σχέσης οδηγούμαστε στην εξής νέα σχέση:

$$(P_i/1-P_i) = \exp^{B_0+B_i X_i} = \exp^{B_0} \cdot \exp^{B_i X_i}$$

Η θεμελιώδης εξίσωση για τη λογιστική παλινδρόμηση δείχνει ότι όταν η τιμή μιας ανεξάρτητης μεταβλητής αυξηθεί κατά μια μονάδα και όλες οι υπόλοιπες μεταβλητές παραμείνουν σταθερές ο νέος λόγος πιθανοφάνειας ($P_i/1-P_i$) δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$(P_i/1-P_i)^* = \exp^{B_0} \cdot \exp^{B_i(X_i+1)} = \exp^{B_0} \cdot \exp^{B_i X_i} \cdot \exp^{B_i}$$

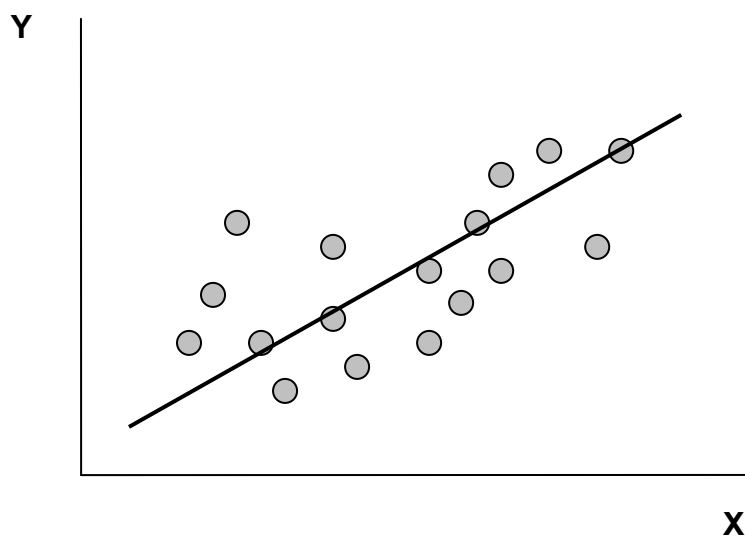
Έτσι παρατηρείται ότι όταν η ανεξάρτητη μεταβλητή X_i αυξηθεί κατά μια μονάδα, με όλες τις υπόλοιπες μεταβλητές παραμείνουν σταθερές, η πιθανότητα $P_i/1-P_i$ αυξάνεται κατά ένα συντελεστή $\exp^{B_i}$.

3.5.4 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

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.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 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 ($\rho(X_i, X_j) = 0 \quad \forall i \neq j$), 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 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 γραμμικού 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:

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

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

Βάσει της ανωτέρω σχέσης, όσο μειώνεται το τυπικό σφάλμα τόσο 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**. 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.

Όσον αφορά τα **μοντέλα λογιστικής ανάλυσης παλινδρόμησης**, ισχύει ό,τι και στην απλή γραμμική και λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση με τη διαφορά ότι στη λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης το αντίστοιχο t -test έχει την ονομασία **Wald**. Η τιμή του Wald για κάθε μεταβλητή πρέπει να είναι μεγαλύτερη του 1,7 όπως ακριβώς και για το συντελεστή t .

Σημαντικό ρόλο στην επιλογή των μεταβλητών των μοντέλων της λογιστικής ανάλυσης παλινδρόμησης παίζει η **πιθανοφάνεια**. Για την εκτίμηση της επιρροής των παραμέτρων β χρησιμοποιείται η μέθοδος της μεγιστοποίησης της πιθανοφάνειας. Για να επιτευχθεί υψηλή πιθανοφάνεια προσπαθούμε ο λογάριθμος των συναρτήσεων πιθανοφάνειας $L = -\log(\text{likelihood})$ να είναι όσο το δυνατόν μικρότερος και προτιμούνται τα μοντέλα με μικρότερο λογάριθμο της συνάρτησης πιθανοφάνειας L . Μοντέλα που περιέχουν πολλές μεταβλητές είναι περισσότερο σύνθετα και χρειάζεται ένας κανόνας να αποφασίζει εάν η μείωση του **$L = -\log(\text{likelihood})$** αξίζει την αυξημένη πολυπλοκότητα και για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούμε το **Likelihood Ratio Test** (LRT) (κριτήριο λόγου πιθανοφάνειας). Σύμφωνα με το κριτήριο του λόγου πιθανοφανειών (LRT) εάν η διαφορά $LRT = -2 * (\hat{L}(b) - L(0))$, όπου $\hat{L}(b) = L(\text{μοντέλο με τις } p \text{ μεταβλητές})$ ενώ $L(0) = L(\text{μοντέλο χωρίς τις } p \text{ μεταβλητές})$, είναι μεγαλύτερη από την τιμή του κριτηρίου χ^2 για p βαθμούς ελευθερίας σε επίπεδο σημαντικότητας 5% το μοντέλο είναι στατιστικά προτιμότερο από το μοντέλο χωρίς τις μεταβλητές και γίνονται δεκτές οι μεταβλητές ως σημαντικές.

Ο **συντελεστής ρ^2** καθορίζει την ποιότητα του μοντέλου. Ο συντελεστής αυτός, είναι ανάλογος του συντελεστή R^2 της απλής γραμμικής και λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης, και χρησιμοποιείται ως κριτήριο καλής προσαρμογής των δεδομένων στο μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης.

Υπολογίζεται ως εξής $\rho^2 = 1 - (\hat{L}(b) / L(0))$ όπου $\hat{L}(b) = L(\text{μοντέλο με τις } p$

μεταβλητές) ενώ $L(0) = L(\text{μοντέλο χωρίς τις } p \text{ μεταβλητές})$. 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 ρ^2 στην μονάδα, τόσο πιο ισχυρή είναι η γραμμική σχέση εξάρτησης των μεταβλητών Y και X . Επισημαίνεται ότι, ο συντελεστής ρ^2 έχει και εδώ συγκριτική αξία. Αυτό σημαίνει ότι, δεν υπάρχει συγκεκριμένη τιμή του ρ^2 που κρίνεται ως αποδεκτή ή απορριπτέα, αλλά μεταξύ δύο ή περισσότερων μοντέλων επιλέγεται ως καταλληλότερο εκείνο με τη μεγαλύτερη τιμή του ρ^2 .

Επιπροσθέτως, **ελέγχεται σε ποιο ποσοστό** το μοντέλο της λογιστικής παλινδρόμησης είναι σε θέση να προβλέψει σωστά την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα. Επιθυμείται να προβλέπονται σωστά η περίπτωση που συνέβη ή όχι ατύχημα σε όσο το δυνατόν πιο μεγάλο ποσοστό. Ο μέσος όρος του ποσοστού αυτού για τα δύο ενδεχόμενα είναι σκόπιμο να είναι μεγαλύτερος από το 65% και να μην υπάρχει μεγάλη διαφορά μεταξύ των δυο αντίστοιχων ποσοστών των δυο ενδεχόμενων.

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 ειδικές βάσεις δεδομένων, 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 όλες μεταβλητές βρίσκονται στο πλαίσιο Independent(s) με τη σειρά που αναγράφονται 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 στα μοντέλα γραμμικής και λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης ενώ, στα μοντέλα λογιστικής παλινδρόμησης επιδιώκεται μεγάλη πιθανοφάνεια δηλαδή η τιμή του λογαρίθμου των συναρτήσεων πιθανοφάνειας $L = -\log(\text{likelihood})$ να είναι όσο το δυνατόν μικρότερη.

- 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%.

4

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. Ως μέθοδοι στατιστικής ανάλυσης επιλέχθηκαν η γραμμική, η λογαριθμοκανονική και η λογιστική παλινδρόμηση. Επόμενο βήμα ήταν η εφαρμογή μιας κατάλληλης διαδικασίας εκτέλεσης του πειράματος, από όπου θα προέκυπταν τα απαραίτητα στοιχεία. Η στατιστική επεξεργασία των στοιχείων αυτών θα οδηγήσει στην επίτευξη του στόχου της Διπλωματικής Εργασίας, δηλαδή τη διερεύνηση της επιρροής της χρήσης κινητού τηλεφώνου στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια του οδηγού με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης.

Το κεφάλαιο αυτό, που αφορά **στη συλλογή και επεξεργασία στοιχείων**, περιλαμβάνει δύο υπό-κεφάλαια. Στο υποκεφάλαιο που αναφέρεται στη συλλογή στοιχείων, περιγράφεται το πείραμα που πραγματοποιήθηκε και τα βασικά χαρακτηριστικά των στοιχείων που συλλέχθηκαν. Παράλληλα παρουσιάζονται επιγραμματικά κάποια βασικά στοιχεία που αφορούν τον τρόπο χρήσης και τις βασικές λειτουργίες του προσομοιωτή που έπρεπε να ρυθμιστούν ώστε να συλλεχθούν τα απαραίτητα δεδομένα. Στο δεύτερο υποκεφάλαιο το οποίο 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

Σύμφωνα με τα όσα προαναφέρθηκαν στο προηγούμενο σκέλος, στόχο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί η διερεύνηση της επιρροής της χρήσης κινητού τηλεφώνου στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια του οδηγού. Πρέπει να αναφερθεί πως είναι η πρώτη έρευνα που ο εν λόγω προσομοιωτής χρησιμοποιήθηκε για τη συλλογή δεδομένων και επιπλέον καμία συναφής έρευνα δε φαίνεται να έχει πραγματοποιηθεί στη χώρα μας με τη βοήθεια προσομοιωτή οδήγησης. Το γεγονός αυτό δημιούργησε κάποιες αντικειμενικές δυσκολίες τόσο στον σχεδιασμό, όσο και στη διεξαγωγή του πειράματος που αντιμετωπίστηκαν επιτυχώς.

4.2.1 ΣΤΟΧΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Θα εξεταστεί πειραματικά σε προσομοιωτή οδήγησης ο βαθμός στον οποίο η χρήση κινητού τηλεφώνου σε συνδυασμό με τα χαρακτηριστικά του οδηγού αλλά και του οδικού περιβάλλοντος επιδρούν στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια του οδηγού. Ορισμένα από τα χαρακτηριστικά του οδηγού που θα εξεταστούν αφορούν την ηλικία, το φύλλο, την οδηγική εμπειρία, τη συχνότητα που χρησιμοποιεί κινητό τηλέφωνο ενώ οδηγεί κ.α. Συγκεκριμένα τα στοιχεία του οδικού περιβάλλοντος που θα ερευνηθεί η επίδρασή τους αφορούν:

- i. την οδό, οδήγηση σε αστική και υπεραστική οδό υπό κανονικές συνθήκες κυκλοφορίας
- ii. τις περιβαλλοντικές συνθήκες, οδήγηση σε ευμενείς συνθήκες και υπό βροχή σε υγρό οδόστρωμα.

4.2.2 ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ

Αποφασίστηκε η έρευνα να εστιάσει στη μελέτη της συμπεριφοράς **νέων οδηγών**. Η απόφαση αυτή βασίστηκε στο γεγονός ότι η ομάδα του δείγματος έπρεπε να είναι συμπαγής με συγκεκριμένο μέγεθος και ήταν πιο εύκολο να αναζητηθούν νέοι οδηγοί. Επιπροσθέτως είναι γνωστό από στατιστικά στοιχεία ότι ο κίνδυνος ατυχήματος σχετίζεται με την ηλικία του οδηγού. Οι νέοι ηλικιακά οδηγοί εκτός του ότι έχουν μικρότερη εμπειρία στην οδήγηση, έχουν την τάση για υπερεκτίμηση της προσωπικής οδηγικής ικανότητας τους και παρατηρείται μια αυξημένη πιθανότητα να εμπλακούν σε ατύχημα. Για τον λόγο αυτό, η επιλογή των συμμετεχόντων περιορίστηκε σε οδηγούς ηλικίας 18-30 ετών. Στο πείραμα συμμετείχαν 30 εθελοντές, 17 άνδρες και 13 γυναίκες. Όλοι τους ήταν κάτοχοι διπλώματος οδήγησης και διέθεταν κινητό τηλέφωνο ενώ στην πλειοψηφία τους ήταν φοιτητές του Πολυτεχνείου.

4.2.3 Ο ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗΣ

Το πείραμα αποφασίστηκε να πραγματοποιηθεί στον προσομοιωτή οδήγησης (εικόνα 4.1) (**Driving Simulator FPF**) του Εργαστηρίου Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Ο συγκεκριμένος προσομοιωτής (Driving Simulator FPF) έχει κατασκευασθεί από την γερμανική εταιρεία FOERST ώστε να εξυπηρετεί ερευνητικούς σκοπούς. Η φωτογραφία παρουσιάζει τον προσομοιωτή που αποτελείται από τρεις οθόνες LCD 40", θέση οδήγησης και βάση υποστήριξης. Οι διαστάσεις σε πλήρη ανάπτυξη είναι 230 X 180 cm., ενώ το πλάτος βάσης 78 cm.



ΕΙΚΟΝΑ 4.1: φωτογραφία του προσομοιωτή οδήγησης (Driving Simulator FPF)

Διαθέτει ρυθμιζόμενο κάθισμα οδήγησης, τιμόνι διαμέτρου 27 cm, ποδόπληκτρα χειρισμού (γκάζι, φρένο, συμπλέκτης), πίνακα οργάνων οχήματος (ταχογράφος, στροφόμετρο) καθώς και δύο εξωτερικούς και έναν κεντρικό καθρέπτη που εμφανίζονται στις πλάγιες και στην κεντρική οθόνη αντίστοιχα και απεικονίζουν σε πραγματικό χρόνο αντικείμενα και συμβάντα που συμβαίνουν πίσω από το 'όχημα'. Τα χειριστήρια που έχει στη διάθεσή του ο οδηγός είναι μοχλός 5 ταχυτήτων και όπισθεν, φλας, υαλοκαθαριστήρες, φώτα, κόρνα, χειρόφρενο και μίζα (εικόνες 4.2, 4.3).



EIKONEΣ 4.2, 4.3: Φωτογραφίες της θέσης οδήγησης του προσομοιωτή .

Το εικονικό οδικό περιβάλλον παράγεται μέσω υπολογιστή και απεικονίζει το οδόστρωμα και το οδικό περιβάλλον. Οι χρήστες οδηγούν κατά μήκος της οδού υπό συνθήκες που προσομοιώνουν ρεαλιστικά τις πραγματικές. Επισημαίνεται, ότι οι συνθήκες οδήγησης στον προσομοιωτή δεν μπορεί να είναι απολύτως όμοιες με εκείνες που αντιλαμβάνεται ο οδηγός στην πραγματικότητα, όμως η αλλαγή συμπεριφοράς του οδηγού δεν επηρεάζει απαραίτητα την σχετική επιρροή των διαφόρων παραμέτρων. Αυτό ενδεχομένως είναι πιο έντονο στη βροχή όπου ο οδηγός υπό πραγματικές συνθήκες την αντιλαμβάνεται διαφορετικά σε σχέση με την οδήγηση στο προσομοιωμένο περιβάλλον.

Επίσης, στον προσομοιωτή παρέχεται η **δυνατότητα προσομοίωσης** πολλών καταστάσεων μεταξύ εναλλακτικών τύπων οδών (αστική-υπεραστική οδός, αυτοκινητόδρομος) σε διαφορετικές κυκλοφοριακές συνθήκες (κανονική – μειωμένη - χωρίς - μόνο συνοδευτική ή επερχόμενη κυκλοφορία), και υπό διαφορετικό περιβάλλον (ευμενείς καιρικές συνθήκες, ομίχλη, βροχή, χιόνι). Παράλληλα ανάλογα με τις απαιτήσεις του πειράματος μπορεί να επιλεγεί η προσομοίωση διαφόρων επικίνδυνων καταστάσεων όπως η εμφάνιση εμποδίου κατά την διάρκεια της οδήγησης ή η μη αναμενόμενη πορεία

κάποιου προπορευόμενου οχήματος σε προκαθορισμένα ή τυχαία σημεία της διαδρομής (εικόνα 4.4, 4.5, 4.6, 4.7).



ΕΙΚΟΝΑ 4.4: Επικίνδυνα γεγονότα- Απρόσμενο άνοιγμα πόρτας .



ΕΙΚΟΝΑ 4.5: Επικίνδυνα γεγονότα- Απότομη, χωρίς προειδοποίηση εκκίνηση σταθμευμένου οχήματος.



ΕΙΚΟΝΑ 4.6: Επικίνδυνα γεγονότα- Απότομη, χωρίς προειδοποίηση επιβράδυνση προπορευόμενου οχήματος.



ΕΙΚΟΝΑ 4.6: Επικίνδυνα γεγονότα- Εμφάνιση εμποδίου (ζώου) .

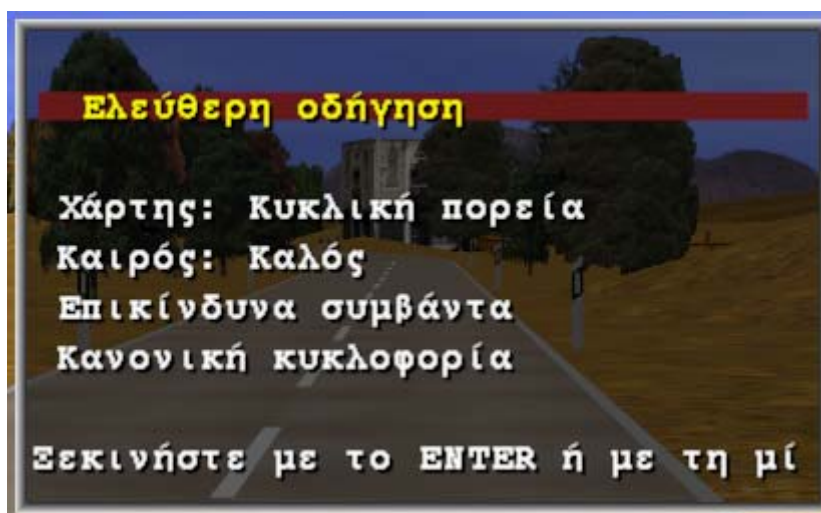
Οι επιλογές αυτές ρυθμίζονται στο λογισμικού του προσομοιωτή, μέσω ενός **ειδικού πληκτρολογίου ελέγχου** (εικόνα 4.7). Το πλήκτρο Mode χρησιμοποιείται για την περιήγηση σε διαφορετικούς καταλόγους επιλογών του κύριου προγράμματος και για την αλλαγή στις επιλογές στο εσωτερικό ενός συγκεκριμένου καταλόγου, ενώ το πλήκτρο Line δίνει τη δυνατότητα περιήγησης εντός των επιλογών κάθε καταλόγου.



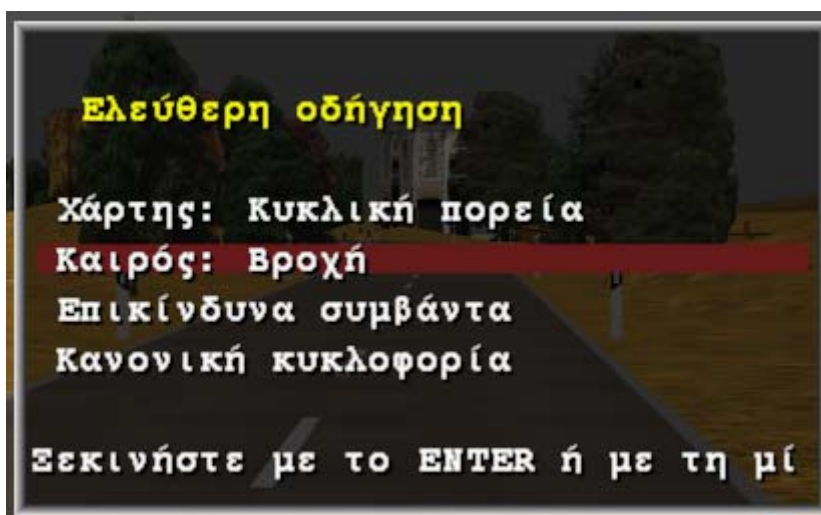
ΕΙΚΟΝΑ 4.7: Πληκτρολόγιο ελέγχου .

Όσον αφορά τις **ρυθμίσεις του προσομοιωτή** που πραγματοποιήθηκαν στην παρούσα διπλωματική εργασία αυτές έγιναν στους εξής καταλόγους:

Στον βασικό κατάλογο επιλογών (Ελεύθερη οδήγηση): στην επιλογή Χάρτης, στην δεύτερη σειρά, επιλέχθηκε η Κυκλική πορεία διότι περιλαμβάνει οδήγηση σε αστικό και υπεραστικό περιβάλλον (Εικόνα 4.8). Στην τρίτη σειρά, στην επιλογή Καιρός, επιλέχθηκε: Καλός στην περίπτωση ενδιαφέρει ο οδηγός να οδηγεί υπό ευμενείς καιρικές συνθήκες και Βροχή για οδήγηση υπό βροχή. Στην τέταρτη σειρά επιλέχθηκε Επικίνδυνα συμβάντα (Εικόνα 4.9) ώστε σε τυχαία σημεία να συμβαίνουν απρόσμενα γεγονότα όπως αναφέρθηκαν παραπάνω.

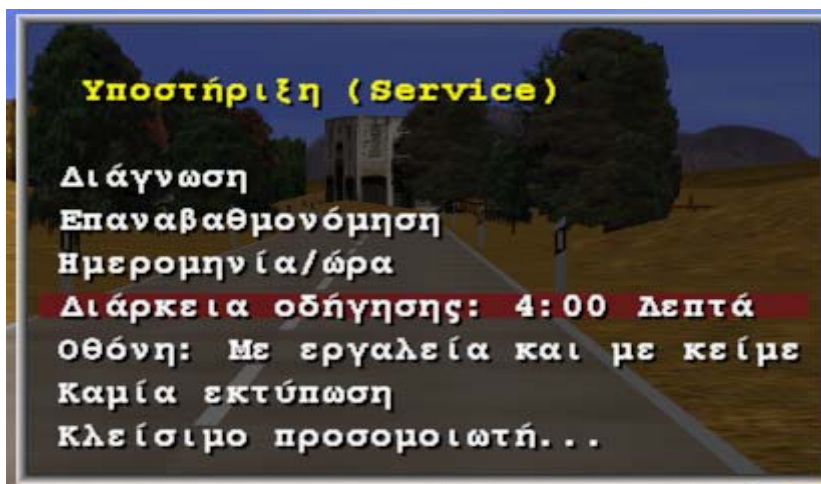


ΕΙΚΟΝΑ 4.8: Βασικός κατάλογος επιλογών – Ελεύθερη οδήγηση.



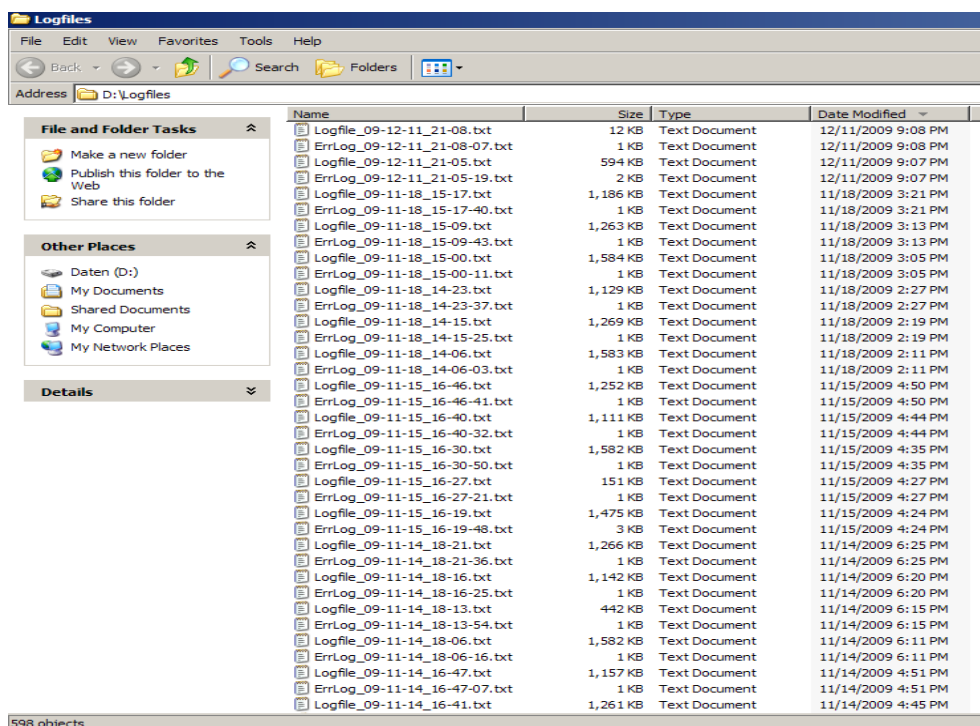
ΕΙΚΟΝΑ 4.9: Βασικός κατάλογος επιλογών – Ρύθμιση οδικού περιβάλλοντος.

Στον κατάλογο Υποστήριξη (Service): επιλέγεται η διάρκεια της οδήγησης για κάθε πείραμα. Στην πέμπτη σειρά στην επιλογή Διάρκεια οδήγησης παρέχεται η δυνατότητα να επιλεγούν χρόνοι από 1:30 έως 5:00 λεπτά. Εναλλακτικά μπορεί να επιλεγεί Απεριόριστη διάρκεια και να διακοπεί το πείραμα πατώντας τα πλήκτρα Mode και Line στο πληκτρολόγιο ελέγχου ταυτόχρονα (Εικόνα 4.10).



ΕΙΚΟΝΑ 4.10: Κατάλογος επιλογών Υποστήριξη (Service) – Ρύθμιση Διάρκειας πειράματος.

Η αποθήκευση των δεδομένων των πειραμάτων πραγματοποιείται αυτόματα στο τέλος της διαδικασίας. Τα δεδομένα αποθηκεύονται στον φάκελο D:\Logfiles σε μορφή κειμένου (*.txt) (εικόνα 4.11). Για να μετακινηθεί κάποιος από την οθόνη λειτουργίας του προσομοιωτή στην επιφάνεια εργασίας σε περιβάλλον Windows αρκεί να πατήσει το πλήκτρο Alt-Win δεξιά του πλήκτρου Ctrl του πληκτρολογίου, ή εναλλακτικά τα πλήκτρα Ctrl+Esc ταυτόχρονα για να μεταβεί στο μενού Έναρξης. Για κάθε πείραμα δημιουργούνται δύο αρχεία ένα που φέρει την ονομασία Logfile*.txt και περιέχει όλες τις μεταβλητές που μετρήθηκαν και ένα αρχείο με την ονομασία Err_log*.txt που περιέχει τα σφάλματα που πραγματοποίησε οδηγός. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο προσομοιωτής καταγράφει δεδομένα ανά διαστήματα των 33 έως 50 χιλιοστών του δευτερολέπτου (ms) γεγονός που σημαίνει ότι κάθε δευτερόλεπτο μετρώνται οι τιμές κάθε μεταβλητής έως και 30 φορές. Αρχικά καταγράφονται 33 μεταβλητές σε κάθε μέτρηση (Πίνακας 4.1). Αναλυτικά οι μεταβλητές αυτές θα περιγραφούν στο υπό-κεφάλαιο παρατηρηθείσες μεταβλητές.



ΕΙΚΟΝΑ 4.11: Φάκελος που αποθηκεύονται οι μετρήσεις στον προσομοιωτή

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1: Πίνακας συλλεγόμενων μεταβλητών.

Πηγή DR-ING.REINER FOERST GMBG

1	Time	current real-time in milliseconds since start of the drive.
2	x-pos	x-position of the vehicle in m.
3	y-pos	y-position of the vehicle in m.
4	z-pos	z-position of the vehicle in m.
5	road	road number of the vehicle in [int].
6	richt	direction of the vehicle on the road in [BOOL] (0/1).
7	rdist	distance of the vehicle from the beginning of the drive in m.
8	rspur	track of the vehicle from the middle of the road in m.
9	ralpha	direction of the vehicle compared to the road direction in degrees.
10	Dist	driven course in meters since begin of the drive.
11	Speed	actual speed in km/h.
12	Brk	brake pedal position in percent.
13	Acc	gas pedal position in percent.
14	Clutch	clutch pedal position in percent.
15	Gear	chosen gear (0 = idle, 6 = reverse).
16	RPM	motor revolution in 1/min.
17	HWay	headway, distance to the ahead driving vehicle in m.
18	DLeft	Distance to the left road board in meter.

19	DRight	Distance to the right road board in meter.
20	Wheel	Steering wheel position in degrees.
21	THead	time to headway, i. e. to collision with the ahead driving vehicle, in seconds.
22	TTL	time to line crossing, time until the road border line is exceeded, in seconds.
23	TTC	time to collision (all obstacles), in seconds.
24	AccLat	acceleration lateral, in m/s ²
25	AccLon	acceleration longitudinal, in m/s ²
26	EvVis	event-visible-flag/event-indication, 0 = no event, 1 = event.
27	EvDist	event-distance in m.
28	ErrlNo	number of the most important driving failure since the last data set
29	ErrlVal	state date belonging to the failure, content varies according to type of failure.
30	Err2No	number of the next driving failure (maybe empty).
31	Err2Val	additional date to failure 2.
32	Err3No	number of a further driving failure (maybe empty).
33	Err3Val	additional date to failure 3.

4.2.4 ΔΙΑΤΑΞΗ ΧΩΡΟΥ

Πέραν του χώρου που είναι εγκατεστημένος ο προσομοιωτής οδήγησης (Εικόνα 4.1) για την ορθότερη συλλογή δεδομένων δημιουργήθηκε μια νέα θέση εργασίας σε διπλανή αίθουσα (Εικόνα 4.12) για την πραγματοποίηση των κλήσεων. Αυτό κρίθηκε απαραίτητο καθώς οι οδηγοί με αυτόν τον τρόπο δεν θα επηρεάζονταν από την παρουσία του παρατηρητή και θα διατηρούσαν την οδηγική συμπεριφορά που συνήθως έχουν. Επιπροσθέτως ήταν απαραίτητο για τη σωστή διεξαγωγή του πειράματος ο παρατηρητής να γνωρίζει με ακρίβεια την χρονική στιγμή σε σχέση με την ώρα έναρξης της διαδρομής και το οδικό περιβάλλον (αστικό ή υπεραστικό) που θα πραγματοποιήσει την τηλεφωνική κλήση. Με τη βοήθεια μιας ενσύρματης κάμερας USB, ενός μετατροπέα USB σε UTP και με τη χρήση 15 μέτρων καλωδίου UTP ο παρατηρητής παρακολουθούσε σε πραγματικό χρόνο την εξέλιξη του πειράματος μέσω του ηλεκτρονικού υπολογιστή που εγκαταστάθηκε στον βοηθητικό χώρο.

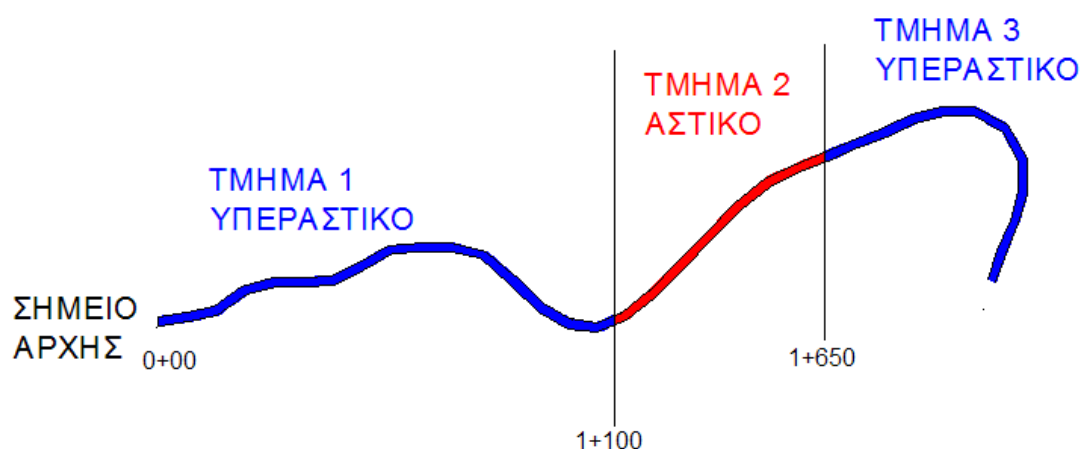


ΕΙΚΟΝΑ 4.12: Φωτογραφία του βοηθητικού χώρου-νέας θέσης εργασίας.

4.2.5 ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΕΝΑΡΙΟΥ ΟΔΗΓΗΣΗΣ

Ο προσομοιωτής ως εργαλείο για την διερεύνηση της επιρροής της χρήσης του κινητού τηλεφώνου στην συμπεριφορά και την ασφάλεια του οδηγού διαθέτει ένα πλήθος σεναρίων οδήγησης και επιλογών που μπορούσαν να βοηθήσουν στο πείραμα. Με βάση τη βιβλιογραφική έρευνα που πραγματοποιήθηκε, την ελληνική πραγματικότητα αλλά και ένα πλήθος δοκιμών που πραγματοποιήθηκαν μεταξύ διαφορετικών σεναρίων επιλέχθηκε τελικά η διαδρομή της Κυκλικής πορείας ως η πιο κατάλληλη για την επίτευξη του στόχου αυτής της διπλωματικής εργασίας. Η συγκεκριμένη επιλογή συνδυάζει οδήγηση σε **αστικό περιβάλλον μικρής επαρχιακής πόλης** (Χ.Θ +1100 έως +1650 μέτρα) και **υπεραστικό περιβάλλον** (Χ.Θ +0,00 έως +1100 μέτρα, +1650 έως τέλος διαδρομής) με όρια ταχύτητας 70 και 100 km/h αντίστοιχα υπό **κανονική κυκλοφορία**. Στο συγκεκριμένο σενάριο υπάρχει η δυνατότητα επιλογής μεταξύ διαφορετικών καιρικών συνθηκών,

από τα οποία επιλέχθηκαν να μελετηθούν η οδήγηση υπό **καλό καιρό** αλλά και υπό **βροχή** σε βρεγμένο οδόστρωμα. Κρίθηκε σκόπιμο κατά τη διάρκεια της οδήγησης να συμβαίνουν σε τυχαία σημεία της διαδρομής διάφορα **επικίνδυνα συμβάντα**. Με βάση τις καταγραφές των αντιδράσεων των οδηγών στις μη αναμενόμενες καταστάσεις θα προκύψουν δεδομένα που αναμένεται να είναι σημαντικά για τη διερεύνηση της επιρροής της χρήσης του κινητού τηλεφώνου στην ασφάλεια του οδηγού. Η διάρκεια της κάθε διαδρομής επιλέχθηκε να είναι από τέσσερα έως πέντε λεπτά και να πραγματοποιούνται διαλείμματα μεταξύ των πειραμάτων που αφορούν τον ίδιο οδηγό, διότι η παρατεταμένη οδήγηση πιθανόν να προκαλούσε παρενέργειες στους οδηγούς, όπως π.χ η ναυτία που έχει παρατηρηθεί σε παρόμοιες έρευνες. Παρατίθεται ένα σκαρίφημα της διαδρομής και μερικές επιπλέον εικόνες από το συγκεκριμένο περιβάλλον οδήγησης (Εικόνες 4.13, 4.14, 4.15).



ΕΙΚΟΝΑ 4.13: Σενάριο κυκλική πορεία- σκαρίφημα διαδρομής.



ΕΙΚΟΝΑ 4.14: Σενάριο κυκλική πορεία- υπεραστικό περιβάλλον οδήγησης.



ΕΙΚΟΝΑ 4.15: Σενάριο κυκλική πορεία - αστικό περιβάλλον οδήγησης - βροχή.

4.2.6 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε μεταξύ τέλη Οκτωβρίου και μέσα Νοεμβρίου 2009. Οι 30 συνολικά συμμετέχοντες κλήθηκαν να απαντήσουν σε ένα ερωτηματολόγιο και να οδηγήσουν τρεις φορές ο καθένας στον προσομοιωτή οδήγησης.

Βασικός ήταν και ο ρόλος του **συντονιστή του πειράματος** που παρακολουθούσε και συνέλεγε δεδομένα κατά τη διάρκεια της διαδικασίας. Από τον βοηθητικό χώρο πραγματοποιούσε τηλεφωνικές κλήσεις στα σημεία που είχαν καθοριστεί ενώ ταυτόχρονα συμπλήρωνε σε ειδικό έντυπο του πειράματος παρατηρήσεις που αφορούσαν τη συμπεριφορά των οδηγών και τη χρονική εξέλιξη του πειράματος. Για να μετρά διάφορες χρονικές στιγμές χρησιμοποιούσε ένα χρονόμετρο, το οποίο ενεργοποιούσε με την έναρξη της οδήγησης του προσομοιωτή.

Οι τηλεφωνικές κλήσεις γίνονταν σε καθορισμένα τμήματα της διαδρομής με διάρκεια συνήθως τριάντα έως σαράντα δευτερόλεπτα και στόχος τους ήταν να θέσουν τον οδηγό σε διαδικασία σκέψης καθώς 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 απασχολεί τον οδηγό το θέμα της συζήτησης, τόσο περισσότερο επηρεάζεται η οδηγική του συμπεριφορά. Με βάση τα παραπάνω ο συντονιστής ζητούσε από τους οδηγούς να του δώσουν πληροφορίες για τον τρόπο με τον οποίο θα μπορούσε να μεταβεί από ένα γνωστό σημείο της πόλης της Αθήνας σε κάποιο άλλο. Για παράδειγμα μια συχνή ερώτηση ήταν το πώς μπορεί κάποιος να μεταβεί με αυτοκίνητο από την πλατεία Συντάγματος στην πλατεία Κολωνακίου.

Στη συνέχεια περιγράφονται αναλυτικά τα δύο **στάδια του πειράματος**:

Στο πρώτο στάδιο του πειράματος οι συμμετέχοντες συμπλήρωναν ένα **ερωτηματολόγιο**, που αφορούσε στα περιγραφικά χαρακτηριστικά και στην οδηγική τους συμπεριφορά σε σχέση με τη χρήση κινητού. Το ερωτηματολόγιο παρατίθεται στο τέλος του παρόντος υποκεφαλαίου (Έντυπο 4.1). Μετά τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου δίνονταν στους οδηγούς οι απαραίτητες **οδηγίες** και γινόταν μια σύντομη **παρουσίαση του προσομοιωτή**. Για τη διαδικασία του πειράματος τους ζητήθηκε να διατηρήσουν την οδηγική συμπεριφορά που έχουν συνήθως και να μην επηρεαστούν από άλλους παράγοντες.

Το δεύτερο στάδιο του πειράματος αποτελούσε η **συλλογή στοιχείων μέσω του προσομοιωτή** όπου περιελάμβανε τρεις φάσεις:

1^η ΦΑΣΗ – 1^η ΔΙΑΔΡΟΜΗ:

Οδηγός: Ο οδηγός στη φάση αυτή πραγματοποιούσε μια **πεντάλεπτη δοκιμή**. Σκοπός αυτής της διαδρομής ήταν η **εξοικείωσή** του με τον προσομοιωτή. Κατά τη διάρκεια της πρώτης φάσης οι οδηγοί δεν πραγματοποίησαν καμία ενέργεια με το κινητό τους τηλέφωνο. Μετά το τέλος αυτής της φάσης ακολουθούσε διάλειμμα μικρής διάρκειας όπου ο οδηγός ξεκουραζόταν και έθετε στον συντονιστή του πειράματος τυχόν απορίες του.

Συντονιστής πειράματος: Στη φάση αυτή ο συντονιστής του πειράματος, αφού πρώτα είχε κάνει τις απαραίτητες ρυθμίσεις στον προσομοιωτή, ενεργοποιούσε το χρονόμετρο με την έναρξη της διαδρομής και παρακολουθούσε το πείραμα από τον βοηθητικό χώρο μέσω του ειδικού εξοπλισμού. Κατά τη διάρκεια του πειράματος συμπλήρωνε στο ειδικό έντυπο (Έντυπο 4.2) τα απαραίτητα στοιχεία που του ήταν απαραίτητα (π.χ αριθμός ατυχημάτων κ.α). Στο τέλος της διαδρομής ο παρατηρητής σταματούσε το χρονόμετρο και μετέβαινε στην αίθουσα του πειράματος όπου επίλυε τυχόν απορίες του οδηγού και πραγματοποιούσε συστάσεις αν χρειαζόνταν. Επίσης ρύθμιζε τον προσομοιωτή σύμφωνα με το επόμενο σενάριο οδήγησης και έδινε οδηγίες για την επόμενη φάση του πειράματος.

2^η ΦΑΣΗ– 2^η ΔΙΑΔΡΟΜΗ:

Οδηγός: Ο οδηγός στη φάση αυτή πραγματοποιούσε μια **τετράλεπτη διαδρομή** στο επιλεγμένο σενάριο υπό καλό καιρό ή υπό βροχή. Ήταν υποχρεωμένος να απαντήσει στο κινητό του τηλέφωνο όσες φορές τον καλούσε ο συντονιστής του πειράματος. Με το τέλος της 2^{ης} φάσης του πειράματος ακολουθούσε διάλειμμα μικρής διάρκειας.

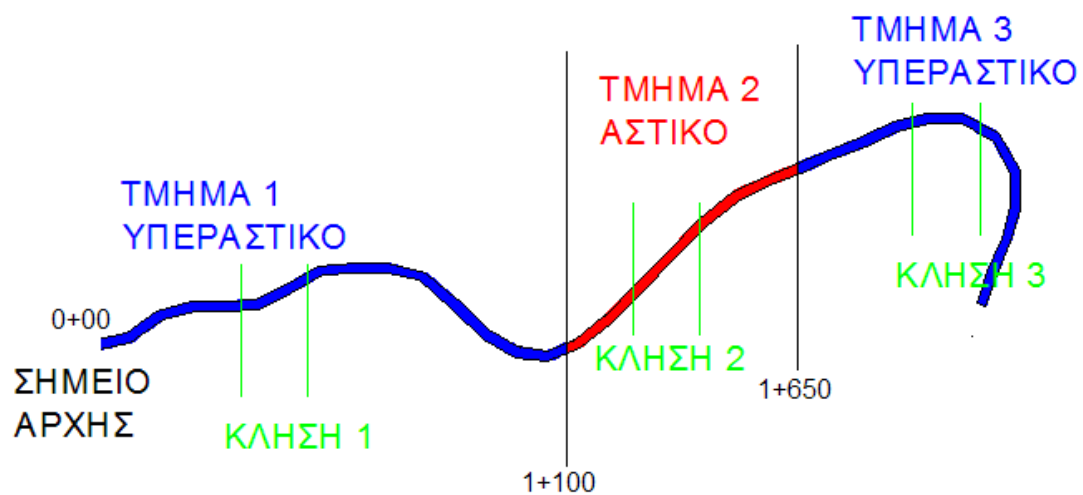
Συντονιστής πειράματος: Στη φάση αυτή ο συντονιστής του πειράματος, αφού πρώτα είχε κάνει τις απαραίτητες ρυθμίσεις στον προσομοιωτή, ενεργοποιούσε το χρονόμετρο με την έναρξη της διαδρομής και παρακολουθούσε το πείραμα από το βοηθητικό χώρο μέσω του ειδικού εξοπλισμού. Βασικός ρόλος του ήταν να καλέσει τον οδηγό εντός υπεραστικού και αστικού περιβάλλοντος. Σε σκαρίφημα παρουσιάζονται οι θέσεις του ‘αυτοκινήτου’ όταν πραγματοποιούνταν αυτές οι ενέργειες (Εικόνα 4.16). Ταυτόχρονα σημείωνε στο έντυπο βάσει του χρονομέτρου τις χρονικές στιγμές της αρχής και τέλους της συνομιλίας. Στο τέλος της διαδρομής ο παρατηρητής σταματούσε το χρονόμετρο και μετέβαινε στην αίθουσα του πειράματος. Ρύθμιζε τον προσομοιωτή σύμφωνα με το επόμενο σενάριο οδήγησης και έδινε οδηγίες για την επόμενη φάση του πειράματος.

3^η ΦΑΣΗ– 3^η ΔΙΑΔΡΟΜΗ:

Η τρίτη φάση του πειράματος προσομοίωσης ήταν πανομοιότυπη με τη δεύτερη, η μόνη διαφορά ήταν στις καιρικές συνθήκες του σεναρίου οδήγησης. Εάν ο οδηγός στη δεύτερη φάση είχε οδηγήσει υπό καλές καιρικές συνθήκες τότε σε αυτήν τη φάση οδηγούσε υπό βροχή αλλιώς συνέβαινε το αντίθετο. Πρέπει να σημειωθεί ότι επιλέχθηκε οι μισοί συμμετέχοντες να οδηγήσουν στη δεύτερη φάση του πειράματος υπό καλές συνθήκες και οι υπόλοιποι υπό βροχή ώστε η εξοικείωση τους με τον προσομοιωτή κατά την τρίτη φάση του πειράματος να μην επηρεάσει συνολικά τα αποτελέσματα.

Στο τέλος της τρίτης φάσης ο συντονιστής του πειράματος μετέφερε τα αρχεία των δεδομένων από τον υπολογιστή του προσομοιωτή σε μία φορητή μονάδα

αποθήκευσης, αφού πρώτα είχε δημιουργήσει ένα φάκελο ξεχωριστά για τις μετρήσεις που αντιστοιχούσαν σε κάθε συμμετέχοντα, ώστε να αποθηκευτούν τελικά στον υπολογιστή που θα πραγματοποιηθεί η επεξεργασία και να κρατηθούν αντίγραφα ασφαλείας.



ΕΙΚΟΝΑ 4.16: Επεξηγηματικό σκαρίφημα Φάση 2 - Φάση 3 πειράματος.

ΕΝΤΥΠΟ 4.1: Ερωτηματολόγιο πριν την διαδικασία του πειράματος

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
 ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
 ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ & ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ
 ΗΡΩΩΝ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ 5 - 157 73 ΖΩΓΡΑΦΟΥ
 ΤΗΛ. & VOICE MAIL: 010 772 1203,772 1285, TELEFAX: 010 772 1327



NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS
 SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING
 DEPT. OF TRANSPORTATION PLANNING AND ENGINEERING
 5, IROON POLYTECHNIU ST. GR-157 73 ZOGRAFOU, ATHENS
 TEL. & VOICE MAIL: +3010 772 1203,772 1285, TELEFAX: +3010 772 1327

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

Ερωτηματολόγιο πριν τη διαδικασία του πειράματος

α/α συμμετέχοντα: _____.

1. Ημερομηνία πειράματος _____.
2. Ηλικία: _____ ετών
3. Φύλο: Άντρας ☐ Γυναίκα ☐
4. Οδηγική εμπειρία (έτη): 1-4 ☐ 5-9 ☐ >10 ☐
5. Τι απόσταση διανύετε ετησίως με Ι.Χ όχημα; _____ km
6. Σας αρέσει η οδήγηση; Ναι ☐ Όχι ☐
7. Έχετε εμπλακεί σε ατύχημα ενώ χρησιμοποιείτε κινητό τηλέφωνο κατά την οδήγηση; Ναι ☐ Όχι ☐
8. Χρησιμοποιείτε κινητό στο αυτοκίνητο:
 - (α) κρατώντας το στο χέρι _____
 - (β) με σύστημα ενσύρματων ακουστικών (hands free) _____
 - (γ) με σύστημα ασύρματων ακουστικών (Bluetooth) _____
 - (δ) με ανοικτή ακρόαση _____
 - (ε) όχι, δεν μιλάω στο κινητό _____
9. Πόσο συχνά χρησιμοποιείτε το κινητό σας τηλέφωνο όταν οδηγείτε σε αστικές οδούς για κλήσεις και sms:

Αστικές οδούς	
Κλήσεις	sms

- Πολλές φορές την ημέρα
- Περισσότερο από μία φορά την ημέρα
- Μία φορά την ημέρα
- Μια φορά την εβδομάδα
- Μια φορά το μήνα
- Ποτέ

10. Πόσο συχνά:

- απαντάτε το τηλέφωνο όταν οδηγείτε;

ποτέ

--	--	--	--	--	--

 πάντα

- σταματάτε το αυτοκίνητο για να κάνετε ένα τηλεφώνημα

ποτέ

--	--	--	--	--	--

 πάντα

- σταματάτε το αυτοκίνητο για να στείλετε ή να διαβάσετε ένα sms

ποτέ

--	--	--	--	--	--

 πάντα

11. Πόσο επικίνδυνο θεωρείτε ότι είναι, όταν οδηγείτε, να χρησιμοποιείτε το κινητό σας τηλέφωνο για:

- Όχι ιδιαίτερα
- Λίγο
- Μέτρια
- Αρκετά
- Πολύ

Κλήσεις	sms

12. 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)

_____.

13. Κατά ποιο τρόπο αλλάζετε την οδική σας συμπεριφορά, όταν βρέχει:

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

_____.

14. Σε τι ταχύτητα οδηγείτε σε αστικές οδούς: _____.**15. Σε τι ταχύτητα οδηγείτε σε υπεραστικές οδούς: _____.**

ΕΝΤΥΠΟ 4.2: Έντυπο συντονιστή πειράματος

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ & ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ
ΗΡΩΩΝ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ 5 - 157 73 ΖΩΓΡΑΦΟΥ
ΤΗΛ. & VOICE MAIL: 010 772 1203,772 1285, TELEFAX: 010 772 1327



NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS
SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING
DEPT. OF TRANSPORTATION PLANNING AND ENGINEERING
5, IROON POLYTECHNIUM ST. GR-157 73 ZOGRAFOU, ATHENS
TEL. & VOICE MAIL: +3010 772 1203,772 1285, TELEFAX: +3010 772 1327

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

Έντυπο καταγραφής του πειράματος

α/α συμμετέχοντα: _____.

ημερομηνία: _____.

ΔΟΚΙΜΗ : ΏΡΑ

ΑΠΟΣΤΑΣΗ

ΧΑ1:

ΧΑ2:

ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ

ΣΕΝΑΡΙΟ N	ΏΡΑ ΑΡΧΗΣ		ΤΗΛ_1	ΑΡΧΗ	SMS	ΑΠΟΣΤΟΛΗ		ΕΜΠΟΔΙΑ	
				ΤΕΛΟΣ					
ΣΕΙΡΑ	ΔΙΑΝ.ΑΠΟΣΤΑΣΗ		ΤΗΛ_2	ΑΡΧΗ		A_ΑΝΑΓΝΩΣΗΣ			
				ΤΕΛΟΣ		T_ΑΝΑΓΝΩΣΗΣ		X_A1	
	ΑΡ_ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ		ΤΗΛ_3	ΑΡΧΗ		A_ΑΠΟΣΤΟΛΗΣ		X_A2	
				ΤΕΛΟΣ		T_ΑΠΟΣΤΟΛΗΣ		X_A3	

ΣΕΝΑΡΙΟ R	ΏΡΑ ΑΡΧΗΣ		ΤΗΛ_1	ΑΡΧΗ	SMS	ΑΠΟΣΤΟΛΗ		ΕΜΠΟΔΙΑ	
				ΤΕΛΟΣ					
ΣΕΙΡΑ	ΔΙΑΝ.ΑΠΟΣΤΑΣΗ		ΤΗΛ_2	ΑΡΧΗ		A_ΑΝΑΓΝΩΣΗΣ			
				ΤΕΛΟΣ		Tα_ΑΝΑΓΝΩΣΗΣ		X_A1	
	ΑΡ_ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ		ΤΗΛ_3	ΑΡΧΗ		A_ΑΠΟΣΤΟΛΗΣ		X_A2	
				ΤΕΛΟΣ		Tα_ΑΠΟΣΤΟΛΗΣ		X_A3	

4.3 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Στην παράγραφο αυτή **περιγράφεται η διαδικασία επεξεργασίας** των στοιχείων που συλλέχθηκαν μέσω των ερωτηματολογίων και της πειραματικής διαδικασίας. Στη συνέχεια παρουσιάζεται επιγραμματικά η διαδικασία εισαγωγής των μεταβλητών που προέκυψαν στο λογισμικό της στατιστικής ανάλυσης. Παράλληλα δίδεται μια **σύντομη παρουσίαση των προγραμμάτων** ηλεκτρονικού υπολογιστή που χρησιμοποιούνται και κάποια χρήσιμα στοιχεία πάνω στη λειτουργία τους.

4.3.1 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΩΝ

Τα **δεδομένα των ερωτηματολογίων** καταχωρήθηκαν σε ένα πίνακα με 30 γραμμές, όσοι ήταν και οι συμμετέχοντες 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 που αποτελούνταν από ποσοτικά μεγέθη, όπως είναι η ηλικία, και από ποιοτικά, όπως είναι το φύλο.

Για να καταστεί δυνατή η επεξεργασία των δεδομένων στο πρόγραμμα της στατιστικής ανάλυσης ήταν αναγκαίο να βρεθεί ένας τρόπος ώστε όλες οι **μεταβλητές** να είναι **συγκρίσιμες** μεταξύ τους. Για να αποκτήσουν οι ποιοτικές μεταβλητές την έννοια της μέτρησης αποφασίστηκε να καταχωρηθούν στον πίνακα με τρόπο τέτοιον, ώστε η κάθε πιθανή απάντηση του ερωτηματολογίου να αντιστοιχεί σε κάποιον ακέραιο αριθμό. Για παράδειγμα η οδηγική εμπειρία χωρίστηκε σε τρεις κατηγορίες 1-4, 5-9, >10 έτη οι οποίες αντιπροσωπεύονται από τις τιμές 1, 2 και 3 αντίστοιχα. Σε περίπτωση που κάποιος απαντούσε ότι όταν οδηγεί χρησιμοποιεί κινητό τηλέφωνο κρατώντας στο χέρι στην αντίστοιχη στήλη ετίθετο 1 (καταφατική απάντηση) αλλιώς 0 (αρνητική απάντηση). Η ηλικία και η ετήσια διανυόμενη απόσταση εισήχθησαν ως συνεχείς μεταβλητές. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι μεταβλητές που προέκυψαν από το ερωτηματολόγιο (Πίνακας 4.2) καθώς

και αποσπάσμα από τον πίνακα που καταχωρήθηκαν οι μεταβλητές αυτές (Πίνακας 4.3). Τέλος στα γραφήματα που δίνονται παρακάτω, αποτυπώνονται οι κατανομές των διακριτών μεταβλητών του φύλου και της οδηγικής εμπειρίας για τους 30 συμμετέχοντες (Γραφήματα 4.1,4.2) .

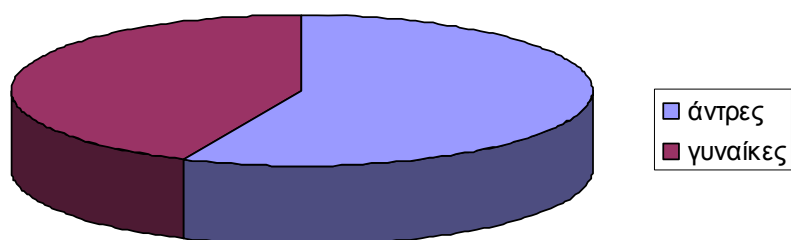
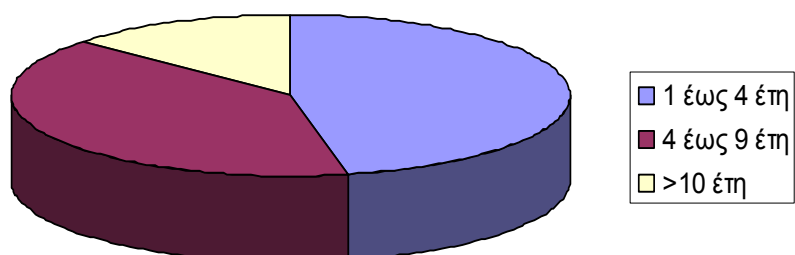
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2: Πίνακας μεταβλητών που προέκυψαν από το ερωτηματολόγιο.

ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ/ΤΙΜΕΣ	ΤΥΠΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ
age	Η ηλικία του συμμετέχοντα π.χ25	scale
male	το φύλο συμμετέχοντα (1=άνδρας,0=γυναίκα)	nominal
d_experience	Η οδηγική εμπειρία του συμμετέχοντα (1-4έτη=1, 5-9έτη=2, >10=3)	ordinal
mileage	η ετήσια διανυόμενη απόσταση π.χ 10,000	scale
love_d	αν αρέσει στον συμμετεχοντα η οδήγηση (1=ναι,0=όχι)	nominal
ACC	σας έχει συμβεί ατύχημα ενώ χρησιμοποιείτε το κινητό (1=ναι,0=όχι)	nominal
<i>ερ:Πώς χρησιμοποιείτε το κινητό στο αυτοκίνητο;</i>		
USE_1	κρατώντας το στο χέρι (1=ναι,0=όχι)	nominal
USE_2	με σύστημα ενσύρματων ακουστικών (1=ναι,0=όχι)	nominal
USE_3	με σύστημα ασύρματων ακουστικών (1=ναι,0=όχι)	nominal
USE_4	με ανοικτή ακρόαση (1=ναι,0=όχι)	nominal
USE_5	δεν μιλάω στο κινητό (1=ναι,0=όχι)	nominal
<i>ερ:πόσο συχνά χρησιμοποιείτε το κινητό σας τηλέφωνο στο αυτοκίνητο για κλήσεις;</i>		
CALLS	πολλές φορές την ημέρα=6, περισσότερο από μια φορά την ημέρα =5, μια φορά την ημέρα =4, μια φορά την εβδομάδα =3, μια φορά το μήνα =2, ποτέ=1	ordinal
<i>ερ:πόσο συχνά χρησιμοποιείτε το κινητό σας τηλέφωνο στο αυτοκίνητο για SMS;</i>		
SMS	πολλές φορές την ημέρα=6, περισσότερο από μια φορά την ημέρα =5, μια φορά την ημέρα =4, μια φορά την εβδομάδα =3, μια φορά το μήνα =2, ποτέ=1	ordinal
<i>ερ:Απαντάτε το τηλέφωνο όταν οδηγείτε;</i>		
ANSWER	ποτέ=1, σπάνια=2 ,συχνά=3, σχεδόν πάντα=4,πάντα=5	ordinal
<i>ερ:σταματάτε το αυτοκίνητο για να κάνετε ένα τηλεφώνημα;</i>		
STOP-CALL	ποτέ=1, σπάνια=2 ,συχνά=3, σχεδόν πάντα=4,πάντα=5	ordinal
<i>ερ:σταματάτε το αυτοκίνητο για να στείλετε ή να διαβάσετε ένα SMS;</i>		

STOP-SMS	ποτέ=1, σπάνια=2 ,συχνά=3, σχεδόν πάντα=4,πάντα=5	ordinal
<i>ερ:Πόσο επικίνδυνο θεωρείτε ότι είναι όταν οδηγείτε να χρησιμοποιείτε το κινητό σας τηλέφωνο για κλήσεις;</i>		
DANG-C	όχι ιδιαίτερα=1, λίγο=2 ,μέτρια=3, αρκετά=4 ,πολύ=5	ordinal
<i>ερ:Πόσο επικίνδυνο θεωρείτε ότι είναι όταν οδηγείτε να χρησιμοποιείτε το κινητό σας τηλέφωνο για sms;</i>		
DANG-SMS	όχι ιδιαίτερα=1, λίγο=2 ,μέτρια=3, αρκετά=4 ,πολύ=5	ordinal
<i>ερ:κατά ποιόν τρόπο αλλάζετε οδική συμπεριφορά όταν χρησιμοποιείτε το κινητό σας ;</i>		
BM_1	μειώνω ταχύτητα (1=ναι,0=όχι)	nominal
BM_2	σταματώ το όχημα (1=ναι,0=όχι)	nominal
BM_3	οδηγώ στην άκρη του δρόμου (1=ναι,0=όχι)	nominal
BM_4	δεν αλλάζω συμπεριφορά (1=ναι,0=όχι)	nominal
<i>ερ:κατά ποιόν τρόπο αλλάζετε οδική συμπεριφορά όταν βρέχει;</i>		
BR_1	μειώνω ταχύτητα (1=ναι,0=όχι)	nominal
BR_2	σταματώ το όχημα (1=ναι,0=όχι)	nominal
BR_3	οδηγώ στην άκρη του δρόμου (1=ναι,0=όχι)	nominal
BR_4	δεν αλλάζω συμπεριφορά (1=ναι,0=όχι)	nominal
SP-U	ταχύτητα οδήγησης σε αστικές οδούς	scale
SP-INTER	ταχύτητα οδήγησης σε υπεραστικές οδούς	scale

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3: Απόσπασμα τελικού πίνακα μεταβλητών ερωτηματολογίου.

male	d_experience	mileage	love_d	ACC	USE_1	USE_2	USE_3	USE_4	USE_5	CALLS	SMS	ANSWER	STOP-CALL
0	2	5000	1	0	1	0	1	0	0	2	5	3	2
0	1	2000	1	0	1	0	0	0	0	5	6	2	4
1	2	11000	1	0	1	0	0	0	0	3	5	5	1
1	2	10000	1	1	1	0	0	0	0	1	4	4	2
1	1	3500	1	0	1	0	0	0	0	3	5	5	1
0	1	8000	1	0	1	0	0	0	0	4	4	2	4
0	2	8000	1	0	1	0	0	0	0	3	6	3	2
0	1	2000	0	0	0	0	0	0	1	6	6	1	2
1	2	12000	1	0	1	0	0	0	0	2	3	3	1
1	2	20000	1	0	1	0	0	0	0	1	4	4	1
0	2	15000	1	1	1	0	0	0	0	1	4	5	2
0	2	2500	1	0	0	0	0	0	1	4	5	2	3
1	3	4000	1	0	1	0	0	0	0	2	4	5	2
1	2	25000	1	0	1	0	0	0	0	2	5	5	1
1	2	15000	1	0	1	0	0	0	0	1	3	5	1
1	1	2500	1	0	1	0	0	0	0	5	6	2	4
1	2	15000	1	0	1	1	0	0	0	2	5	2	4
1	2	10000	1	0	1	0	0	0	0	3	6	4	3
1	2	15000	1	0	1	0	0	0	0	2	2	4	2
1	2	12000	1	0	1	0	0	0	0	2	2	3	1
0	1	8000	0	0	1	0	0	1	0	1	3	5	2
0	1	2000	1	0	1	0	0	0	0	2	6	2	3
0	1	2000	1	0	0	0	0	0	1	4	4	2	2
1	1	2000	1	0	0	0	0	0	1	6	6	1	1
1	1	20000	1	0	1	0	0	0	0	2	1	3	2
0	2	10000	1	0	1	0	0	0	0	5	6	2	1

Φύλο**ΓΡΑΦΗΜΑ 4.1: Κατανομή του φύλου****Οδηγική εμπειρία****ΓΡΑΦΗΜΑ 4.2: Κατανομή της οδηγικής εμπειρίας.**

4.3.2 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ

Τα αρχεία με τις **μετρήσεις του προσομοιωτή** που εξάγονται είναι σε μορφή κειμένου (*.txt). Για να γίνει δυνατή η επεξεργασία τους αρχικά έγινε η εισαγωγή τους σε φύλλο επεξεργασίας Excel. Τα αρχεία που προκύπτουν περιλαμβάνουν όλες τις μετρήσεις που καταγράφηκαν κατά τη διάρκεια του πειράματος. Αυτό σημαίνει ότι η κάθε σειρά αυτών των αρχείων αντιστοιχεί στις μετρήσεις που πραγματοποίησε ο προσομοιωτής σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα που απείχαν μεταξύ τους 33 έως 50 χιλιοστά του δευτερολέπτου.

Για τη διερεύνηση της επιρροής του κινητού τηλεφώνου έπρεπε να μελετηθούν ξεχωριστά τα διαστήματα που κάποιος χρησιμοποιούσε το κινητό του τηλέφωνο σε σχέση με εκείνα που δεν το χρησιμοποιούσε. Με βάση το ειδικό έντυπο του πειράματος που είχε συμπληρώσει ο συντονιστής ήταν δυνατός ο **διαχωρισμός της συνολικής διαδρομής** ανάλογα με το οδικό περιβάλλον και τη χρήση ή όχι του κινητού τηλεφώνου **στα εξής τμήματα:**

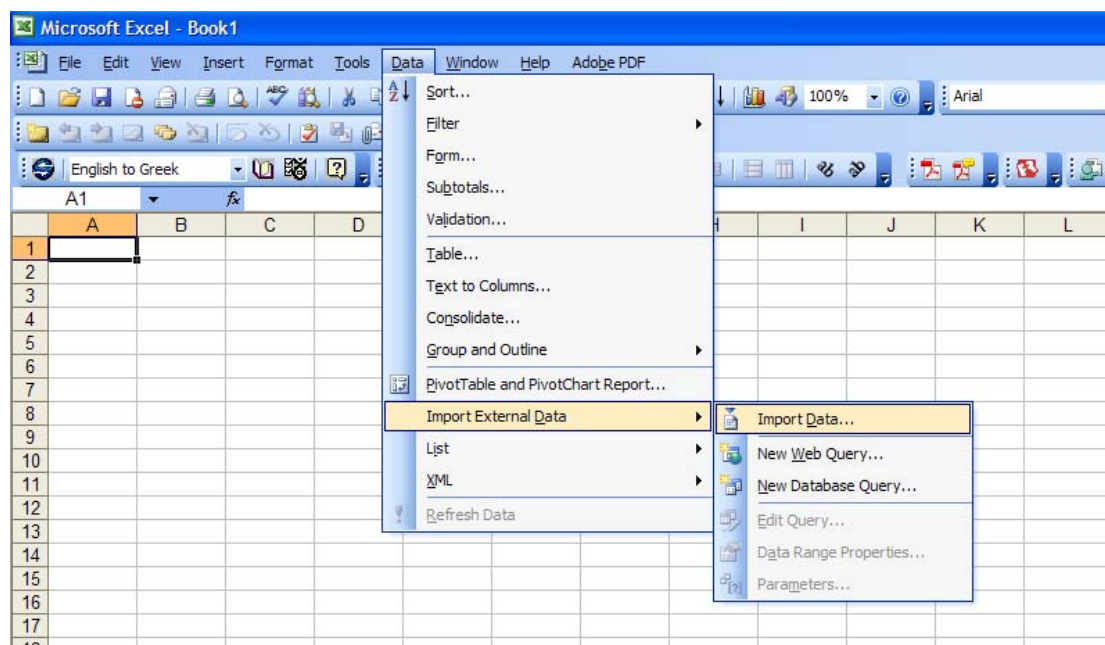
1. τμήμα υπεραστικού οδικού περιβάλλοντος:
 - i. στο οποίο ο οδηγός δεν ήταν απασχολημένος από τη χρήση του κινητού τηλεφώνου.
 - ii. στο οποίο οδηγός απαντούσε στο κινητό τηλέφωνο.
2. τμήμα αστικού οδικού περιβάλλοντος:
 - i. στο οποίο ο οδηγός δεν ήταν απασχολημένος από τη χρήση του κινητού τηλεφώνου.
 - ii. στο οποίο ο οδηγός απαντούσε στο κινητό τηλέφωνο.

Στη συνέχεια σε κάθε τμήμα της οδού υπολογίσθηκαν βάσει των στοιχείων του προσομοιωτή, με χρήση απλών εντολών του Excel, οι **μεταβλητές** που θα διερευνηθούν στο στάδιο της στατιστικής ανάλυσης.

Παρακάτω περιγράφονται αναλυτικά τα στάδια επεξεργασίας των στοιχείων του προσομοιωτή μέσω των οποίων προέκυψαν οι μεταβλητές που διερευνήθηκαν.

4.3.2.1 ΣΤΑΔΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΟ EXCEL

Τα αρχεία που συλλέχθηκαν από τον προσομοιωτή για κάθε οδηγό εισάγονται στο λογισμικό EXCEL μέσω της εντολής Data→Import External Data→Import Data (εικόνα 4.17). Για κάθε συμμετέχοντα δημιουργήθηκε ένα φύλλο εργασίας. Οι διαφορετικές διαδρομές σε κάθε φάση του πειράματος αποθηκεύτηκαν σε διαφορετική καρτέλα στο ίδιο αρχείο (Εικόνα 4.18). Στις τρεις πρώτες καρτέλες περιλαμβάνονται τα στοιχεία των τριών πρώτων διαδρομών (Logfile*.txt) ενώ στην τελευταία καρτέλα τα αρχεία με τα λάθη και τις παρατηρήσεις που αφορούν τον συγκεκριμένο οδηγό (Err_log*.txt).



ΕΙΚΟΝΑ 4.17: Διαδικασία εισαγωγής μετρήσεων στο Excel.

Microsoft Excel - P2-1.xls

File Edit View Insert Format Tools Data Window Help Adobe PDF

Type a question for help

English to Greek

AD7483

44

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC
3	Time	x-pos	y-pos	z-pos	road	right	dist	rsur	ralpha	Dist	Speed	Brk	Acc	Clutch	Gear	RPM	HWay	DLeft	DRight	Wheel	THead	TTL	TTC	AccLat	AccLon	Event	EvVis	EvDist	icDat
7457	3E+05	82.84	0.2	1800.7	2	0	711.1	1.99	6.24	2600.8	74.3	0	0	98	4	###	10000	1.13	0.31	-4	10000	1.3	3.8	0.048	-1.111	0	0	100000	7ffad7ff
7458	3E+05	83.52	0.2	1800.7	2	0	711.79	1.97	6.237	2601.5	74.2	0	0	100	4	###	10000	1.1	0.32	-14	10000	1.1	2.3	0.052	-1.067	0	0	100000	7ffad7ff
7459	3E+05	84.19	0.2	1800.6	2	0	712.48	1.95	6.233	2602.2	74.1	0	0	100	4	###	10000	1.07	0.34	-14	10000	1	2.3	0.052	-1.034	0	0	100000	7ffad7ff
7460	3E+05	84.89	0.2	1800.6	2	0	713.19	1.93	6.231	2602.9	74	0	0	100	4	###	10000	1.05	0.35	-25	10000	1	2.2	0.053	-1.016	0	0	100000	7ffad7ff
7461	3E+05	85.56	0.2	1800.5	2	0	713.88	1.92	6.229	2603.6	73.9	0	0	100	4	###	10000	1.04	0.36	-30	10000	0.9	2.2	0.053	-0.987	0	0	100000	7ffad7ff
7462	3E+05	86.24	0.2	1800.5	2	0	714.56	1.91	6.229	2604.3	73.7	0	0	100	4	###	10000	1.03	0.37	-38	10000	0.9	2.2	0.053	-0.973	0	0	100000	7ffad7ff
7463	3E+05	86.91	0.2	1800.4	2	0	715.25	1.91	6.228	2604.9	73.6	0	0	100	4	###	10000	1.02	0.38	-38	10000	0.9	2.1	0.053	-0.963	0	0	100000	7ffad7ff
7464	3E+05	87.6	0.2	1800.3	2	0	715.95	1.9	6.229	2605.6	73.5	0	0	100	4	###	10000	1.02	0.38	-45	10000	0.9	2.1	0.053	-0.962	0	0	100000	7ffad7ff
7465	3E+05	88.26	0.2	1800.2	2	0	716.63	1.9	6.229	2606.3	73.4	0	0	100	4	###	10000	1.02	0.38	-47	10000	0.9	2.1	0.051	-0.947	0	0	100000	7ffad7ff
7466	3E+05	88.93	0.2	1800.1	2	0	717.32	1.91	6.231	2607	73.3	0	0	100	4	###	10000	1.03	0.38	-51	10000	1	2	0.05	-0.943	0	0	100000	7ffad7ff
7467	3E+05	89.59	0.2	1800	2	0	718	1.91	6.232	2607.6	73.2	0	0	100	4	###	10000	1.03	0.38	-51	10000	1	2	0.048	-0.939	0	0	100000	7ffad7ff
7468	3E+05	90.27	0.2	1799.9	2	0	718.7	1.92	6.234	2608.3	73.1	0	0	100	4	###	10000	1.05	0.37	-57	10000	1	2	0.047	-0.944	0	0	100000	7ffad7ff
7469	3E+05	90.93	0.2	1799.8	2	0	719.37	1.93	6.236	2609	72.9	0	0	100	4	###	10000	1.06	0.36	-57	10000	1.1	3.4	0.044	-0.933	0	0	100000	7ffad7ff
7470	3E+05	91.59	0.2	1799.7	2	0	720.05	1.95	6.239	2609.7	72.8	0	0	100	4	###	10000	1.08	0.34	-64	10000	1.2	3.4	0.041	-0.932	0	0	100000	7ffad7ff
7471	3E+05	92.24	0.2	1799.6	2	0	720.73	1.97	6.242	2610.3	72.7	0	0	100	4	###	10000	1.11	0.33	-66	10000	1.3	3.3	0.038	-0.931	0	0	100000	7ffad7ff
7472	3E+05	92.91	0.2	1799.4	2	0	721.42	2	6.246	2611	72.6	0	0	99	4	###	10000	1.14	0.3	-70	10000	1.5	3.3	0.035	-0.937	0	0	100000	7ffad7ff
7473	3E+05	93.56	0.2	1799.3	2	0	722.1	2.03	6.249	2611.7	72.5	0	0	99	4	###	10000	1.18	0.28	-70	10000	1.7	3.3	0.031	-0.927	0	0	100000	7ffad7ff
7474	3E+05	94.2	0.2	1799.1	2	0	722.77	2.06	6.253	2612.3	72.4	0	0	99	4	###	10000	1.22	0.25	-70	10000	2	10000	0.028	-0.927	0	0	100000	7ffad7ff
7475	3E+05	94.87	0.2	1799	2	0	723.46	2.1	6.257	2613	72.3	0	0	100	4	###	10000	1.26	0.22	-72	10000	2.4	10000	0.025	-0.934	0	0	100000	7ffad7ff
7476	3E+05	95.51	0.2	1798.8	2	0	724.13	2.14	6.261	2613.7	72.2	0	0	100	4	###	10000	1.3	0.19	-72	10000	2.9	10000	0.021	-0.925	0	0	100000	7ffad7ff
7477	3E+05	96.15	0.2	1798.7	2	0	724.8	2.18	6.265	2614.3	72	0	0	100	4	###	10000	1.35	0.15	-71	10000	3.6	10000	0.017	-0.925	0	0	100000	7ffad7ff
7478	3E+05	96.78	0.2	1798.5	2	0	725.47	2.22	6.268	2615	71.9	0	0	100	4	###	10000	1.39	0.12	-69	10000	4.6	10000	0.014	-0.925	0	0	100000	7ffad7ff
7479	3E+05	97.44	0.2	1798.3	2	0	726.16	2.26	6.271	2615.7	71.8	0	2	100	4	###	10000	1.44	0.08	-65	10000	6	10000	0.011	-0.932	0	0	100000	7ffad7ff
7480	3E+05	98.07	0.2	1798.1	2	0	726.82	2.3	6.274	2616.3	71.7	0	17	100	4	###	10000	1.49	0.04	-65	10000	8.3	10000	0.008	-0.882	0	0	100000	7ffad7ff
7481	3E+05	98.7	0.2	1798	2	0	727.49	2.33	6.276	2617	71.6	0	31	100	4	###	10000	1.52	0.01	-51	10000	10	10000	0.006	-0.756	0	0	100000	7ffad7ff
7482	3E+05	99.34	0.2	1797.8	2	0	728.16	2.37	6.277	2617.6	71.6	0	40	100	4	###	10000	1.56	-0.02	-51	10000	12.2	10000	0.004	-0.558	0	0	100000	7ffad7ff
7483	3E+05	99.99	0.19	1797.6	2	0	728.85	2.39	6.277	2618.3	71.5	0	40	100	4	###	10000	1.58	-0.05	-43	10000	12.9	10000	0.004	-0.628	0	0	100000	7ffad7ff

P2-DOKIMI P2-N-1 P2-R-2 P2-ERROR_FILES

Ready NUM

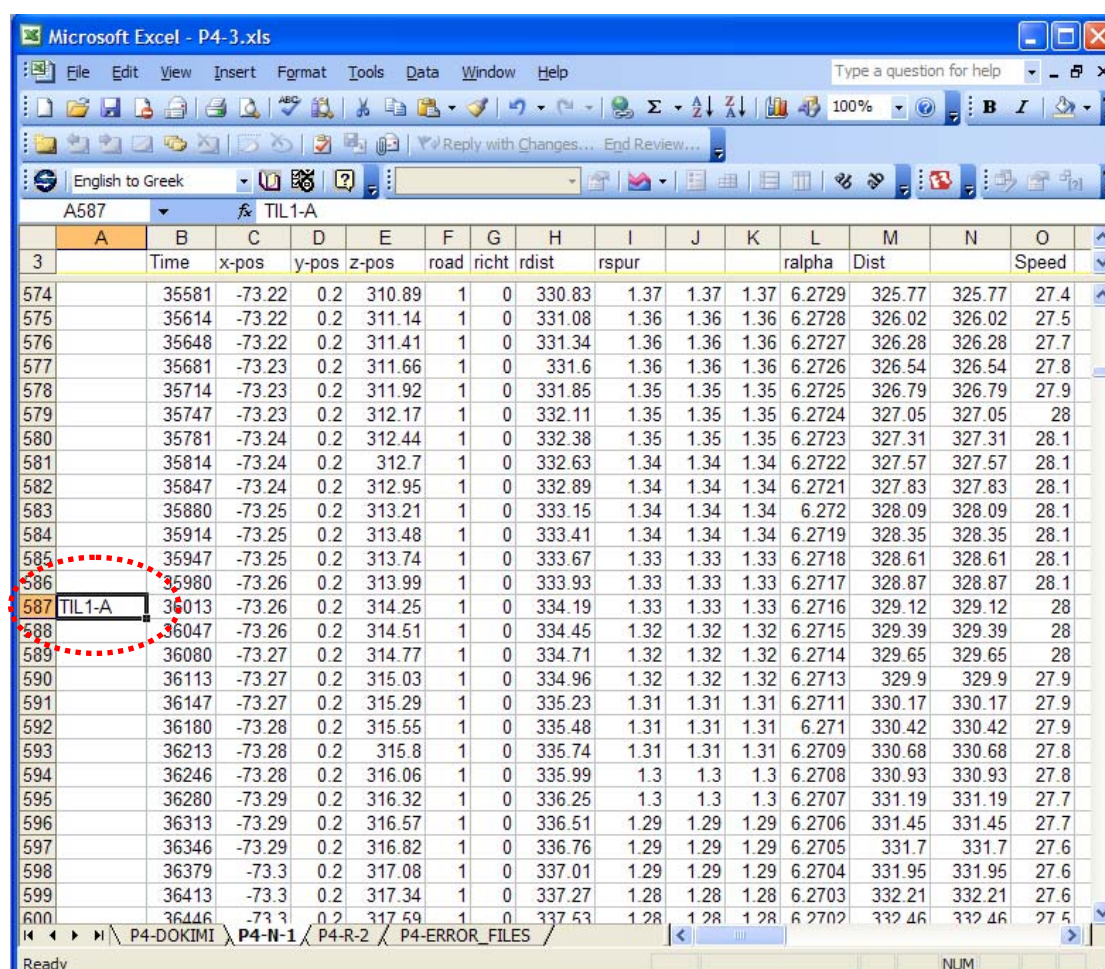
ΕΙΚΟΝΑ 4.18: Εισαγωγή μετρήσεων στο Excel-Αρχείο πειράματος.

4.3.2.2 ΣΤΑΔΙΟ 2: ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΣΕ ΤΜΗΜΑΤΑ

Τα αρχεία δεδομένων που προέρχονται από τον προσομοιωτή αφορούν τις μετρήσεις της συνολικής διαδρομής. Για να χωριστεί η διαδρομή στα τμήματα που μας ενδιαφέρουν σύμφωνα με όσα προαναφέρθηκαν ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία:

Στο φύλλο επεξεργασίας της κάθε διαδρομής δημιουργήθηκε μια **νέα στήλη**. Στις σειρές που η μέτρηση της μεταβλητής Time του προσομοιωτή ήταν ίση με την τιμή της μέτρησης του χρονομέτρου που είχε καταγραφεί στο έντυπο του πειράματος αναγραφόταν στην πρώτη στήλη ένας χαρακτηρισμός που βοηθούσε τον διαχωρισμό της διαδρομής σε σχέση με τη χρήση του κινητού από τον οδηγό. Επίσης όταν η τιμή της μεταβλητής Dist ήταν ίση με την χιλιομετρική θέση όπου άλλαζε το οδηγικό περιβάλλον αστικό (Χ.Θ +1100 έως

+1650 μέτρα) και υπεραστικό περιβάλλον (Χ.Θ +0,00 έως +1100 μέτρα, +1650 έως τέλος διαδρομής) συμπληρωνόταν οι γραμμές αυτές με τους χαρακτηρισμούς *interurban*, *urban* αντίστοιχα στην πρώτη στήλη τους. Στο παραδείγματα που ακολουθεί τη χρονική στιγμή Time 50000 ms άρχισε η πρώτη τηλεφωνική κλήση (εικόνα 4.19) ενώ στη σειρά όπου Dist=1100 ο οδηγός άρχισε να οδηγεί σε αστικό περιβάλλον (εικόνα 4.20).



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
3		Time	x-pos	y-pos	z-pos	road	richt	rdist	rspur			ralpha	Dist		Speed
574		35581	-73.22	0.2	310.89	1	0	330.83	1.37	1.37	1.37	6.2729	325.77	325.77	27.4
575		35614	-73.22	0.2	311.14	1	0	331.08	1.36	1.36	1.36	6.2728	326.02	326.02	27.5
576		35648	-73.22	0.2	311.41	1	0	331.34	1.36	1.36	1.36	6.2727	326.28	326.28	27.7
577		35681	-73.23	0.2	311.66	1	0	331.6	1.36	1.36	1.36	6.2726	326.54	326.54	27.8
578		35714	-73.23	0.2	311.92	1	0	331.85	1.35	1.35	1.35	6.2725	326.79	326.79	27.9
579		35747	-73.23	0.2	312.17	1	0	332.11	1.35	1.35	1.35	6.2724	327.05	327.05	28
580		35781	-73.24	0.2	312.44	1	0	332.38	1.35	1.35	1.35	6.2723	327.31	327.31	28.1
581		35814	-73.24	0.2	312.7	1	0	332.63	1.34	1.34	1.34	6.2722	327.57	327.57	28.1
582		35847	-73.24	0.2	312.95	1	0	332.89	1.34	1.34	1.34	6.2721	327.83	327.83	28.1
583		35880	-73.25	0.2	313.21	1	0	333.15	1.34	1.34	1.34	6.272	328.09	328.09	28.1
584		35914	-73.25	0.2	313.48	1	0	333.41	1.34	1.34	1.34	6.2719	328.35	328.35	28.1
585		35947	-73.25	0.2	313.74	1	0	333.67	1.33	1.33	1.33	6.2718	328.61	328.61	28.1
586		35980	-73.26	0.2	313.99	1	0	333.93	1.33	1.33	1.33	6.2717	328.87	328.87	28.1
587	TIL1-A	36013	-73.26	0.2	314.25	1	0	334.19	1.33	1.33	1.33	6.2716	329.12	329.12	28
588		36047	-73.26	0.2	314.51	1	0	334.45	1.32	1.32	1.32	6.2715	329.39	329.39	28
589		36080	-73.27	0.2	314.77	1	0	334.71	1.32	1.32	1.32	6.2714	329.65	329.65	28
590		36113	-73.27	0.2	315.03	1	0	334.96	1.32	1.32	1.32	6.2713	329.9	329.9	27.9
591		36147	-73.27	0.2	315.29	1	0	335.23	1.31	1.31	1.31	6.2711	330.17	330.17	27.9
592		36180	-73.28	0.2	315.55	1	0	335.48	1.31	1.31	1.31	6.271	330.42	330.42	27.9
593		36213	-73.28	0.2	315.8	1	0	335.74	1.31	1.31	1.31	6.2709	330.68	330.68	27.8
594		36246	-73.28	0.2	316.06	1	0	335.99	1.3	1.3	1.3	6.2708	330.93	330.93	27.8
595		36280	-73.29	0.2	316.32	1	0	336.25	1.3	1.3	1.3	6.2707	331.19	331.19	27.7
596		36313	-73.29	0.2	316.57	1	0	336.51	1.29	1.29	1.29	6.2706	331.45	331.45	27.7
597		36346	-73.29	0.2	316.82	1	0	336.76	1.29	1.29	1.29	6.2705	331.7	331.7	27.6
598		36379	-73.3	0.2	317.08	1	0	337.01	1.29	1.29	1.29	6.2704	331.95	331.95	27.6
599		36413	-73.3	0.2	317.34	1	0	337.27	1.28	1.28	1.28	6.2703	332.21	332.21	27.6
600		36446	-73.3	0.2	317.59	1	0	337.53	1.28	1.28	1.28	6.2702	332.46	332.46	27.5

ΕΙΚΟΝΑ 4.19: Δημιουργία νέας στήλης-εισαγωγή χαρακτηρισμού χρήσης τηλεφώνου.

Microsoft Excel - P4-2.xls

File Edit View Insert Format Tools Data Window Help

English to Greek

A2733 URBAN-A

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	L	M
3		Time	x-pos	y-pos	z-pos	road	richt	rdist	rspur	ralpha	Dist
2723		113374	15.06	0.2	999.96	1	0	1098.72	0.58	0.0676	1093.33
2724		113407	14.88	0.2	1000.44	1	0	1099.23	0.6	0.0678	1093.84
2725		113441	14.7	0.2	1000.93	1	0	1099.75	0.61	0.068	1094.36
2726		113474	14.52	0.2	1001.4	1	0	1100.25	0.63	0.0673	1094.87
2727		113524	14.25	0.2	1002.12	1	0	1101.01	0.65	0.0649	1095.63
2728		113574	13.97	0.2	1002.83	1	0	1101.77	0.68	0.0624	1096.39
2729		113623	13.7	0.2	1003.52	1	0	1102.51	0.7	0.0607	1097.14
2730		113673	13.43	0.2	1004.23	1	0	1103.27	0.72	0.0593	1097.89
2731		113723	13.15	0.2	1004.93	1	0	1104.02	0.75	0.058	1098.65
2732		113773	12.88	0.2	1005.63	1	0	1104.77	0.77	0.0572	1099.4
2733	URBAN-A	113823	12.6	0.2	1006.32	1	0	1105.51	0.8	0.0567	1100.15
2734		113873	12.32	0.2	1007.02	1	0	1106.26	0.83	0.0563	1100.9
2735		113923	12.04	0.2	1007.7	1	0	1107	0.85	0.0559	1101.64
2736		113956	11.86	0.2	1008.16	1	0	1107.48	0.87	0.0555	1102.13
2737		114006	11.58	0.2	1008.84	1	0	1108.22	0.89	0.0549	1102.87
2738		114056	11.29	0.2	1009.52	1	0	1108.96	0.92	0.0543	1103.61
2739		114106	11.01	0.2	1010.2	1	0	1109.69	0.94	0.0536	1104.34
2740		114156	10.72	0.2	1010.87	1	0	1110.42	0.96	0.0528	1105.07
2741		114206	10.43	0.2	1011.55	1	0	1111.15	0.98	0.0519	1105.81
2742		114255	10.14	0.2	1012.2	1	0	1111.86	1	0.0506	1106.52
2743		114305	9.84	0.2	1012.87	1	0	1112.59	1.01	0.0491	1107.26

Ready CAPS NUM

ΕΙΚΟΝΑ 4.20: Δημιουργία νέας στήλης-εισαγωγή χαρακτηρισμού οδικού περιβάλλοντος.

4.3.2.3 ΣΤΑΔΙΟ 3: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Στο στάδιο αυτό θα περιγραφούν οι **μεταβλητές** που προέκυψαν για την διερεύνηση της επιρροής της χρήσης κινητού τηλεφώνου στη συμπεριφορά και την ασφάλεια του οδηγού .

Στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 4.4) επεξηγούνται οι μετρήσεις του προσομοιωτή με βάση τις οποίες προήλθαν οι μεταβλητές της στατιστικής ανάλυσης.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4: Πίνακας μετρήσεων προσομοιωτή που επεξεργάστηκαν.

1	Time	τρέχων πραγματικός χρόνος σε χιλιοστά του δευτερολέπτου από την έναρξη της κίνησης.
2	rspur	απόσταση του οχήματος από τη μέση του δρόμου σε μέτρα
3	Dist	απόσταση του οχήματος από την αφετηρία της εκκίνησης
4	Speed	ταχύτητα km/h.
5	Brk	Θέση φρένων
6	Acc	Θέση γκαζιού
7	Clutch	Θέση συμπλέκτη
8	Gear	επιλεγμένη ταχύτητα κιβωτίου
9	RPM	Αριθμός στροφών κινητήρα ανά λεπτό
10	HWay	Απόσταση από τον πίσω προφυλακτήρα του προπορευόμενου οχήματος σε μέτρα
11	DLeft	Απόσταση από το αριστερό άκρο της οδού σε μέτρα
12	DRight	Απόσταση από το δεξί άκρο της οδού σε μέτρα
13	THead	Απόσταση από τον πίσω προφυλακτήρα του προπορευόμενου οχήματος σε δευτερόλεπτα
14	TTC	Χρόνος έως την σύγκρουση
15	AccLon	επιτάχυνση διαμήκης m/s^2
16	EvVis	Επικίνδυνο γεγονός, 0 = όχι, 1 = ναι
18	Err1No	Αριθμός περιγραφής λάθους
19	Err1Val	ο χρόνος αντίδρασης ή μέτρηση που αφορά τη μεταβλητή Err1No
20	EvDist	Απόσταση από σημείο επικίνδυνου συμβάντος

Οι μεταβλητές που υπολογίσθηκαν για τη διερεύνηση της χρήσης κινητού τηλεφώνου στην συμπεριφορά του οδηγού παρουσιάζονται παρακάτω (Πίνακας 4.5). Σε κάθε ένα από τα αρχεία που προέκυψαν από τον προσομοιωτή υπολογίσθηκαν οι τιμές των μεταβλητών αυτών για κάθε τμήμα της διαδρομής με χρήση απλών εντολών προγραμματισμού (Εικόνα 4.21). Με τις μεταβλητές αυτές του κάθε αρχείου δημιουργήθηκαν **τρεις πίνακες δεδομένων** που αφορούσαν το αστικό, το υπεραστικό περιβάλλον αλλά και τη συνολική διαδρομή, απόσπασμα ενός πίνακα απεικονίζεται στην Εικόνα 4.22.

Όσον αφορά τις μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν για τη διερεύνηση της επιρροής του κινητού στην ασφάλεια του οδηγού αυτές παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.6. Δημιουργήθηκε τρία αρχεία που

περιελάμβανε για όλους τους οδηγούς τις τιμές των μεταβλητές αυτών σε αστικό και υπεραστικό περιβάλλον ξεχωριστά αλλά και μαζί. Ένα παράδειγμα από μέρος αυτού του αρχείου παρουσιάζεται παρακάτω (Εικόνα 4.23). Με τα στοιχεία αυτά δημιουργήθηκαν **τρεις πίνακες δεδομένων** που αφορούσαν στο αστικό, στο υπεραστικό περιβάλλον αλλά και στη συνολική διαδρομή.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.5: Πίνακας μεταβλητών για τη διερεύνηση της χρήσης κινητού

στη συμπεριφορά του οδηγού

1	RAINY	οδήγηση υπό βροχή (1=ΝΑΙ ,0=ΟΧΙ)
2	URBAN	οδήγηση σε αστικό περιβάλλον (1=ΝΑΙ ,0=ΟΧΙ)
3	MOBILE	χρήση κινητού (1=ΝΑΙ ,0=ΟΧΙ)
4	spur_av	μέση απόσταση οχήματος από τη μέση του δρόμου
5	spur_max	μέγιστη απόσταση οχήματος από τη μέση του δρόμου
6	spur_min	ελάχιστη απόσταση οχήματος από τη μέση του δρόμου
7	sp_av	μέση ταχύτητα
8	sp_logav	λογάριθμος μέσης ταχύτητας
9	sp_max	μέγιστη ταχύτητα
10	brk_D	ποσοστό τμήματος διαδρομής που ο οδηγός φρέναρε
11	acc_D	ποσοστό τμήματος διαδρομής που ο οδηγός πατούσε γκάζι
12	g1	ποσοστό τμήματος διαδρομής που χρησιμοποιήθηκε 1η ταχύτητα
13	g2	ποσοστό τμήματος διαδρομής που χρησιμοποιήθηκε 2η ταχύτητα
14	g3	ποσοστό τμήματος διαδρομής που χρησιμοποιήθηκε 3η ταχύτητα
15	g4	ποσοστό τμήματος διαδρομής που χρησιμοποιήθηκε 4η ταχύτητα
16	g5	ποσοστό τμήματος διαδρομής που χρησιμοποιήθηκε 5η ταχύτητα
17	rpr_av	μέσος αριθμός στροφών κινητήρα
18	HW_av	μέση απόσταση από τον πίσω προφυλακτήρα του προπορευόμενου οχήματος σε μέτρα
19	HW_min	ελάχιστη απόσταση από τον πίσω προφυλακτήρα του προπορευόμενου οχήματος σε μέτρα
20	DL_av	μέση απόσταση οχήματος από το δεξί άκρο της οδού
21	DL_max	μέγιστη απόσταση οχήματος από το δεξί άκρο της οδού
22	DL_min	ελάχιστη απόσταση οχήματος από το δεξί άκρο της οδού
23	TH_av	μέση απόσταση από τον πίσω προφυλακτήρα του προπορευόμενου οχήματος σε δευτερόλεπτα
24	TH_min	ελάχιστη απόσταση από τον πίσω προφυλακτήρα του προπορευόμενου οχήματος σε δευτερόλεπτα
25	TTC_av	μέσος Χρόνος έως την σύγκρουση
26	TTC_min	ελάχιστος Χρόνος έως την σύγκρουση
27	ACC_max	μέγιστη επιτάχυνση οχήματος
28	ACC_min	ελάχιστη επιτάχυνση οχήματος
29	EVENT	η πραγματοποίηση κάποιου μη αναμενόμενου γεγονότος (1=ΝΑΙ ,0=ΟΧΙ)
30	RT_av	μέσος χρόνος αντίδρασης
31	RT_max	μέγιστος χρόνος αντίδρασης
32	RT_min	ελάχιστος χρόνος αντίδρασης
33	A3	ατύχημα (1=ΝΑΙ ,0=ΟΧΙ)
34	OUT	το όχημα παρασύρεται (1=ΝΑΙ ,0=ΟΧΙ)
35	DANGER	θέτετε σε κίνδυνο τους χρήστες της οδού (1=ΝΑΙ ,0=ΟΧΙ)

36	FAST	Ξεπερνάτε τα όρια ταχύτητας (1=ΝΑΙ ,0=ΌΧΙ)
37	CAR_D	πολύ μικρή απόσταση από προπορευόμενο όχημα (1=ΝΑΙ ,0=ΌΧΙ)
38	WATER	υδρολίσθηση (1=ΝΑΙ ,0=ΌΧΙ)
39	NORM_F	τελευταία διαδρομή (φάση 3 πειράματος) οδήγηση υπό βροχή (1=ΝΑΙ, 0=ΌΧΙ)
40	TEST_1	πρώτη δοκιμή (1=ΝΑΙ ,0=ΌΧΙ)

		rainy		urban	mobile	rspur		Speed		brk-D	acc-D	gear						rpr
						max	min	averag	max			1	2	3	4	5	6	avera
P2-R-2	R/I/N	1	0	0	1.96	0.39	43.68	53.6	0.03	0.92	0	0.1	0.8	0	0	0	0	2835
P2-R-2	R/I/M	1	0	1	1.89	0.7	44.2	54.1	0.00	0.96	0	0.3	0.5	0.1	0	0	0	3159
P2-R-2	R/U/N	1	1	0	1.7	0.57	39.79	48.4	0	0.97	0	0.3	0.6	0	0	0	0	2997
P2-R-2	R/U/M	1	1	1	1.76	1	34.98	43.5	0.1	0.85	0.1	0.8	0.1	0	0	0	0	3148

ΕΙΚΟΝΑ 4.21: Απόσπασμα πίνακα υπολογισμού τελικών μεταβλητών από μετρήσεις μιας διαδρομής

12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	3
sp_av	sp_logsp_max	brk-D	acc-D	g0	g1	g2	g3	g4	g5	g6	rpr_av	HW_av	HW_min	DL_av	DL_max	DL_min	TH_av	TH_min	TTC_av	TTC_min	ACC_max	
41.57	1.62	53.80	0.05	0.68	0.08	0.05	0.50	0.36	0.00	0.00	0.00	2986.45	96.34	31.70	0.77	1.93	0.21	10.12	3.30	10.77	2.10	2.7
25.05	1.40	43.60	0.08	0.71	0.00	0.05	0.95	0.00	0.00	0.00	0.00	2067.64	59.12	36.30	0.50	0.82	0.32	11.77	5.30	13.07	3.90	2.7
43.48	1.64	53.00	0.02	0.89	0.02	0.03	0.52	0.43	0.00	0.00	0.00	3561.81			0.78	1.61	0.08			6.41	2.10	4.0
37.59	1.58	47.10	0.00	0.88	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3526.73			0.64	1.00	0.00			7.57	0.00	1.7
32.42	1.51	47.60	0.05	0.66	0.09	0.12	0.46	0.34	0.00	0.00	0.00	2638.41			0.62	1.28	0.06			13.57	2.10	2.8
28.22	1.45	36.40	0.14	0.82	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2599.50			0.02	0.81	0.59			0.68	0.40	2.5
52.08	1.72	68.30	0.03	0.79	0.05	0.03	0.06	0.64	0.22	0.00	0.00	3129.38			0.59	1.74	0.57			5.63	1.40	2.9
44.30	1.65	55.10	0.01	0.74	0.04	0.00	0.09	0.87	0.00	0.00	0.00	2798.11	69.51	56.10	0.47	1.20	0.51	9.48	4.10	7.16	0.40	2.0
39.67	1.60	54.20	0.07	0.82	0.07	0.20	0.52	0.21	0.00	0.00	0.00	3766.98	154.99	151.50	0.41	1.06	0.91	33.49	31.40	11.07	3.30	3.6
37.64	1.58	53.40	0.06	0.59	0.14	0.25	0.13	0.48	0.00	0.00	0.00	2975.37	107.47	25.30	0.49	1.18	0.19	19.65	2.80	11.56	2.80	2.4
51.61	1.71	75.40	0.01	0.82	0.03	0.04	0.18	0.33	0.41	0.00	0.00	3109.97	52.94	14.60	0.69	1.78	0.64	6.02	2.30	4.59	1.10	3.6
48.48	1.69	68.40	0.06	0.80	0.03	0.09	0.15	0.44	0.29	0.00	0.00	3100.49	54.28	17.50	0.70	1.62	0.09	4.73	2.10	6.37	0.70	3.3
45.25	1.66	67.60	0.05	0.57	0.13	0.15	0.19	0.24	0.29	0.00	0.00	2790.12	47.09	33.00	0.69	1.69	0.51	4.70	3.10	9.85	2.70	2.8
30.41	1.48	47.10	0.07	0.70	0.13	0.35	0.25	0.23	0.03	0.00	0.00	3141.72			0.40	1.12	0.81			11.44	1.80	2.8
50.88	1.71	71.70	0.04	0.85	0.00	0.07	0.93	0.00	0.00	0.00	0.00	4765.69	58.42	11.40	0.34	1.88	1.52	11.64	1.00	5.14	0.20	3.8
49.57	1.70	69.80	0.00	0.95	0.01	0.15	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	5125.72			0.36	2.09	1.03			3.96	0.10	4.2
49.44	1.69	61.30	0.05	0.82	0.01	0.05	0.95	0.00	0.00	0.00	0.00	4730.53			0.04	0.80	1.01			8.10	2.60	2.0
30.61	1.49	40.30	0.06	0.69	0.01	0.92	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	4536.32	101.91	16.70	0.03	0.62	0.89	11.99	1.70	5.71	0.10	4.3
41.66	1.62	61.70	0.02	0.86	0.00	0.06	0.94	0.00	0.00	0.00	0.00	3992.25			0.52	1.45	0.22			5.65	0.70	3.4
38.47	1.59	58.10	0.02	0.82	0.00	0.08	0.91	0.00	0.00	0.00	0.00	4075.87	169.67	11.90	0.45	1.71	0.93	16.93	1.60	7.01	0.80	3.6
36.83	1.57	54.10	0.00	0.84	0.01	0.05	0.95	0.00	0.00	0.00	0.00	3582.03			0.54	1.10	0.24			14.03	3.30	4.6

ΕΙΚΟΝΑ 4.22: Απόσπασμα πίνακα δεδομένων για την διερεύνηση της επιρροής του κινητού τηλεφώνου στη συμπεριφορά του οδηγού

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.6: Πίνακας μεταβλητών για τη διερεύνηση της χρήσης κινητού στην ασφάλεια του οδηγού

1	rainy	οδήγηση υπό βροχή (1=ΝΑΙ ,0=ΌΧΙ)
2	urban	οδήγηση σε αστικό περιβάλλον (1=ΝΑΙ ,0=ΌΧΙ)
3	spur_av	μέση απόσταση οχήματος από τη μέση του δρόμου
4	spur_max	μέγιστη απόσταση οχήματος από τη μέση του δρόμου
5	spur_min	ελάχιστη απόσταση οχήματος από τη μέση του δρόμου
6	sp_av	μέση ταχύτητα οδήγησης
7	speed_mob	μέση ταχύτητα οδήγησης κατά την συνομιλία στο κινητό
8	speed_nm	μέση ταχύτητα οδήγησης χωρίς χρήση κινητού
9	change_speed	μείωση μέσης ταχύτητας κατά τη χρήση κινητού
10	percentage_change_speed	ποσοστό μείωσης μέσης ταχύτητας κατά τη χρήση κινητού
11	sp_max	μέγιστη ταχύτητα
12	g1	ποσοστό συνολικής διαδρομής που χρησιμοποιήθηκε 1η ταχύτητα
13	g2	ποσοστό συνολικής διαδρομής που χρησιμοποιήθηκε 2 ^η ταχ

14	g3	ποσοστό συνολικής διαδρομής που χρησιμοποιήθηκε 3η ταχύτητα
15	g4	ποσοστό συνολικής διαδρομής που χρησιμοποιήθηκε 4η ταχύτητα
16	g5	ποσοστό συνολικής διαδρομής που χρησιμοποιήθηκε 5η ταχύτητα
17	rpr_av	μέσος αριθμός στροφών κινητήρα
18	ACC_max	μέγιστη επιτάχυνση οχήματος
19	ACC_min	ελάχιστη επιτάχυνση οχήματος
20	event_m	η πραγματοποίηση κάποιου μη αναμενόμενου γεγονότος κατά την χρήση κινητού τηλεφώνου (1=NAI ,0=OXI)
21	event_nm	η πραγματοποίηση κάποιου μη αναμενόμενου γεγονότος σε χρονική στιγμή που ο οδηγός δεν χρησιμοποιεί το κινητό του τηλέφωνο (1=NAI ,0=OXI)
22	A3	ατύχημα (1=NAI ,0=OXI)
23	OUT	το όχημα παρασύρεται (1=NAI ,0=OXI)
24	DANGER	θέτετε σε κίνδυνο τους χρήστες της οδού (1=NAI ,0=OXI)
25	FAST	ξεπερνάτε τα όρια ταχύτητας (1=NAI ,0=OXI)
26	CAR_D	πολύ μικρή απόσταση από προπορευόμενο όχημα (1=NAI ,0=OXI)
27	WATER	υδρολίσθηση (1=NAI ,0=OXI)
28	test_1	πρώτη δοκιμή (1=NAI ,0=OXI)
29	NORM_F	οδήγηση πρώτα υπό καλό καιρό (1=NAI ,0=OXI)

NORM_F	rainy	urban	spur_av	spur_max	spur_min	total_d	i_dist	sp_av	speed_mo	speed_nm	diaf_speed
1	1	0	1.35654	1.925	0.545	2321.98	1767.02	43.94095	44.20288	43.67902	-0.52386
1	0	0	1.41133	2.23	0.785	2231.91	1681.1	44.47253	42.48281	46.46225	3.979442
1	1	0	1.393344	2.31	0.815	2235.62	1686.25	47.98094	46.74	49.22189	2.481888
1	0	0	1.391027	3.295	0.41	2583.58	1985.15	46.6404	38.94754	54.33326	15.38572
1	1	0	1.365536	2.625	0.565	1954.55	1316.18	40.18882	35.71514	44.66249	8.947349
0	1	0	1.380855	2.22	0.19	2848.7	2140.88	45.52638	44.04	47.01277	2.972769
0	0	0	1.584987	2.41	0.46	2757.88	2208.57	46.04562	39.4371	52.65414	13.21705
0	0	0	1.417817	2.155	0.545	2650.07	2081.91	51.115	48.47	53.76	5.29
0	1	0	1.368994	2.34	0.31	2712.4	2064.09	49.66	47.63	51.69	4.06
1	0	0	1.681649	2.355	1.05	2351.5	1801.04	40.03897	38.21372	41.86422	3.650495
1	1	0	1.507509	2.115	0.7	2036.46	1485.07	33.82432	30.82803	36.82062	5.992589
1	0	0	1.447241	2.21	0.465	2728.78	2178.67	45.89576	45.78077	46.01075	0.229974
1	1	0	1.520768	2.35	0.68	2645.44	1591	43.51643	42.04	44.99287	2.952865
1	0	0	1.543377	2.255	0.84	2009.11	1458.22	35.38066	31.2481	39.51322	8.265123
1	1	0	1.432975	2.145	0.83	2027.34	1475.63	36.11114	32.67845	39.54383	6.865379
0	1	0	1.563805	2.52	0.94	2887.3	2330.89	52.36462	44.57979	60.14944	15.56965
0	0	0	1.520013	2.28	0.82	2951.54	2395.21	51.91102	40.92481	62.89723	21.97242
0	1	0	1.28295	2.16	0.51	4097.9	3153.37	72.33819	71.67709	72.99929	1.322202

ΕΙΚΟΝΑ 4.23: Απόσπασμα πίνακα δεδομένων για την διερεύνηση της επιρροής του κινητού τηλεφώνου στην ασφάλεια του οδηγού

4.4 ΤΕΛΙΚΕΣ ΒΑΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Σκοπό αυτής της παραγράφου αποτελεί η **περιγραφή των τελικών βάσεων δεδομένων**. Στις παραγράφους 4.3.1 και 4.3.2 περιγράφηκαν οι πίνακες δεδομένων που προέκυψαν από τα ερωτηματολόγια και την πειραματική διαδικασία.

Μέσω των πινάκων αυτών δημιουργήθηκαν τελικά **έξι βάσεις δεδομένων** που θα χρησιμοποιηθούν για τη στατιστική ανάλυση. Στους πίνακες δεδομένων που αφορούσαν τις μετρήσεις του προσομοιωτή προστέθηκε και ο πίνακας με τις μεταβλητές του ερωτηματολογίου για κάθε οδηγό. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργήθηκαν τρεις βάσεις δεδομένων για τη διερεύνηση της επιρροής της χρήσης κινητού τηλεφώνου στη συμπεριφορά του οδηγού και ακόμα τρεις βάσεις δεδομένων για τη διερεύνηση της επιρροής του στην ασφάλεια.

4.5 ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

Παρακάτω παρουσιάζονται ορισμένα **περιγραφικά χαρακτηριστικά του δείγματος** που προέκυψαν από επεξεργασία των τελικών βάσεων δεδομένων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.7: Πίνακας αθροίσματος αριθμού ατυχημάτων με βάση το οδικό περιβάλλον, τις περιβαλλοντικές συνθήκες και το φύλο του οδηγού

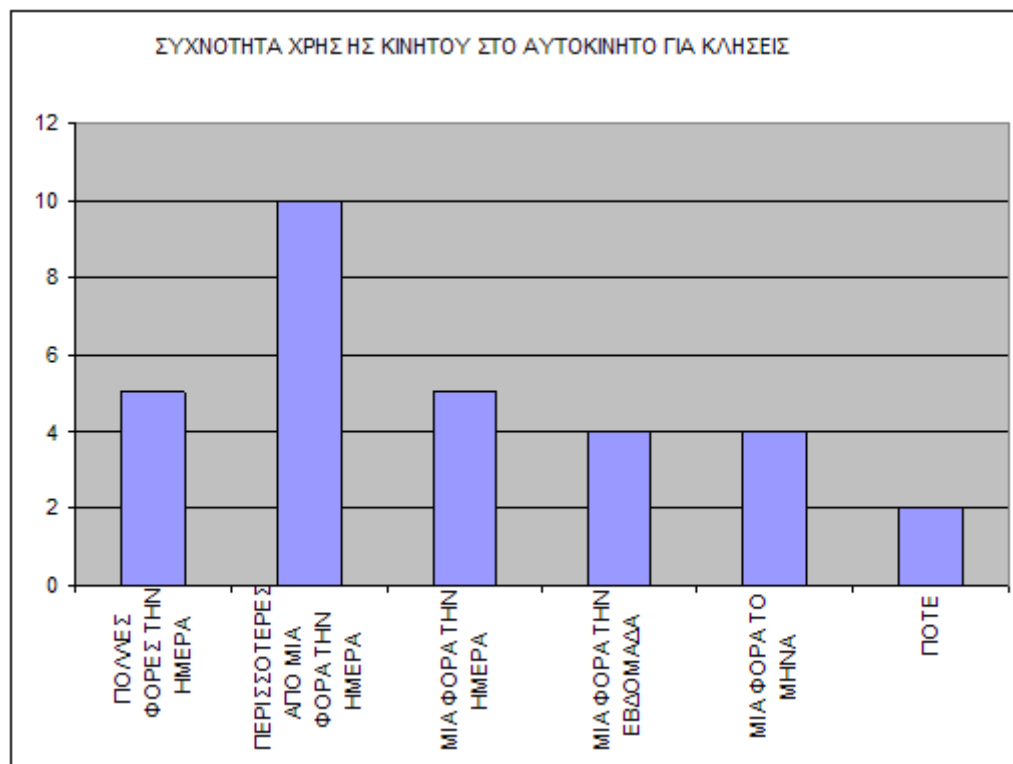
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ		ΚΑΙΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	
		ΚΑΛΟΣ ΚΑΙΡΟΣ	ΥΠΟ ΒΡΟΧΗ
ΟΔΟΣ	ΦΥΛΟ		
ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΗ	ΓΥΝΑΙΚΕΣ	2	2
	ΑΝΔΡΕΣ	3	6
ΑΣΤΙΚΗ	ΓΥΝΑΙΚΕΣ	1	2
	ΑΝΔΡΕΣ	0	3

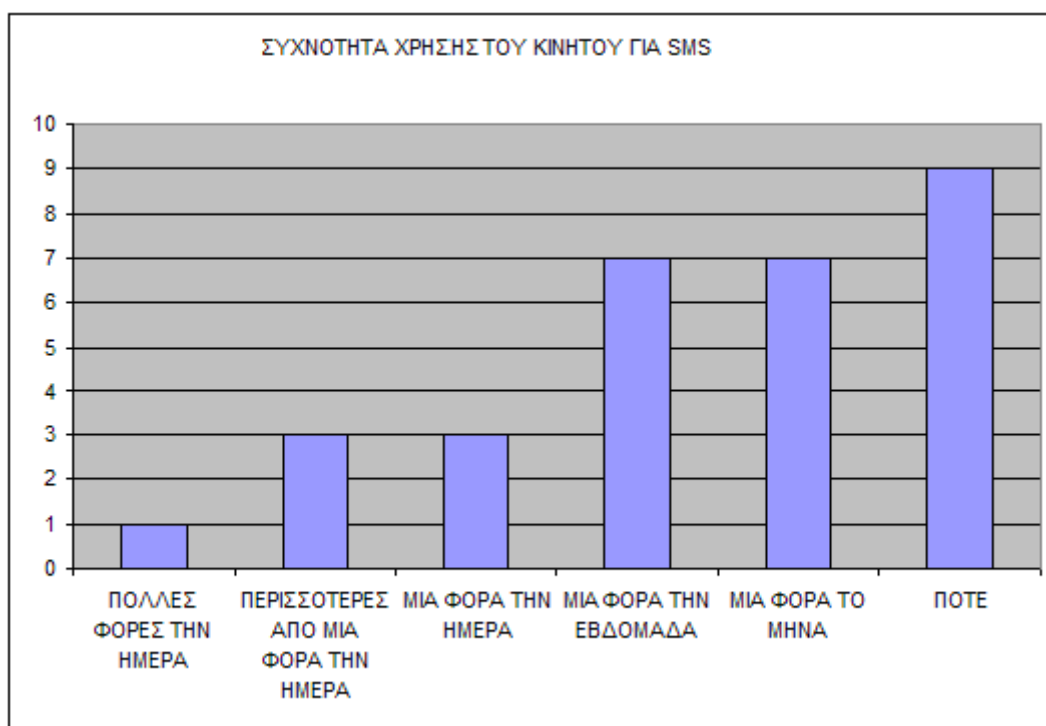
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.8: Πίνακας μέσης ταχύτητας συνολικής διαδρομής ανάλογα με το φύλο και το οδικό περιβάλλον

ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΟΔΗΓΗΣΗΣ		
ΟΔΟΣ	ΦΥΛΟ	
	ΓΥΝΑΙΚΕΣ	ΑΝΔΡΕΣ
ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΗ	49.93	52.05
ΑΣΤΙΚΗ	38.60	38.20

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.9: Πίνακας μέσης ταχύτητας διαδρομής ανάλογα τη χρήση ή όχι κινητού τηλεφώνου, το φύλο και το οδικό περιβάλλον

ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΟΔΗΓΗΣΗΣ		ΧΡΗΣΗ ΚΙΝΗΤΟΥ	
		ΟΧΙ	ΝΑΙ
ΟΔΟΣ	ΦΥΛΟ		
ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΗ	ΓΥΝΑΙΚΕΣ	51.27	48.60
	ΑΝΔΡΕΣ	54.39	49.70
ΑΣΤΙΚΗ	ΓΥΝΑΙΚΕΣ	43.56	33.63
	ΑΝΔΡΕΣ	45.29	31.11

**ΓΡΑΦΗΜΑ 4.3:** Συχνότητα χρήσης του κινητού τηλεφώνου για κλήσεις κατά τη διάρκεια της οδήγησης.



ΓΡΑΦΗΜΑ 4.4: Συχνότητα χρήσης του κινητού τηλεφώνου για SMS κατά τη διάρκεια της οδήγησης.

4.6 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΕΙΔΙΚΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Μετά τη διαμόρφωση των τελικών πινάκων στο λογισμικό EXCEL, ακολούθησε η εισαγωγή τους 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).

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

Επίσης, έγινε διάκριση κάθε μεταβλητής σε συνεχή (scale), διατεταγμένη (ordinal) και διακριτή (nominal). Μετά την εισαγωγή της βάσης δεδομένων, χρησιμοποιήθηκε η εντολή **analyze**, με την οποία πραγματοποιείται στατιστική ανάλυση των δεδομένων.

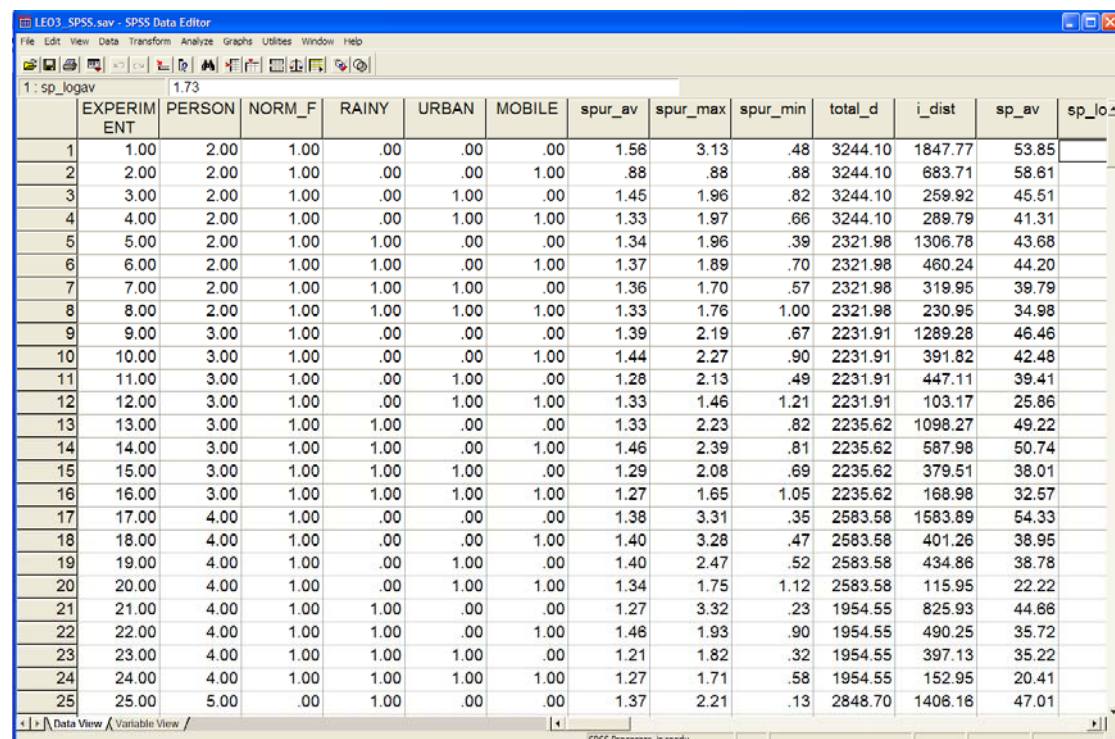
Αξίζει να σημειωθεί, ότι τόσο στο λογισμικό EXCEL όσο και στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης , δημιουργήθηκαν έξι διαφορετικές βάσεις. Οι τρεις εξετάσθηκαν για τη διερεύνηση της επιρροής του κινητού στην μέση ταχύτητα της διαδρομής και οι υπόλοιπες για την διερεύνηση της πιθανότητας να συμβεί κάποιο ατύχημα.

Τα βήματα που ακολουθήθηκαν περιγράφονται στη συνέχεια:

1. **Descriptive statistics:** Πρόκειται για διαδικασία για την παραγωγή χρήσιμων περιγραφικών συναρτήσεων, όπως αυτή της μέσης τιμής, της τυπικής απόκλισης, του μέγιστου και του ελάχιστου (analyze → descriptive statistics → Descriptives→ options).
2. **Correlate:** Πρόκειται για 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:** Πρόκειται για 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). Επίσης για το σκοπό του πειράματος χρησιμοποιείται και η λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης, οπότε και επιλέγεται η εντολή **Linear** (analyze → regression→ binary logistic). Η μεταβλητή που ενδιαφέρει (εξαρτημένη μεταβλητή) εισάγεται στο

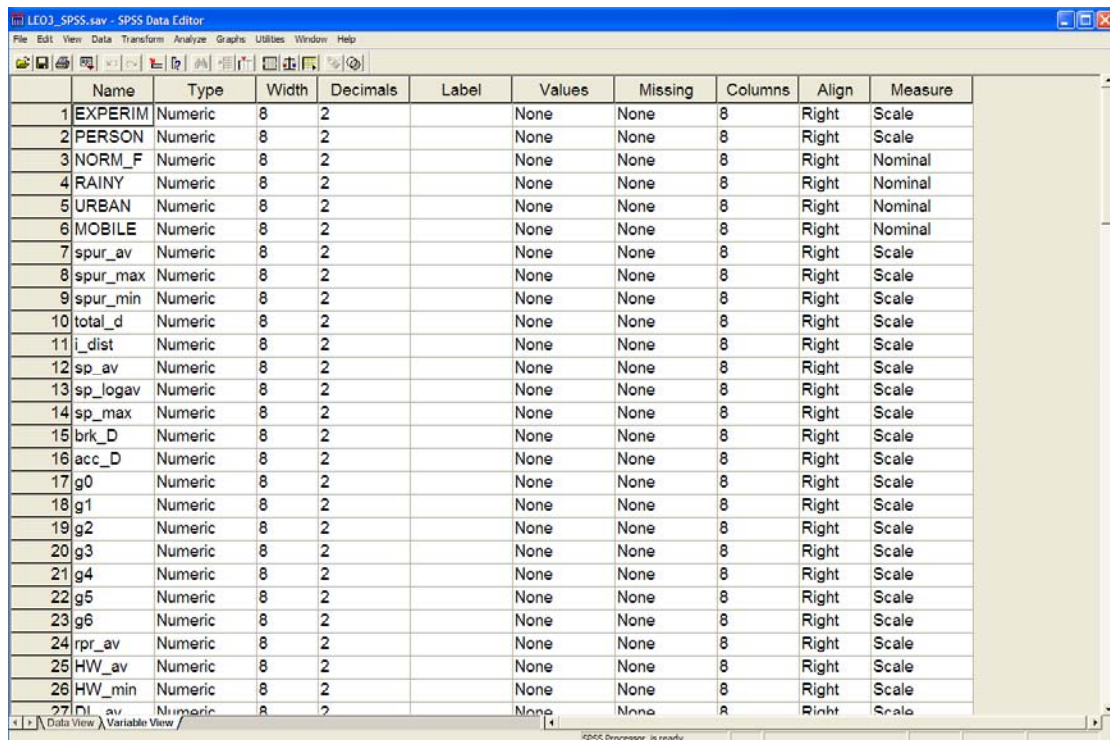
πλαίσιο Dependent. Οι επεξηγηματικές μεταβλητές με τις οποίες θα εξηγηθεί η μεταβλητότητα της εξαρτημένης μεταβλητής, εισάγονται στο πλαίσιο Independent(s). Στο πλαίσιο Method μπορεί να επιλεγεί μια μέθοδος για τη βέλτιστη επιλογή επεξηγηματικών μεταβλητών. Αυτή συνήθως αφήνεται Enter, που σημαίνει ότι 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 εικόνες.



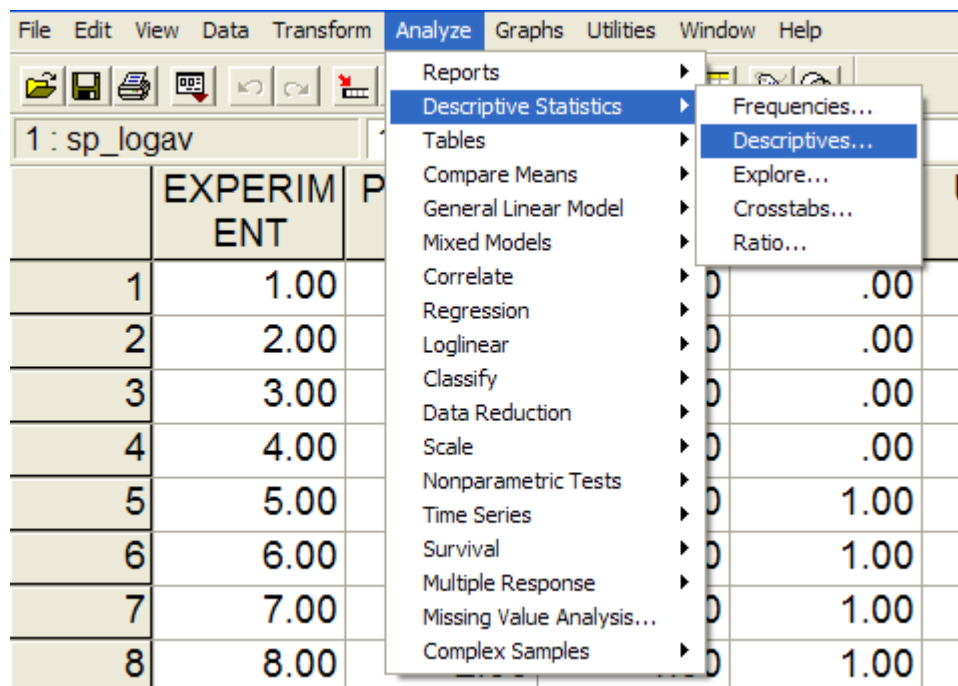
	EXPERIMENT	PERSON	NORM_F	RAINY	URBAN	MOBILE	spur_av	spur_max	spur_min	total_d	i_dist	sp_av	sp_lo
1	1.00	2.00	1.00	.00	.00	.00	1.56	3.13	.48	3244.10	1847.77	53.85	
2	2.00	2.00	1.00	.00	.00	1.00	.88	.88	.88	3244.10	683.71	58.61	
3	3.00	2.00	1.00	.00	1.00	.00	1.45	1.96	.82	3244.10	259.92	45.51	
4	4.00	2.00	1.00	.00	1.00	1.00	1.33	1.97	.66	3244.10	289.79	41.31	
5	5.00	2.00	1.00	1.00	.00	.00	1.34	1.96	.39	2321.98	1306.78	43.68	
6	6.00	2.00	1.00	1.00	.00	1.00	1.37	1.89	.70	2321.98	460.24	44.20	
7	7.00	2.00	1.00	1.00	1.00	.00	1.36	1.70	.57	2321.98	319.95	39.79	
8	8.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.33	1.76	1.00	2321.98	230.95	34.98	
9	9.00	3.00	1.00	.00	.00	.00	1.39	2.19	.67	2231.91	1289.28	46.46	
10	10.00	3.00	1.00	.00	.00	1.00	1.44	2.27	.90	2231.91	391.82	42.48	
11	11.00	3.00	1.00	.00	1.00	.00	1.28	2.13	.49	2231.91	447.11	39.41	
12	12.00	3.00	1.00	.00	1.00	1.00	1.33	1.46	1.21	2231.91	103.17	25.86	
13	13.00	3.00	1.00	1.00	.00	.00	1.33	2.23	.82	2235.62	1098.27	49.22	
14	14.00	3.00	1.00	1.00	.00	1.00	1.46	2.39	.81	2235.62	587.98	50.74	
15	15.00	3.00	1.00	1.00	1.00	.00	1.29	2.08	.69	2235.62	379.51	38.01	
16	16.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.27	1.65	1.05	2235.62	168.98	32.57	
17	17.00	4.00	1.00	.00	.00	.00	1.38	3.31	.35	2583.58	1583.89	54.33	
18	18.00	4.00	1.00	.00	.00	1.00	1.40	3.28	.47	2583.58	401.26	38.95	
19	19.00	4.00	1.00	.00	1.00	.00	1.40	2.47	.52	2583.58	434.86	38.78	
20	20.00	4.00	1.00	.00	1.00	1.00	1.34	1.75	1.12	2583.58	115.95	22.22	
21	21.00	4.00	1.00	1.00	.00	.00	1.27	3.32	.23	1954.55	825.93	44.66	
22	22.00	4.00	1.00	1.00	.00	1.00	1.46	1.93	.90	1954.55	490.25	35.72	
23	23.00	4.00	1.00	1.00	1.00	.00	1.21	1.82	.32	1954.55	397.13	35.22	
24	24.00	4.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.27	1.71	.58	1954.55	152.95	20.41	
25	25.00	5.00	.00	1.00	.00	.00	1.37	2.21	.13	2848.70	1406.16	47.01	

ΕΙΚΟΝΑ 4.24: Παράδειγμα εισαγωγής στοιχείων στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης.



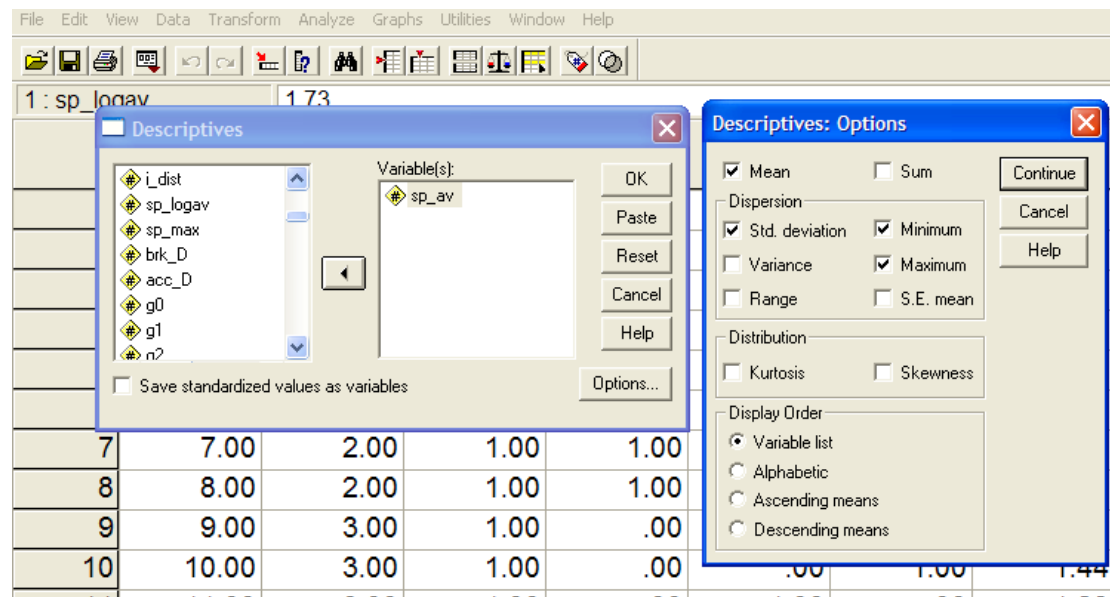
	Name	Type	Width	Decimals	Label	Values	Missing	Columns	Align	Measure
1	EXPERIM	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Scale
2	PERSON	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Scale
3	NORM_F	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Nominal
4	RAINY	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Nominal
5	URBAN	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Nominal
6	MOBILE	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Nominal
7	spur_av	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Scale
8	spur_max	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Scale
9	spur_min	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Scale
10	total_d	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Scale
11	i_dist	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Scale
12	sp_av	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Scale
13	sp_logav	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Scale
14	sp_max	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Scale
15	brk_D	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Scale
16	acc_D	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Scale
17	g0	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Scale
18	g1	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Scale
19	g2	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Scale
20	g3	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Scale
21	g4	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Scale
22	g5	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Scale
23	g6	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Scale
24	rpr_av	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Scale
25	HW_av	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Scale
26	HW_min	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Scale
27	HL_av	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Scale

ΕΙΚΟΝΑ 4.25: Παράδειγμα καθορισμού των μεταβλητών
στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης

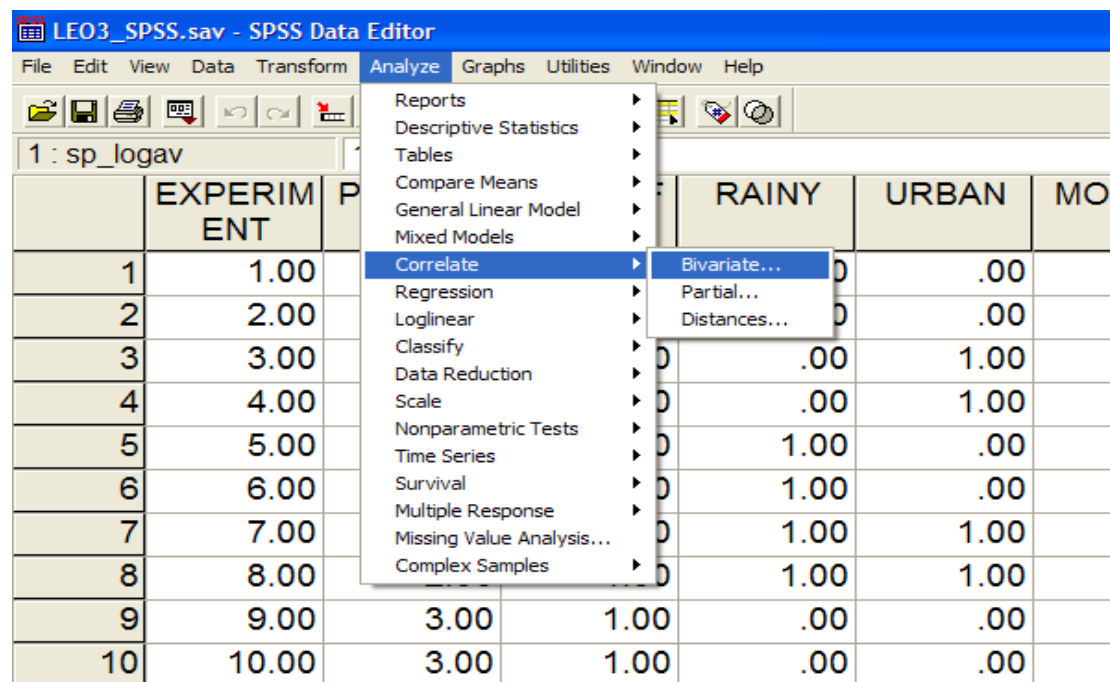


	EXPERIMENT	P
1	1.00	
2	2.00	
3	3.00	
4	4.00	
5	5.00	
6	6.00	
7	7.00	
8	8.00	

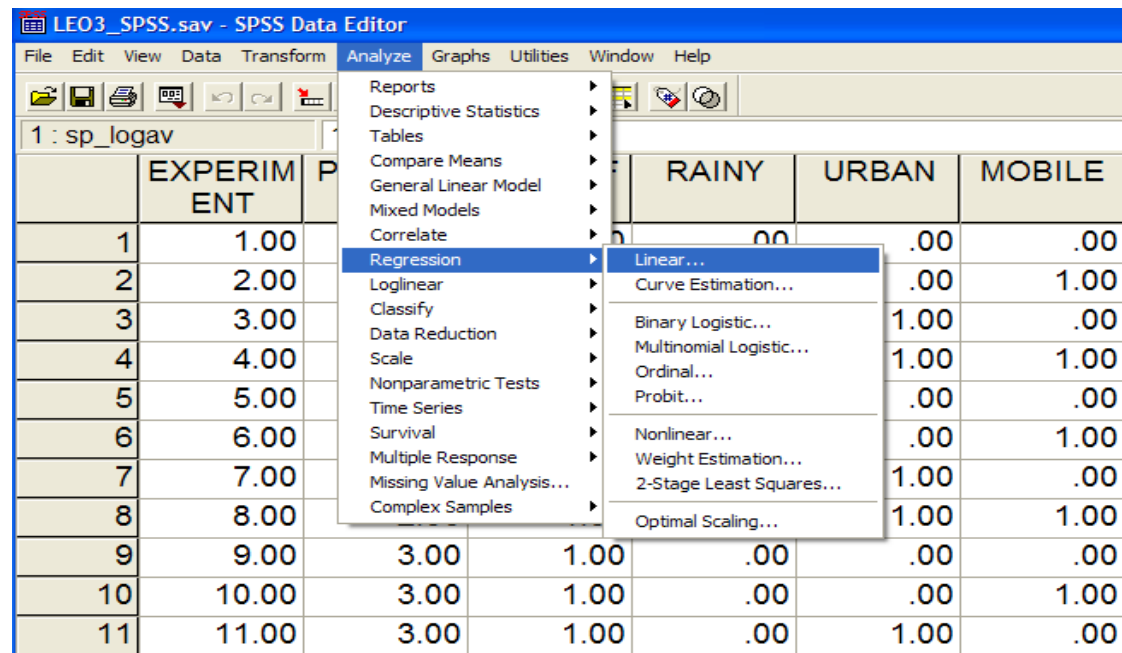
ΕΙΚΟΝΑ 4.26: Παραγωγή περιγραφικών συναρτήσεων
στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης



ΕΙΚΟΝΑ 4.27: Επιλογή περιγραφικών συναρτήσεων της μέσης τιμής, της τυπικής απόκλισης, του μεγίστου και του ελαχίστου στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης



ΕΙΚΟΝΑ 4.28: Διαδικασία συσχέτισης μεταβλητών στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης



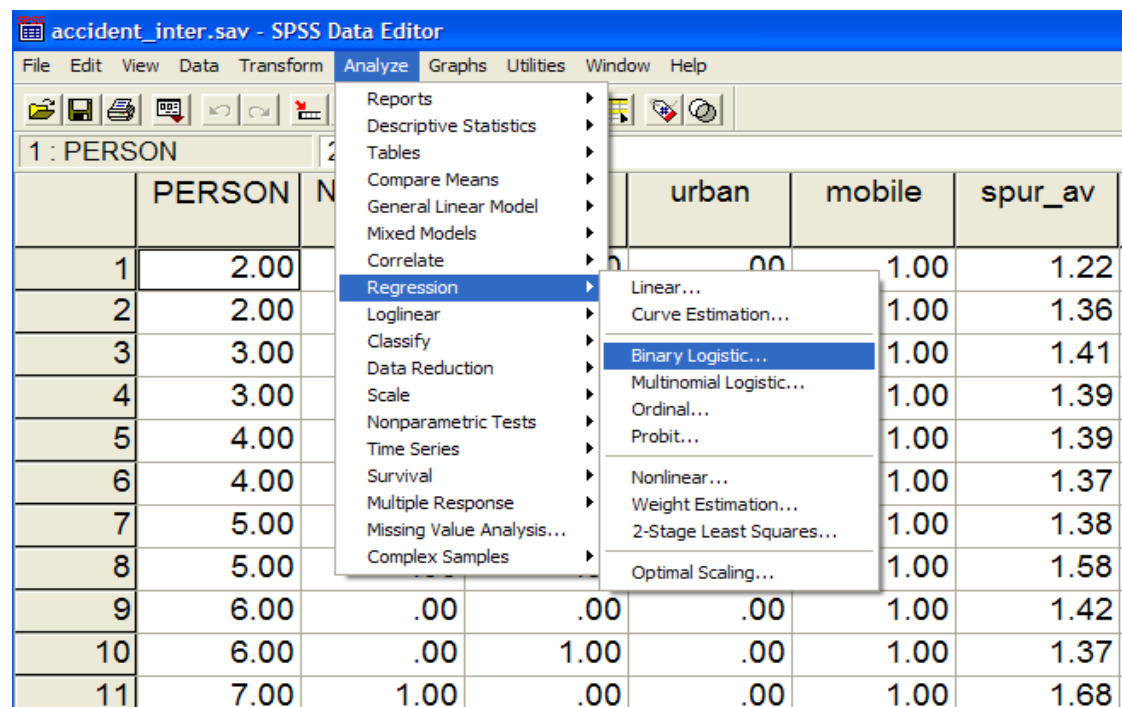
LEO3_SPSS.sav - SPSS Data Editor

File Edit View Data Transform Analyze Graphs Utilities Window Help

1 : sp_logav

	EXPERIMENT	PERSON	RAINY	URBAN	MOBILE
1	1.00		.00	.00	.00
2	2.00			.00	1.00
3	3.00			1.00	.00
4	4.00			1.00	1.00
5	5.00			.00	.00
6	6.00			.00	1.00
7	7.00			1.00	.00
8	8.00			1.00	1.00
9	9.00	3.00	1.00	.00	.00
10	10.00	3.00	1.00	.00	.00
11	11.00	3.00	1.00	.00	1.00

ΕΙΚΟΝΑ 4.29: Ανάλυση με γραμμική παλινδρόμηση
στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης



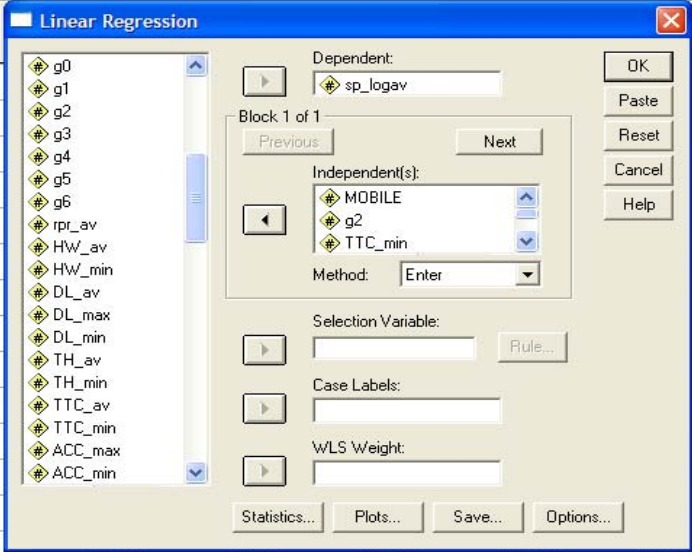
accident_inter.sav - SPSS Data Editor

File Edit View Data Transform Analyze Graphs Utilities Window Help

1 : PERSON

	PERSON	N	urban	mobile	spur_av
1	2.00		.00	1.00	1.22
2	2.00			1.00	1.36
3	3.00			1.00	1.41
4	3.00			1.00	1.39
5	4.00			1.00	1.39
6	4.00			1.00	1.37
7	5.00			1.00	1.38
8	5.00			1.00	1.58
9	6.00	.00	.00	1.00	1.42
10	6.00	.00	1.00	.00	1.37
11	7.00	1.00	.00	1.00	1.68

ΕΙΚΟΝΑ 4.30: Ανάλυση με λογιστική παλινδρόμηση
στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης



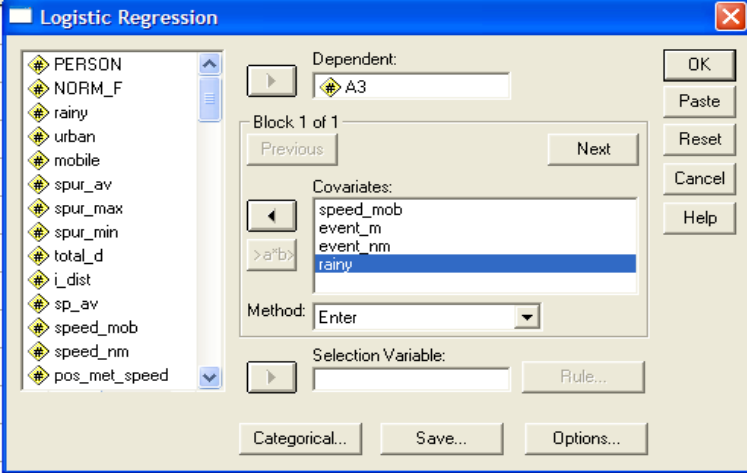
The image shows the SPSS Data Editor window with a dataset named 'LEO3_URBAN.sav'. A 'Linear Regression' dialog box is open, showing the following settings:

- Dependent:** sp_logav
- Independent(s):** MOBILE, g2, TTC_min
- Method:** Enter
- Selection Variable:** (empty)
- Case Labels:** (empty)
- WLS Weight:** (empty)

The background data table is partially visible, showing columns for 'EXPERIMENT' and 'spur_av'.

EXPERIMENT	spur_av
1	1.45
2	1.33
3	1.36
4	1.33
5	1.28
6	1.33
7	1.29
8	1.27
9	1.40
10	1.34
11	1.21
12	1.27
13	1.35
14	1.43
15	1.53
16	1.17

ΕΙΚΟΝΑ 4.31: Ορισμός εξαρτημένης και ανεξάρτητων μεταβλητών για τη γραμμική παλινδρόμηση στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης



The image shows the SPSS Data Editor window with a dataset named 'PERSON'. A 'Logistic Regression' dialog box is open, showing the following settings:

- Dependent:** A3
- Covariates:** speed_mob, event_m, event_nm, rainy
- Method:** Enter
- Selection Variable:** (empty)

The background data table is partially visible, showing columns for 'PERSON', 'NORM_F', 'rainy', 'urban', 'mobile', 'spur_av', and 'spur_n'.

PERSON	NORM_F	rainy	urban	mobile	spur_av	spur_n
1	2.00					
2	2.00					
3	3.00					
4	3.00					
5	4.00					
6	4.00					
7	5.00					
8	5.00					
9	6.00					
10	6.00					
11	7.00					
12	7.00					
13	8.00	1.00	.00	.00	1.00	1.45

ΕΙΚΟΝΑ 4.32: Ορισμός εξαρτημένης και ανεξάρτητων μεταβλητών για τη λογιστική παλινδρόμηση στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης

5

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**5.1 ΓΕΝΙΚΑ**

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 λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση και τη λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης.

Στο παρόν κεφάλαιο περιγράφονται αναλυτικά τα βήματα που ακολουθήθηκαν κατά την εφαρμογή της μεθοδολογίας και παρουσιάζεται η διαδικασία ανάπτυξης κατάλληλων μοντέλων. Ιδιαίτερη έμφαση δίδεται στην παρουσίαση ζητημάτων 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.

Αξίζει να αναφερθεί ότι πραγματοποιήθηκαν έξι ξεχωριστές στατιστικές αναλύσεις, τρεις για το **μοντέλο προσδιορισμού της μέσης ταχύτητας οδήγησης** και τρεις για το **μοντέλο προσδιορισμού της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα**. Σε κάθε στατιστικό πρότυπο εξετάστηκε η επιρροή της χρήσης του κινητού τηλεφώνου στη συνολική διαδρομή αλλά και σε αστικό και υπεραστικό περιβάλλον ξεχωριστά.

5.2 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ

Στην παράγραφο περιγράφεται η **διαδικασία ανάλυσης για τον προσδιορισμό της μέσης ταχύτητας οδήγησης** και θα διερευνηθεί η επιρροή της χρήσης κινητού τηλεφώνου σε αυτή. Συνολικά θα πραγματοποιηθούν τρεις στατιστικές αναλύσεις. Με τις δύο στατιστικές αναλύσεις θα διερευνηθούν οι μεταβλητές που επηρεάζουν τη μέση ταχύτητα οδήγησης ξεχωριστά για αστικό και υπεραστικό περιβάλλον και άλλη μία για αστικό και υπεραστικό περιβάλλον μαζί. Σκοπός αυτής της διάκρισης είναι να υπολογισθεί ένα στατιστικά σημαντικό μοντέλο για κάθε περίπτωση και να ερευνηθεί αν οι μεταβλητές που επηρεάζουν τη μέση ταχύτητα οδήγησης έχουν την ίδια επιρροή ή διαφέρουν ανάλογα με τον τύπο της οδού.

5.2.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Στο στατιστικό μοντέλο προσδιορισμού της μέσης ταχύτητας οδήγησης εξετάσθηκαν οι μεταβλητές που περιγράφηκαν στους πίνακες 4.2 και 4.5. Η βάση δεδομένων εισήχθη 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). Παρακάτω αναφέρονται οι μεταβλητές που περιλαμβάνονται στα τελικά στατιστικά πρότυπα.

ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ:

sp_av: μέση ταχύτητα οδήγησης

ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ:

URBAN: οδήγηση σε αστικό περιβάλλον (1= αστικό, 0= υπεραστικό)

MOBILE: εάν ο οδηγός στο αντίστοιχο τμήμα μιλάει στο κινητό (1=Ναι, 0=Όχι)

mileage: η ετήσια διανυόμενη απόσταση σε χιλιόμετρα

DL_av: μέση απόσταση οχήματος από το δεξί άκρο της οδού σε μέτρα

DL_min: ελάχιστη απόσταση οχήματος από το δεξί άκρο της οδού σε μέτρα

TTC_min: ελάχιστη απόσταση οχήματος από προπορευόμενα οχήματα ή εμπόδια σε δευτερόλεπτα

g3: ποσοστό διαδρομής που χρησιμοποιήθηκε 3η ταχύτητα κιβωτίου

g2: ποσοστό διαδρομής που χρησιμοποιήθηκε 2η ταχύτητα κιβωτίου

rpr_av: μέσος αριθμός στροφών κινητήρα μηχανής οχήματος

A3: το αν συνέβη ατύχημα (1=Ναι, 0=Όχι)

BM_2: για την πραγματοποίηση μίας κλήση σταματάει το όχημα (1=Ναι, 0=Όχι)

NORM_F: αν ο οδηγός μετά τη δοκιμαστική διαδρομή οδήγησε υπό καλό καιρό (1=Ναι, 0=Όχι)

Επισημαίνεται ότι, από τις ανωτέρω μεταβλητές, οι μεταβλητές: *sp_av*, *mileage*, *DL_av*, *DL_min*, *TTC_min*, *g3*, *g2*, ορίστηκαν ως συνεχείς (*scale*). Αντίθετα, όλες οι υπόλοιπες μεταβλητές ορίστηκαν ως ποιοτικές (*nominal*), χωρίς όμως να έχουν την έννοια της φυσικής διάταξης (*ordinal*). Οι δυνατές τιμές των ποιοτικών μεταβλητών διακρίθηκαν σε δύο κατηγορίες, στις οποίες αντιστοιχήθηκαν 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 μοντέλων μέσης ταχύτητας

Μεταβλητές	Τιμή "0"	Τιμή "1"
URBAN	Υπεραστικό τμήμα οδού	Αστικό τμήμα οδού
MOBILE	Όχι χρήση κινητού	Ομιλία στο κινητό
A3	Όχι ατύχημα	Ατύχημα
BM_2	Δεν σταματάω το αυτοκίνητο όταν χρησιμοποιώ κινητό	Σταματάω το αυτοκίνητο όταν χρησιμοποιώ κινητό

5.2.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ

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 εκείνη 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 μόνο οι μεταβλητές *sp_av* (μέση ταχύτητα

οδήγησης), mileage (ετήσια διανυόμενη απόσταση), DL_av (μέση απόσταση από δεξί άκρο οδού), DL_min (ελάχιστη απόσταση από δεξί άκρο οδού), TTC_min (ελάχιστη χρονοαπόσταση από προπορευόμενο όχημα ή εμπόδια), και g3, g2 (ποσοστό διαδρομής που χρησιμοποιήθηκε 3^η, 2^η ταχύτητα κιβωτίου αντίστοιχα. Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα της διαδικασίας φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα:

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2: Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών

Οδικό περιβάλλον: αστικό και υπεραστικό					
ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	N	Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέση τιμή	Τυπική Απόκλιση
sp_av	240	20.41	73.00	44.8853	12.21488
DL_av	240	.01	1.03	.5604	.18072
DL_min	240	.00	2.86	.5180	.69874
TTC_min	240	.00	14.30	2.3457	2.21785
g3	240	.00	1.00	.3713	.26987
g2	240	.00	1.00	.2958	.25602
Οδικό περιβάλλον: αστικό					
sp_av	120	20.41	69.73	38.3707	10.62752
DL_av	120	.02	1.03	.5405	.20282
DL_min	120	.02	1.45	.3629	.30277
TTC_min	120	.10	14.30	3.9263	2.68597
g3	120	.00	1.00	.3067	.24596
g2	120	.00	1.00	.3991	.24411
Οδικό περιβάλλον: υπεραστικό					
sp_av	120	30.83	73.00	51.1328	9.85253
DL_av	120	.01	1.01	.5803	.15382
DL_min	120	.00	2.86	.6517	.89466
TTC_min	120	.00	3.70	1.0833	.61375
g3	120	.00	1.00	.4359	.27812
g2	120	.00	1.00	.1926	.22483

5.2.3 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Το επόμενο βήμα αφορά στη **διερεύνηση της συσχέτισης των μεταβλητών**. Εκείνο 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, που ελήφθησαν υπόψη στα τελικά μοντέλα, φαίνονται στους πίνακες που ακολουθούν.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3: Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης υπεραστικού και αστικού περιβάλλοντος

αστικό και υπεραστικό περιβάλλον, συσχέτιση διακριτών μεταβλητών

		MOBILE	URBAN	NORM_F
MOBILE	Pearson Correlation	1	.000	.000
	Sig. (2-tailed)		1.000	1.000
	N	240	240	240
URBAN	Pearson Correlation	.000	1	.000
	Sig. (2-tailed)	1.000		1.000
	N	240	240	240
NORM_F	Pearson Correlation	.000	.000	1
	Sig. (2-tailed)	1.000	1.000	
	N	240	240	240

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4: Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης αστικού περιβάλλοντος**αστικό περιβάλλον συσχέτιση διακριτών μεταβλητών**

		MOBILE	NORM_F
MOBILE	Pearson Correlation	1	.000
	Sig. (2-tailed)		1.000
	N	120	120
NORM_F	Pearson Correlation	.000	1
	Sig. (2-tailed)	1.000	
	N	120	120

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.5: Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών του μοντέλου**υπεραστικού περιβάλλοντος οδήγησης****υπεραστικό περιβάλλον συσχέτιση διακριτών μεταβλητών**

		MOBILE	BM_2	A3
MOBILE	Pearson Correlation	1	.000	-.092
	Sig. (2-tailed)		1.000	.319
	N	120	120	120
BM_2	Pearson Correlation	.000	1	.153
	Sig. (2-tailed)	1.000		.096
	N	120	120	120
A3	Pearson Correlation	-.092	.153	1
	Sig. (2-tailed)	.319	.096	
	N	120	120	120

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.6: Συσχέτιση συνεχών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης αστικού και υπεραστικού περιβάλλοντος**Οδικό περιβάλλον: αστικό και υπεραστικό συσχέτιση συνεχών μεταβλητών**

		g3	rpr_av	mileage
g3	Pearson Correlation	1	.048	.060
	Sig. (2-tailed)		.461	.353
	N	240	240	240
rpr_av	Pearson Correlation	.048	1	-.134*
	Sig. (2-tailed)	.461		.038
	N	240	240	240
mileage	Pearson Correlation	.060	-.134*	1
	Sig. (2-tailed)	.353	.038	
	N	240	240	240

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.7: Συσχέτιση συνεχών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης αστικού περιβάλλοντος

οδικό περιβάλλον αστικό συσχέτιση συνεχών μεταβλητών

		DL_av	g3	mileage	rpr_av
DL_av	Pearson Correlation	1	.121	.168	-.021
	Sig. (2-tailed)		.188	.067	.819
	N	120	120	120	120
g3	Pearson Correlation	.121	1	.089	-.072
	Sig. (2-tailed)	.188		.336	.434
	N	120	120	120	120
mileage	Pearson Correlation	.168	.089	1	-.162
	Sig. (2-tailed)	.067	.336		.078
	N	120	120	120	120
rpr_av	Pearson Correlation	-.021	-.072	-.162	1
	Sig. (2-tailed)	.819	.434	.078	
	N	120	120	120	120

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.8: Συσχέτιση συνεχών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης υπεραστικού περιβάλλοντος

υπεραστικό περιβάλλον συσχέτιση συνεχών μεταβλητών

		DL_min	TTC_min	g2	mileage
DL_min	Pearson Correlation	1	-.100	-.059	.099
	Sig. (2-tailed)		.279	.519	.283
	N	120	120	120	120
TTC_min	Pearson Correlation	-.100	1	-.004	.036
	Sig. (2-tailed)	.279		.969	.693
	N	120	120	120	120
g2	Pearson Correlation	-.059	-.004	1	-.166
	Sig. (2-tailed)	.519	.969		.071
	N	120	120	120	120
mileage	Pearson Correlation	.099	.036	-.166	1
	Sig. (2-tailed)	.283	.693	.071	
	N	120	120	120	120

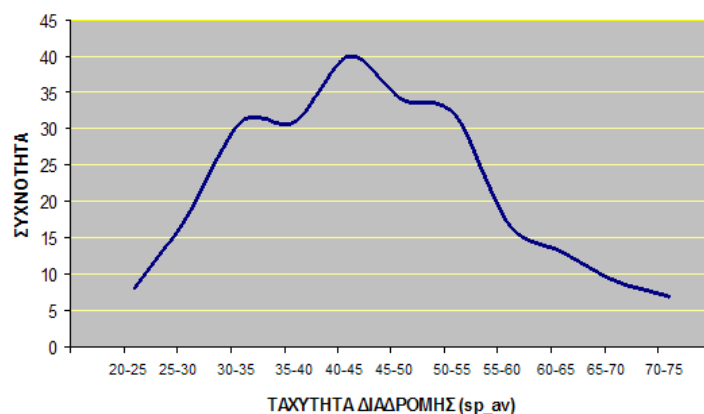
Όπως προαναφέρθηκε, για την ανάπτυξη ενός μαθηματικού μοντέλου, απαιτείται η μη ύπαρξη συσχέτισης μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών που θα συμπεριληφθούν σε αυτό. Όπως υπολογίσθηκε **δεν παρατηρείται καμία συσχέτιση** μεταξύ αυτών των διακριτών και συνεχών μεταβλητών σε επίπεδο σημαντικότητας 0.01. Συνεπώς οι ανεξάρτητες αυτές μεταβλητές σωστά ελήφθησαν υπόψη στα τελικά μοντέλα της μέσης ταχύτητας οδήγησης.

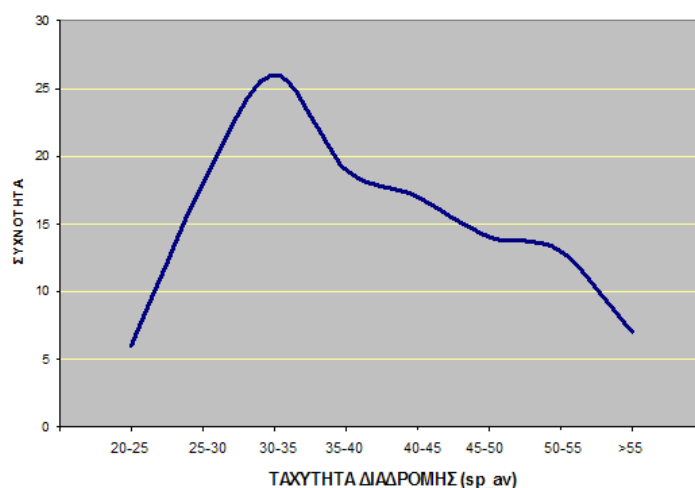
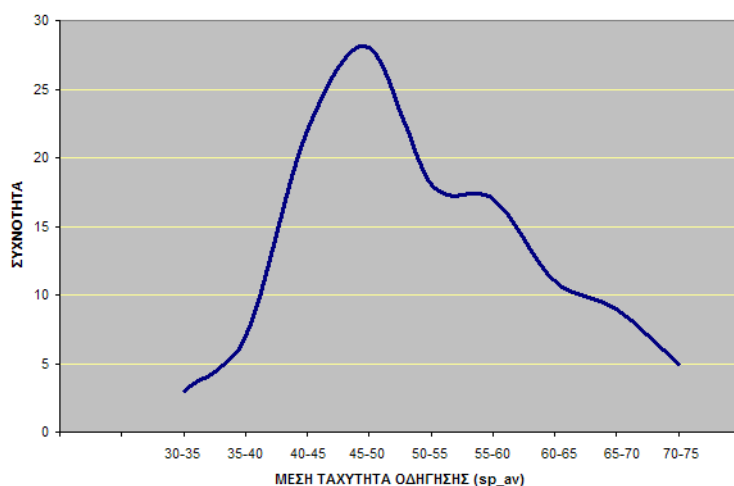
5.2.4 ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ

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 στη συμπεριφορά και την ασφάλεια του οδηγού.

Η επιρροή του κινητού στη συμπεριφορά του οδηγού θα μελετηθεί μέσω των μοντέλων της ταχύτητας. Επομένως, ως εξαρτημένη μεταβλητή θεωρείται η μέση ταχύτητα οδήγησης (sp_{av}). Επειδή ένας σημαντικός παράγοντας που καθορίζει την επιλογή της μεθόδου ανάλυσης είναι **η κατανομή που ακολουθεί η εξαρτημένη μεταβλητή** αναπτύχθηκαν τα διαγράμματα της κατανομής.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.1: Κατανομή ταχυτήτων στο αστικό και υπεραστικό περιβάλλον



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.2: Κατανομή ταχυτήτων στο αστικό περιβάλλον**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.3:** Κατανομή ταχυτήτων στο υπεραστικό περιβάλλον

5.2.5 ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

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)*. 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 β_i , 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 απορριπτέα, 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 β_i 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. 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.

Το σφάλμα πρέπει να πληροί τις παρακάτω προϋποθέσεις:

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

Η ισχύς των προϋποθέσεων αυτών ελέγχονται μέσω της ακολουθίας εντολών:
analyze → regression → linear → plot του στατιστικού λογισμικού.

Πρέπει να σημειωθεί ότι αναπτύχθηκαν αρκετά μοντέλα γραμμικής παλινδρόμησης με ικανοποιητική προσαρμογή. Όμως θεωρήθηκε σκόπιμο να διερευνηθεί και το ενδεχόμενο η καμπύλη συσχέτισης της εξαρτημένης μεταβλητής να μην παρουσιάζει σταθερή κλίση σε όλα τα τμήματά της και για τον λόγο αυτό εξετάστηκε η μέση ταχύτητα διαδρομής και με την ανάπτυξη **μοντέλων λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης**, όπως αυτά περιγράφονται στη συνέχεια.

5.2.6 ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΚΑΝΟΝΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

Στην προσπάθεια αναζήτησης μιας καλύτερης μεθόδου ανάλυσης των δεδομένων, επιλέχθηκε η λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση (lognormal regression). Η σχέση που συνδέει την εξαρτημένη μεταβλητή 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**.

Η **διαδικασία της ανάλυσης** είναι ακριβώς η ίδια με εκείνη που ακολουθήθηκε προηγουμένως για τη γραμμική παλινδρόμηση (analyze → regression → linear), με τη διαφορά ότι σε αυτή την περίπτωση θα χρησιμοποιηθεί, ως εξαρτημένη μεταβλητή, ο λογάριθμος της μέσης ταχύτητας διαδρομής (sp_logav).

Τα **τελικά αποτελέσματα**, που πραγματοποιήθηκαν παρουσιάζονται στους πίνακες που ακολουθούν. Αναφέρεται ότι κάθε φορά που εξεταζόταν κάποιο στατιστικό πρότυπο, χρησιμοποιούνταν, αρχικά, όλες οι ανεξάρτητες μεταβλητές και στη συνέχεια απορρίπτονταν όσες είχαν t μικρότερο από 1,7.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.9: Αποτελέσματα λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης σε υπεραστικό και αστικό περιβάλλον

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.809 ^a	.655	.646	.07278

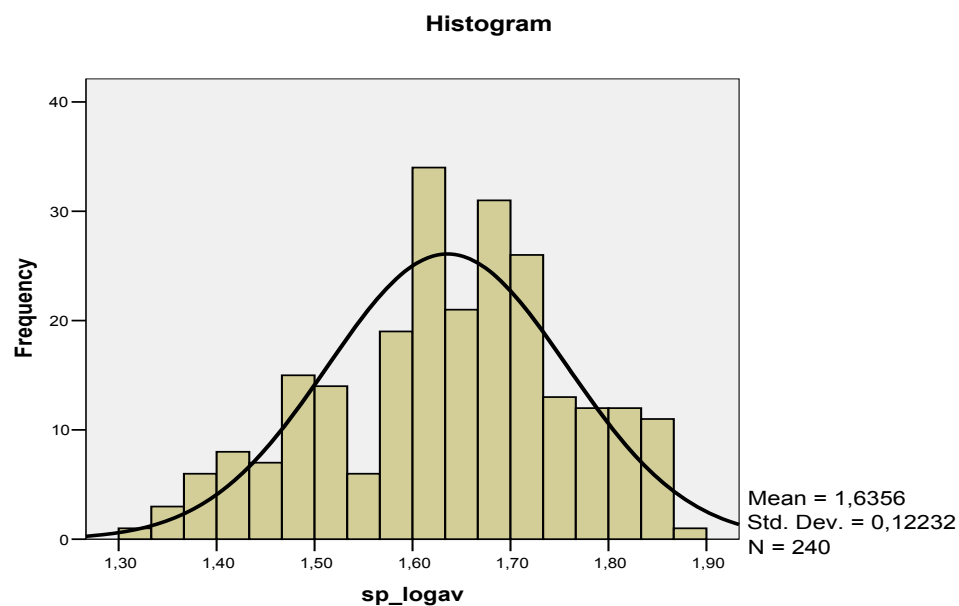
a. Predictors: (Constant), NORM_F, URBAN, MOBILE, rpr_av, mileage, g3

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1.429	.029		49.593	.000
	MOBILE	-.071	.009	-.289	-7.465	.000
	URBAN	-.107	.010	-.437	-10.901	.000
	g3	.097	.018	.214	5.322	.000
	rpr_av	7.91E-005	.000	.409	10.362	.000
	mileage	3.75E-006	.000	.194	4.899	.000
	NORM_F	-.032	.010	-.129	-3.244	.001

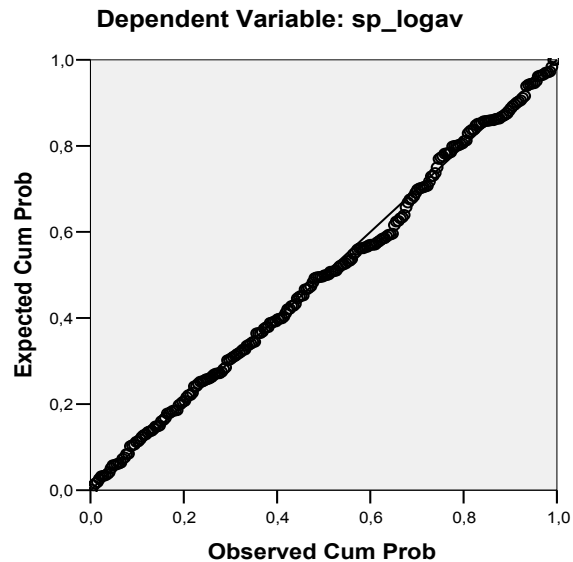
a. Dependent Variable: sp_logav

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.4: Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή σε αστικό και υπεραστικό περιβάλλον



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.5: Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος
σε αστικό και υπεραστικό περιβάλλον

Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual



ΠΙΝΑΚΑΣ 5.10: Αποτελέσματα λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης
στο αστικό περιβάλλον

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.853 ^a	.727	.713	.06286

a. Predictors: (Constant), NORM_F, MOBILE, DL_av, rpr_av, mileage, g3

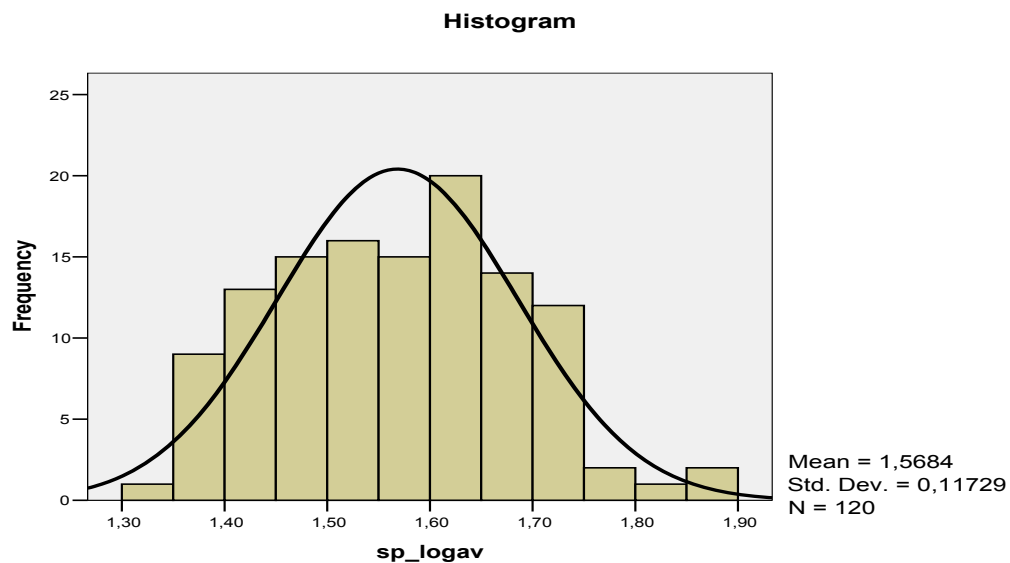
b. Dependent Variable: sp_logav

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1.267	.037		34.323	.000
	MOBILE	-.094	.013	-.402	-7.485	.000
	DL_av	.053	.029	.092	1.830	.070
	g3	.183	.025	.383	7.177	.000
	mileage	3.40E-006	.000	.184	3.572	.001
	rpr_av	8.26E-005	.000	.472	9.259	.000
	NORM_F	-.023	.012	-.097	-1.911	.058

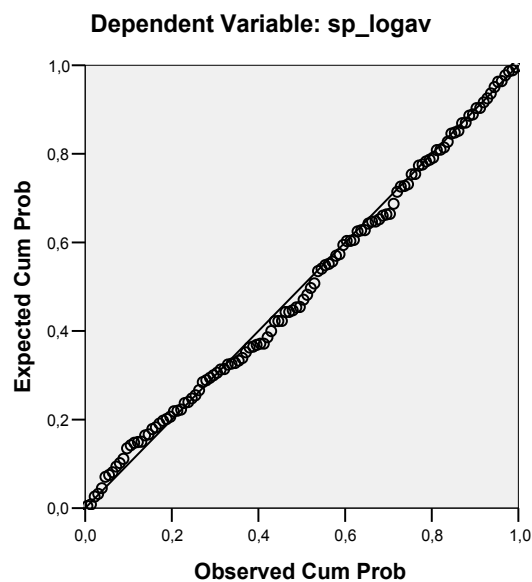
a. Dependent Variable: sp_logav

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.6: Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή σε αστικό περιβάλλον



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.7: Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος σε αστικό περιβάλλον

Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual



ΠΙΝΑΚΑΣ 5.11: Αποτελέσματα λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης
στο υπεραστικό περιβάλλον

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.722 ^a	.521	.500	.05929

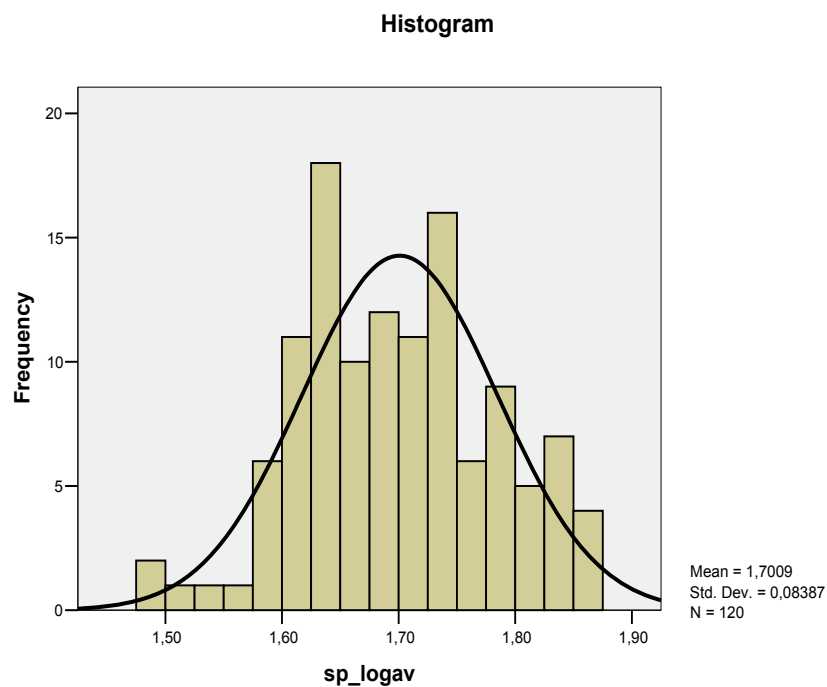
a. Predictors: (Constant), BM_2, MOBILE, TTC_min, g2, A3

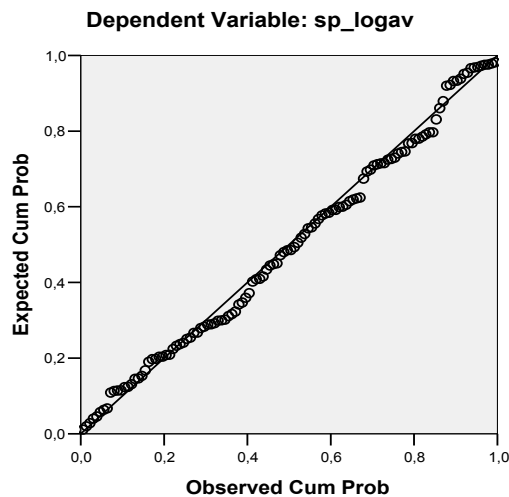
Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1.806	.014		132.003	.000
	MOBILE	-.029	.011	-.175	-2.679	.008
	TTC_min	-.058	.009	-.427	-6.505	.000
	g2	-.155	.025	-.415	-6.255	.000
	A3	.037	.012	.200	2.965	.004
	BM_2	-.086	.018	-.309	-4.685	.000

a. Dependent Variable: sp_logav

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.8: Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή
σε υπεραστικό περιβάλλον



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.9: Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος σε υπεραστικό περιβάλλον**Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual**

Παρατηρούμε τα εξής:

- i. Ο **συντελεστής συσχέτισης R^2** ισούται με 0,655 στο μοντέλο που μελετήθηκε αστικό και υπεραστικό τμήμα διαδρομής μαζί, ενώ στα μοντέλα που μελετήθηκαν ξεχωριστά το αστικό και υπεραστικό περιβάλλον ισούται με 0,727 και 0,521 αντίστοιχα.
- ii. Οι ανεξάρτητες μεταβλητές παρουσιάζουν ομοιότητες και στα τρία μοντέλα.
- iii. Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν έχουν συντελεστή t μεγαλύτερο από 1,7, άρα παρουσιάζουν υψηλό επίπεδο εμπιστοσύνης.
- iv. Η μεταβλητή που αφορά στη χρήση κινητού εμπεριέχεται και στα τρία στατιστικά μοντέλα.

5.2.7 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Παραπάνω παρουσιάστηκαν τα τελικά μοντέλα τη λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης. Στη συνέχεια παρουσιάζονται **οι μαθηματικές σχέσεις** που αναπτύχθηκαν και έχουν ως εξαρτημένη μεταβλητή τη μέση ταχύτητα οδήγησης.

- **ΜΟΝΤΕΛΟ 1:** Η μαθηματική σχέση του μοντέλου που προέκυψε κατά την εξέταση **αστικού και υπεραστικού τμήματος** είναι:

$$sp_logav = -0.071*mobile - 0.107*urban + 0.097*g3 + (7.91*10^{-5})*rpr_av + (3.75*10^{-6})*mileage - 0.032*norm_f + 1.429$$

Η παραπάνω σχέση γράφεται ως εξής:

$$sp_av = 10^{\{-0.071*mobile - 0.107*urban + 0.097*g3 + (7.91*10^{-5})*rpr_av + (3.75*10^{-6})*mileage - 0.032*norm_f + 1.429\}}$$

- **ΜΟΝΤΕΛΟ 2:** Η μαθηματική σχέση του μοντέλου που προέκυψε κατά την εξέταση **αστικού τμήματος** είναι:

$$sp_logav = -0.094*mobile + 0.053*dl_av + 0.183*g3 + (3.40*10^{-6})*mileage + 8.26*10^{-5}*rpr_av - 0.023*norm_f + 1.267$$

Η παραπάνω σχέση γράφεται ως εξής:

$$sp_av = 10^{\{-0.094*mobile + 0.053*dl_av + 0.183*g3 + (3.40*10^{-6})*mileage + 8.26*10^{-5}*rpr_av - 0.023*norm_f + 1.267\}}$$

- **ΜΟΝΤΕΛΟ 3:** Η μαθηματική σχέση του μοντέλου που προέκυψε κατά την εξέταση υπεραστικού τμήματος είναι:

$$\text{sp_logav} = -0.029 * \text{mobile} - 0.058 * \text{ttc_min} - 0.155 * \text{g2} + 0.037 * \text{a3} - 0.086 * \text{bm_2} + 1.806$$

Η παραπάνω σχέση γράφεται ως εξής:

$$\text{sp_av} = 10^{\{-0.029 * \text{mobile} + 0.058 * \text{ttc_min} - 0.155 * \text{g2} + 0.037 * \text{a3} - 0.086 * \text{bm_2} + 1.806\}}$$

όπου:

sp_av: μέση ταχύτητα οδήγησης

Mobile: ο οδηγός στο αντίστοιχο τμήμα μιλάει στο κινητό (1=Ναι, 0=Όχι)

urban: οδήγηση σε αστικό περιβάλλον (1=αστικό, 0=υπεραστικό)

mileage: η ετήσια διανυόμενη απόσταση σε χιλιόμετρα

DI_av: μέση απόσταση οχήματος από το δεξί άκρο της οδού σε μέτρα

ttc_min: ελάχιστη απόσταση οχήματος από εμπόδια σε δευτερόλεπτα

g3: ποσοστό διαδρομής που χρησιμοποιήθηκε 3η ταχύτητα κιβωτίου

g2: ποσοστό διαδρομής που χρησιμοποιήθηκε 2η ταχύτητα κιβωτίου

rpr_av: μέσος αριθμός στροφών κινητήρα μηχανής οχήματος

a3: το αν συνέβη ατύχημα (1=Ναι, 0=Όχι)

bm_2: για την πραγματοποίηση μίας κλήση σταματάει το όχημα (1=Ναι, 0=Όχι)

norm_f: τελευταία διαδρομή (φάση 3 πειράματος) οδήγηση υπό βροχή (1=Ναι, 0=Όχι)

ΧΡΗΣΗ ΚΙΝΗΤΟΥ ΤΗΛΕΦΩΝΟΥ

Το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής «mobile», και στα τρία μοντέλα, συνεπάγεται ότι, αύξηση της τιμής της διακριτής αυτής μεταβλητής,

συνεπάγεται μείωση της τιμής της ταχύτητας του οδηγού. 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 στην ανάλυση άλλων ερευνών, 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 τρία μοντέλα, καθώς η απόλυτη τιμή του δείκτη t είναι 7,465, 7,485 και 2,679 αντίστοιχα.

ΟΔΗΓΗΣΗ ΣΕ ΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής «urban», στο πρώτο μοντέλο, συνεπάγεται ότι, αύξηση της τιμής της διακριτής αυτής μεταβλητής, συνεπάγεται μείωση της τιμής της ταχύτητας του οδηγού. Το αρνητικό πρόσημο, σε αυτήν την περίπτωση, δηλώνει ότι **στο αστικό περιβάλλον** (τιμή 1 της μεταβλητής) η **ταχύτητα οδήγησης είναι χαμηλότερη** από το υπεραστικό (τιμή 0 της μεταβλητής). Το αποτέλεσμα αυτό θεωρείται εύλογο καθώς στο αστικό περιβάλλον ο οδηγός λόγω της αλληλεπίδρασης με περισσότερους παράγοντες αναγκάζεται να μειώσει ταχύτητα ώστε αυτό να λειτουργήσει ως αντισταθμιστικός παράγων της αυξημένης επικινδυνότητας.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της μεταβλητής είναι -10.901 στο πρώτο μοντέλο της ταχύτητας πιστοποιώντας έτσι τη στατιστική σημαντικότητα της μεταβλητής.

ΕΤΗΣΙΑ ΔΙΑΝΥΟΜΕΝΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ

Η ετήσια διανυόμενη απόσταση ως μεταβλητή παρουσιάζεται στο πρώτο και δεύτερο μοντέλο με θετικό πρόσημο. Παρατηρείται ότι, η **αύξηση της τιμής της ετήσιας διανυόμενης απόστασης** οδηγεί σε **αύξηση της ταχύτητας**. Η μεταβλητή αυτή έχει εισαχθεί στη βάση δεδομένων ως συνεχής. Επομένως το συμπέρασμα που εξάγεται είναι ότι, οι οδηγοί διανύουν περισσότερα χιλιόμετρα ετησίως, εμφανίζονται να έχουν μεγαλύτερη ταχύτητα από τους υπόλοιπους. Η επιρροή αυτή φαίνεται λογική καθώς οι οδηγοί που διανύουν μεγαλύτερες αποστάσεις ετησίως είναι πιο εξοικειωμένοι με την ταχύτητα.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της ετήσιας διανυόμενης απόστασης είναι 4,899 και 3,572 στο πρώτο και δεύτερο μοντέλο αντίστοιχα, γεγονός που υποδηλώνει τη στατιστική σημαντικότητα των μεταβλητών.

ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΕΜΠΟΔΙΑ:

Η μεταβλητή « t_{tc_min} » παρουσιάζεται μόνο στο τρίτο μοντέλο και το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής συνεπάγεται ότι, **μείωση της τιμής της συνεχής αυτής μεταβλητής, συνεπάγεται αύξηση της τιμής της ταχύτητας του οδηγού**. Το αποτέλεσμα αυτό θεωρείται εύλογο καθώς είναι φυσικό ότι αν οδηγεί κάποιος και του εμφανισθεί ένα εμπόδιο όσο μεγαλύτερη ταχύτητα έχει τόσο μεγαλύτερη απόσταση θα χρειασθεί για να επιβραδύνει. Έτσι η απόστασή του από το εμπόδιο θα είναι μικρότερη όσο πιο γρήγορα οδηγεί.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της μεταβλητής αυτής είναι 6,505 γεγονός που υποδηλώνει τη στατιστική σημαντικότητα της.

ΠΟΣΟΣΤΟ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΕ 2Η ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΙΒΩΤΙΟΥ

Η μεταβλητή « $g2$ » παρουσιάζεται στο τρίτο μοντέλο με αρνητικό πρόσημο. Παρατηρείται ότι, η **αύξηση της τιμής ποσοστού χρήσης 2^{ης} οδηγεί σε μείωση της ταχύτητας**. Η ταχύτητα αυτή χρησιμοποιείται σε χαμηλές

ταχύτητες οδήγησης, άρα οι οδηγοί που την χρησιμοποιούν περισσότερο σε υπεραστικό περιβάλλον οδήγησης κινούνται πιο αργά.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της μεταβλητής «g2» είναι 6,255, γεγονός που υποδηλώνει τη στατιστική σημαντικότητα της μεταβλητής αυτής.

ΠΟΣΟΣΤΟ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΕ 3Η ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΙΒΩΤΙΟΥ

Η μεταβλητή «g3» παρουσιάζεται στο πρώτο και δεύτερο μοντέλο με θετικό πρόσημο. Παρατηρείται ότι, η **αύξηση της τιμής ποσοστού χρήσης 3^{ης} οδηγεί σε αύξηση της ταχύτητας**. Η ταχύτητα αυτή χρησιμοποιείται συστηματικά στην οδήγηση και ενδεχομένως οι πιο γρήγοροι οδηγοί να την προτιμούν περισσότερο .

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της μεταβλητής «g3» είναι 5,322 και 7,177 στο πρώτο και δεύτερο μοντέλο αντίστοιχα γεγονός που υποδηλώνει τη στατιστική σημαντικότητα των μεταβλητών.

ΜΕΣΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΤΡΟΦΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΜΗΧΑΝΗΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ

Η μεταβλητή «grpr_av» παρουσιάζεται στο πρώτο και δεύτερο μοντέλο με θετικό πρόσημο. Παρατηρείται ότι, αυξημένος μέσος αριθμός στροφών κινητήρα οδηγεί σε **αύξηση της ταχύτητας**. Το αποτέλεσμα αυτό θεωρείται εύλογο καθώς είναι φυσικό ότι η οδήγηση σε αυξημένες στροφές επιφέρει αύξηση της ταχύτητας του οχήματος.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της μεταβλητής «grpr_av» είναι 10,362 και 9,259 στο πρώτο και δεύτερο μοντέλο αντίστοιχα γεγονός που υποδηλώνει τη στατιστική σημαντικότητα των μεταβλητών.

ΜΕΣΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟ ΑΚΡΟ ΤΗΣ ΟΔΟΥ

Η μεταβλητή $\ll dl_av \gg$ παρουσιάζεται στο μοντέλο που αφορά το αστικό περιβάλλον οδήγησης με θετικό πρόσημο. Παρατηρείται ότι, η **αύξηση της μέσης απόστασης του οχήματος από το άκρο της οδού οδηγεί σε αύξηση της ταχύτητας**. Ενδεχομένως οι πιο γρήγοροι οδηγοί να παρουσιάζουν την συνήθεια να οδηγούν χρησιμοποιώντας μεγαλύτερο πλάτος από εκείνο που τους αναλογεί κανονικά.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της στατιστικής σημαντικότητας της μεταβλητής $\ll dl_av \gg$ είναι 1,83.

ΑΤΥΧΗΜΑ

Η μεταβλητή $\ll a3 \gg$ παρουσιάζεται στο τρίτο μοντέλο με θετικό πρόσημο. Αύξηση της τιμής της διακριτής αυτής μεταβλητής, συνεπάγεται αύξηση της τιμής της ταχύτητας του οδηγού. Το θετικό πρόσημο, σε αυτήν την περίπτωση, δηλώνει ότι όταν **συμβαίνει ατύχημα στο υπεραστικό περιβάλλον** (τιμή 1 της μεταβλητής) η **ταχύτητα οδήγησης είναι μεγαλύτερη**. Το αποτέλεσμα αυτό θεωρείται εύλογο αφού η οδήγηση σε μεγάλες ταχύτητες αυξάνει τον κίνδυνο να συμβεί κάποιο ατύχημα.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της μεταβλητής $\ll A3 \gg$ είναι 2,965.

ΑΚΙΝΗΤΟΠΟΙΗΣΗ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΜΙΑΣ ΚΛΗΣΗΣ

Η διακριτή μεταβλητή $\ll bm_2 \gg$ εμπεριέχεται στο τρίτο μοντέλο που αφορά στο υπεραστικό περιβάλλον οδήγησης. Η μεταβλητή αυτή χωρίζει τους οδηγούς σε δύο κατηγορίες. Τους οδηγούς που ακινητοποιούν το όχημα τους για να πραγματοποιήσουν μια κλήση (τιμή 1 της μεταβλητής) και αυτούς που δεν αντιδρούν με αυτόν τον τρόπο σε παρόμοια περίπτωση (τιμή 0 της μεταβλητής). Το αρνητικό πρόσημο δηλώνει **οι οδηγοί που θα ακινητοποιούσαν το όχημά τους για να πραγματοποιήσουν μια κλήση οδηγούν πιο αργά** από τους υπόλοιπους. Ενδεχομένως οι οδηγοί αυτοί (τιμή

1 της μεταβλητής) οδηγούν πιο αργά επειδή είναι πιο προσεκτικοί από τους υπόλοιπους ή επειδή έχουν μειωμένη εμπιστοσύνη στις ικανότητές τους.

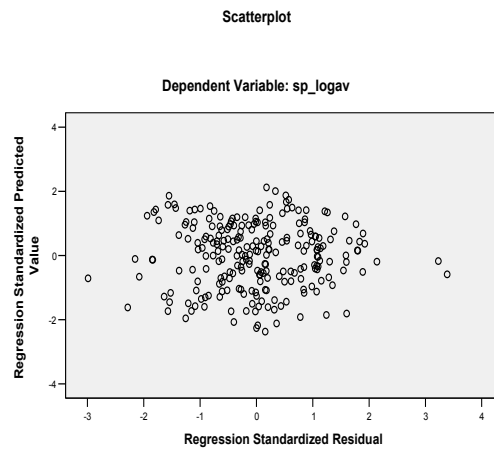
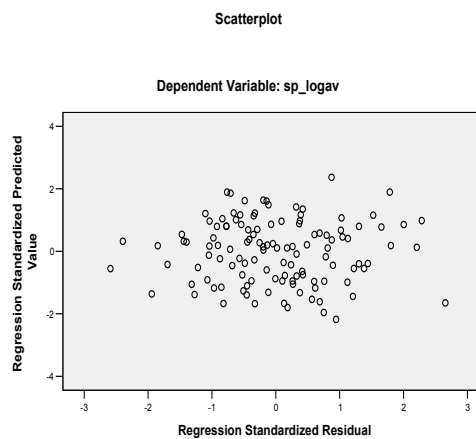
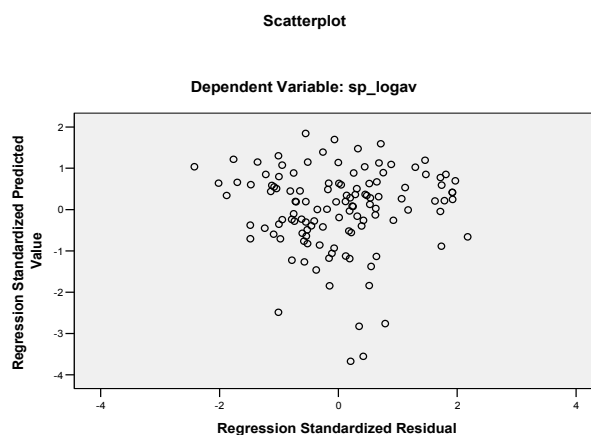
Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της στατιστικής σημαντικότητας της μεταβλητής norm_2 είναι 4,685.

ΤΡΙΤΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗ ΥΠΟ ΒΡΟΧΗ

Η διακριτή μεταβλητή norm_f εμπεριέχεται στο πρώτο και δεύτερο μοντέλο ανάλυσης. Η μεταβλητή αυτή χωρίζει τους οδηγούς σε δύο κατηγορίες. Τους οδηγούς που οδήγησαν τη τελευταία διαδρομή υπό βροχή (τιμή 1 της μεταβλητής) και αυτούς που οδήγησαν τη τελευταία διαδρομή υπό καλό καιρό (τιμή 0 της μεταβλητής). Το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής δηλώνει ότι **όσοι οδήγησαν στο τέλος υπό βροχή οδήγησαν πιο αργά** από τους υπόλοιπους σε κάθε φάση του πειράματος. Το αποτέλεσμα αυτό πιθανόν οφείλεται στο ότι όσοι οδήγησαν πρώτα υπό βροχή στη συνέχεια στην οδήγηση υπό καλό καιρό εκτίμησαν ότι μπορούν να οδηγήσουν πιο γρήγορα γιατί οι συνθήκες τους ευνοούν και παράλληλα η διαδρομή τους ήταν γνωστή ενώ οι υπόλοιποι παρόλο που η διαδρομή τους ήταν γνωστή η βροχή μάλλον λειτούργησε αντισταθμιστικά.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της στατιστικής σημαντικότητας της μεταβλητής norm_f είναι 3,24 και 1,911 στο πρώτο και δεύτερο στατιστικό μοντέλο αντίστοιχα.

Ένας τελευταίος έλεγχος είναι εκείνος που φαίνεται στο διάγραμμα που ακολουθεί, όπου ο άξονας X 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.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.10: Συσχέτιση και διασπορά των σφαλμάτων στο μοντέλο 1**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.11:** Συσχέτιση και διασπορά των σφαλμάτων στο μοντέλο 2**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.12:** Συσχέτιση και διασπορά των σφαλμάτων στο μοντέλο 3

Από τα 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.

5.2.8 ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Ο βαθμός της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών κάθε ενός από τα παραπάνω μοντέλα στην αντίστοιχη εξαρτημένη μεταβλητή που περιέχεται στη μαθηματική σχέση του μοντέλου της ταχύτητας 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 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. Για την εξαγωγή της τιμής της σχετικής επιρροής, υπολογίστηκε ο μέσος όρος των ανωτέρω τιμών.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η έννοια της επιρροής έχει νόημα μόνο για συνεχείς μεταβλητές και όχι για διακριτές μεταβλητές, αλλά στη στατιστική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε στην παρούσα Διπλωματική Εργασία υπολογίστηκε η σχετική επιρροή και για τις διακριτές μεταβλητές ως μια θεωρητική έννοια, μόνο για να πραγματοποιηθεί θεωρητικά μια σύγκριση μεταξύ των μεταβλητών του εκάστοτε μοντέλου σε ότι αφορά στην επιρροή τους στην εξαρτημένη μεταβλητή.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.12: Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλων ταχύτητας

Ανεξάρτητες μεταβλητές	ΑΣΤΙΚΟ ΚΑΙ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ				ΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ				ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ			
	β_i	t	Σχετική επιρροή		β_i	t	Σχετική επιρροή		β_i	t	Σχετική επιρροή	
			e_i	e_i^*			e_i	e_i^*			e_i	e_i^*
Χρήση κινητού	-0.071	-7.47	-0.02	-2.16	-0.094	-7.46	-0.03	-3.98	-0.029	-2.68	-0.01	-4.87
Αστικό περιβάλλον	-0.107	-10.90	-0.03	-3.25	-	-	-	-	-	-	-	-
Μέση απόσταση από το άκρο της οδού	-	-	-	-	0.053	1.83	0.02	2.29	-	-	-	-
Ελάχιστη απόσταση από εμπόδιο	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.058	-6.51	-0.04	-20.02
Ποσοστό χρήσης της 3 ^{ης} ταχύτητα κιβωτίου	0.097	5.32	0.02	2.05	0.183	7.18	0.03	4.38	-	-	-	-
Ποσοστό χρήσης της 2ης ταχύτητα κιβωτίου	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.155	-6.26	-0.02	-9.78
Μέσος αριθμός στροφών κινητήρα	$7.91 \cdot 10^{-5}$	10.36	0.15	13.95	$8.26 \cdot 10^{-5}$	9.26	0.16	19.50	-	-	-	-
Ετήσια απόσταση	$3.75 \cdot 10^{-5}$	4.90	0.02	2.06	$3.40 \cdot 10^{-5}$	3.57	0.02	2.58	-	-	-	-
Ατύχημα	-	-	-	-	-	-	-	-	0.037	2.97	0.002	1.00
3 ^η δοκιμή υπό βροχή	-0.032	-3.24	-0.01	-1.00	-0.023	-1.91	-0.01	-1.00	-	-	-	-
Ακινητοποίηση οχήματος για πραγματοποίηση κλήσης	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.086	-4.69	-0.01	-2.87

Από τον παραπάνω 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.

Εξετάζοντας τα μοντέλα της ταχύτητας παρατηρούμε ότι:

➤ **ΜΟΝΤΕΛΟ 1:** εξέταση **αστικού και υπεραστικού τμήματος:**

Παρατηρείται ότι η μεταβλητή «μέσος αριθμός στροφών κινητήρα» παρουσιάζει την μεγαλύτερη επιρροή συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεταβλητές και έχει 13.95 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με το αν κάποιος οδήγησε στην τρίτη διαδρομή υπό βροχή. Η μεταβλητή «αστικό περιβάλλον» έχει 1,5 φορά μεγαλύτερη επιρροή στην ταχύτητα σε σχέση με τη «χρήση κινητού», ενώ οι μεταβλητές «ποσοστό χρήσης 3^{ης} ταχύτητας» και «ετήσια απόσταση» έχουν σχεδόν την ίδια επιρροή στην ταχύτητα σε σύγκριση με τη χρήση κινητού.

➤ **ΜΟΝΤΕΛΟ 2:** εξέταση **αστικού τμήματος:**

Παρατηρείται ότι η μεταβλητή «μέσος αριθμός στροφών κινητήρα» παρουσιάζει τη μεγαλύτερη επιρροή συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεταβλητές και η επιρροή αυτή έχει 19.50 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με το αν κάποιος οδήγησε στην τρίτη διαδρομή υπό βροχή. Η μεταβλητή «ποσοστό χρήσης 3^{ης} ταχύτητας» επηρεάζει τη μέση ταχύτητα οδήγησης 1,10 φορές περισσότερο σε σχέση με τη «χρήση κινητού», ενώ οι μεταβλητές «ετήσια απόσταση» και «μέση απόσταση από το άκρο της οδού» παρουσιάζουν 0,64 και 0,57 φορές μικρότερη επιρροή σε σύγκριση με τη χρήση κινητού.

➤ **ΜΟΝΤΕΛΟ 3:** εξέταση **υπεραστικού τμήματος:**

Παρατηρείται ότι η μεταβλητή «ελάχιστη απόσταση από εμπόδιο» παρουσιάζει την μεγαλύτερη επιρροή συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεταβλητές και η επιρροή αυτή είναι 20.02 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με

το αν συνέβη σε κάποιον οδηγό ατύχημα. Η μεταβλητή «ποσοστό χρήσης 2^{ης} ταχύτητας κιβωτίου» παρουσιάζει 2 φορές μεγαλύτερη επιρροή στη μέση ταχύτητα οδήγησης σε σχέση με τη «χρήση κινητού» ενώ η μεταβλητή «ακινητοποίηση οχήματος για πραγματοποίηση κλήσης» επηρεάζει τη μέση ταχύτητα οδήγησης 0,6 φορές λιγότερο σε σχέση με τη χρήση κινητού τηλεφώνου.

Ως **γενικά συμπεράσματα** αναφέρεται ότι:

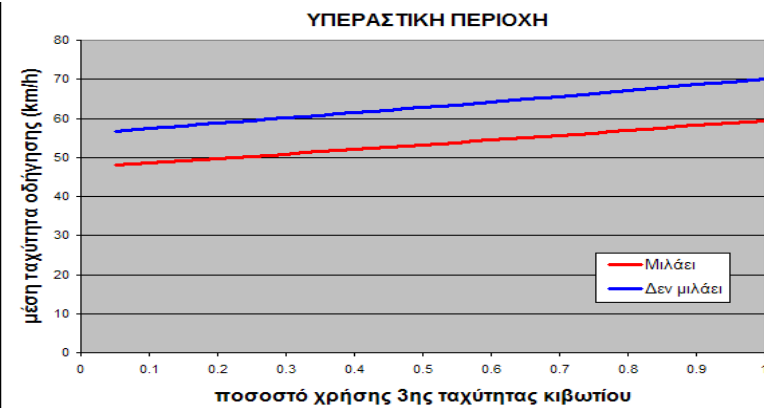
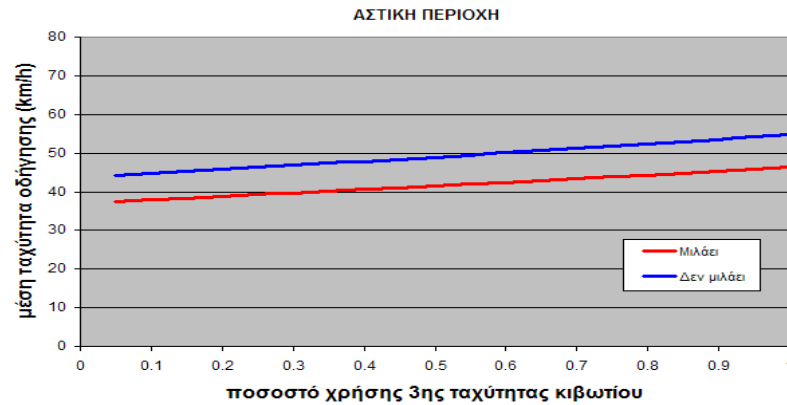
- Η χρήση κινητού τηλεφώνου οδηγεί στη μείωση της μέσης ταχύτητας οδήγησης και στα τρία μοντέλα που αναπτύχθηκαν. Η επιρροή της είναι μεγαλύτερη στο αστικό περιβάλλον οδήγησης όπου οι οδηγοί μειώνουν περισσότερο την ταχύτητά τους λόγω της χρήσης κινητού.
- Η μεταβλητή «μέσος αριθμός στροφών κινητήρα» έχει μεγάλη επιρροή στην ταχύτητα όπως φάνηκε στο μοντέλο που εξετάζει αστικό και υπεραστικό περιβάλλον και στο μοντέλο που εξετάζει το υπεραστικό περιβάλλον οδήγησης. Συγκεκριμένα έχει 6,45 και 3,98 φορές μεγαλύτερη επιρροή στην ταχύτητα οδήγησης σε σχέση με τις με τη μεταβλητή «χρήση κινητού τηλεφώνου». Η μεταβλητή «μέσος αριθμός στροφών κινητήρα» δεν επέφερε καμία αλλαγή στην ταχύτητα οδήγησης όταν διερευνήθηκε στο υπεραστικό περιβάλλον
- Στο υπεραστικό περιβάλλον μεγαλύτερη επιρροή παρουσιάζει η μεταβλητή «ελάχιστη απόσταση από εμπόδιο» που επιφέρει 4,11 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τη μεταβλητή «χρήση κινητού τηλεφώνου».
- Η μέση ταχύτητα οδήγησης επηρεάζεται από το ποσοστό χρήσης των ταχυτήτων κιβωτίου. Συγκεκριμένα οι οδηγοί που χρησιμοποίησαν σε μεγαλύτερο ποσοστό την 2^η ταχύτητα υπολογίσθηκε ανέπτυσαν μικρότερη ταχύτητα στο υπεραστικό περιβάλλον ενώ όπως υπολογίσθηκε μοντέλο της συνολικής διαδρομής (αστικό και υπεραστικό) και αστικού περιβάλλοντος όσοι οδηγοί χρησιμοποίησαν

περισσότερο την 3^η ταχύτητα κιβωτίου οδηγούσαν με μεγαλύτερη ταχύτητα.

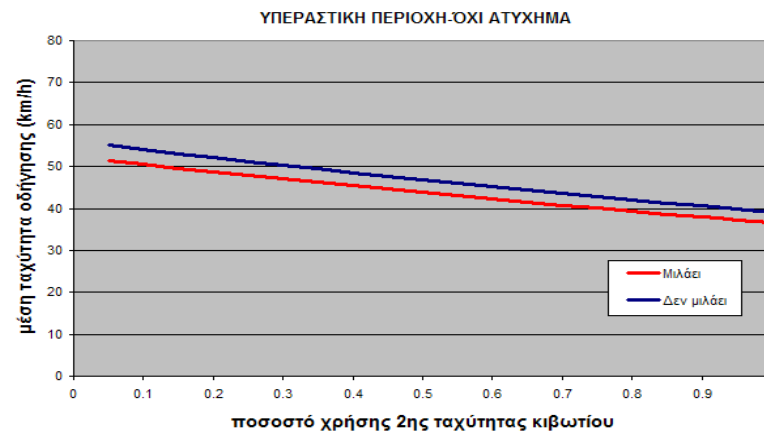
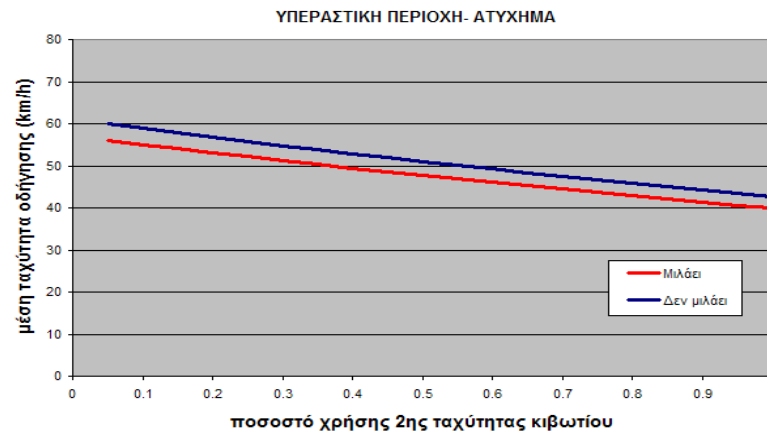
5.2.9 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ

Στο παρόν εδάφιο παρουσιάζονται ορισμένα **διαγράμματα ευαισθησίας**, που αναπτύχθηκαν, με στόχο την καλύτερη κατανόηση της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη μεταβλητή, που προβλέπει το μοντέλο της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης. Τέλος αναφέρονται μερικά γενικά συμπεράσματα.

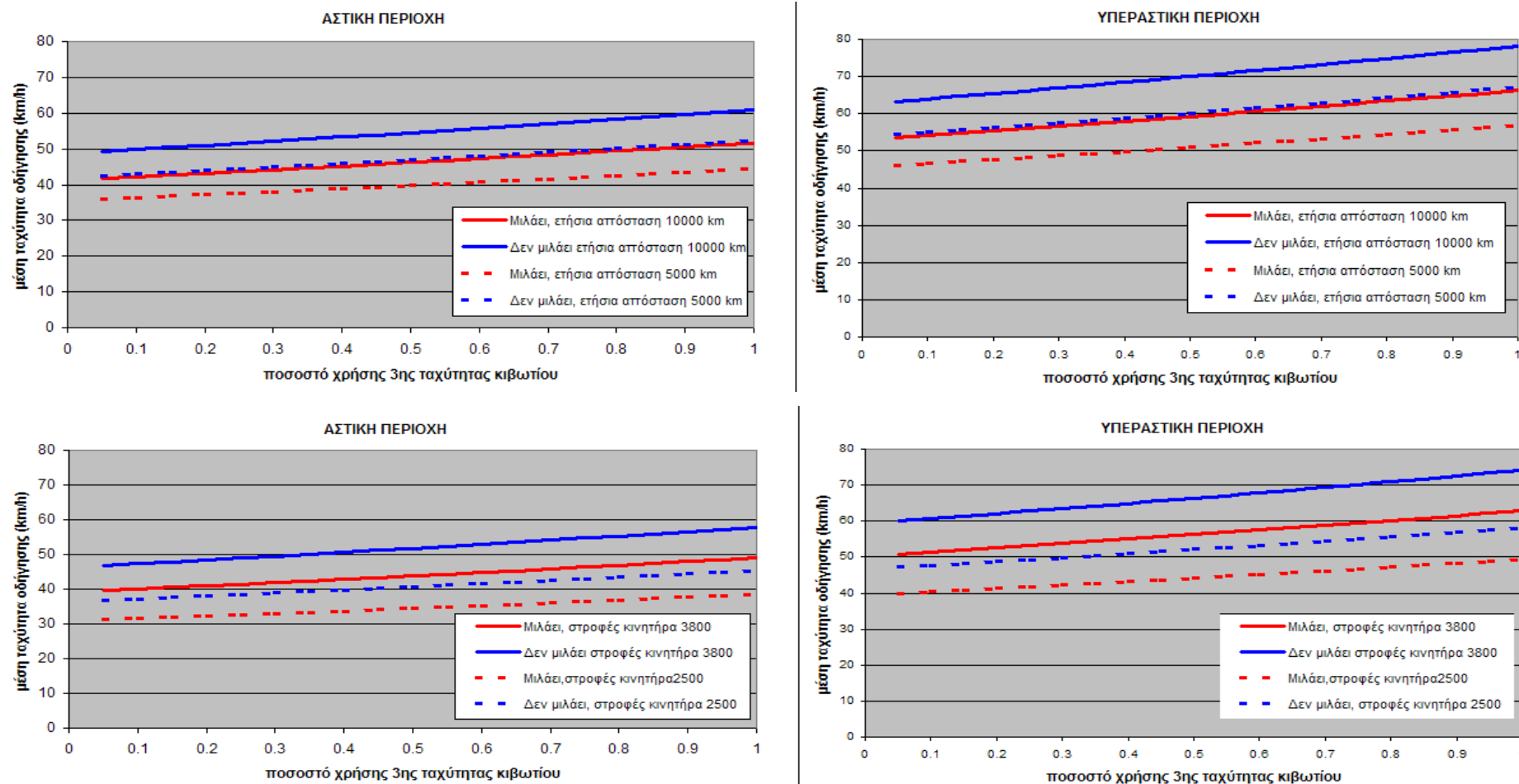
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.13: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με ποσοστό χρήσης 3^{ης} ταχύτητας κιβωτίου ανά τύπο περιοχής, χρήση κινητού (mileage=10.000, rpr_av=3500).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.14: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με ποσοστό χρήσης 2^{ης} ταχύτητας κιβωτίου σε υπεραστικό περιβάλλον σε συνάρτηση με χρήση κινητού και εμπλοκή σε ατύχημα (TTC_min=1, BM_2=0).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.15: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με ποσοστό χρήσης 3ης ταχύτητας κιβωτίου (i) ανά τύπο περιοχής και χρήση κινητού για οδηγούς που διανύουν διαφορετική ετήσια απόσταση (grpr_av=3500), (ii) για οδηγούς που οδηγούν με διαφορετικές μέσες στροφές κινητήρα (mileage=10.000).



Από τα παραπάνω διαγράμματα ευαισθησίας προκύπτουν τα εξής γενικά συμπεράσματα:

- Η μέση ταχύτητα οδήγησης ήταν μεγαλύτερη στο υπεραστικό σε σχέση με το αστικό τμήμα.
- Οι οδηγοί μείωσαν την ταχύτητά τους όταν χρησιμοποιούν το τηλέφωνο τους ανεξάρτητα από το αν βρίσκονται σε αστικό ή υπεραστικό τμήμα της οδού.
- Οι οδηγοί που μετείχαν σε ατύχημα στο υπεραστικό τμήμα οδηγούσαν με μεγαλύτερη ταχύτητα σε σχέση με τους υπόλοιπους ανεξάρτητα από το αν μιλούσαν ή όχι στο κινητό.
- Οι οδηγοί που διανύουν περισσότερα χιλιόμετρα ετησίως με το όχημά τους οδήγησαν πιο γρήγορα.
- Η ταχύτητα των οδηγών είναι μεγαλύτερη όσοι μεγαλύτερος είναι ο αριθμός στροφών που χρησιμοποιούν τον κινητήρα.
- Οι οδηγοί που χρησιμοποίησαν περισσότερο την 3^η ταχύτητα του κιβωτίου οδήγησαν πιο γρήγορα.

5.3 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ

Ο στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση της επιρροής της χρήσης κινητού τηλεφώνου στη συμπεριφορά και την ασφάλεια του οδηγού. Στην παράγραφο αυτή θα περιγραφεί η **διαδικασία ανάλυσης για την ανάπτυξη των μοντέλων που αφορούν την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα** και να εξετασθεί η επιρροή της χρήσης του κινητού τηλεφώνου. Συνολικά θα πραγματοποιηθούν τρεις στατιστικές αναλύσεις. Δύο στατιστικές αναλύσεις θα διερευνήσουν τις μεταβλητές που ερμηνεύουν την πιθανότητα ατυχήματος ξεχωριστά για αστικό και υπεραστικό περιβάλλον οδήγησης και άλλη μία για αστικό και υπεραστικό περιβάλλον μαζί. Σκοπός αυτής της διάκρισης είναι να υπολογισθεί ένα στατιστικά σημαντικό μοντέλο

για κάθε περίπτωση και να ερευνηθεί αν οι μεταβλητές που επηρεάζουν τη την πιθανότητα ατυχήματος έχουν την ίδια επιρροή ή διαφέρουν ανάλογα με τον τύπο της οδού.

5.3.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ - ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Στο στατιστικό μοντέλο προσδιορισμού της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα εξετάσθηκαν οι μεταβλητές που περιγράφηκαν στους πίνακες 4.2 και 4.6. Η βάση δεδομένων εισήχθη 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). Παρακάτω αναφέρονται οι μεταβλητές που περιλαμβάνονται στα τελικά στατιστικά πρότυπα.

ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ:

a3: το αν συνέβη ατύχημα στους οδηγούς (1=Ναι, 0=Όχι)

ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ:

event_m: η πραγματοποίηση κάποιου μη αναμενόμενου γεγονότος κατά τη χρήση κινητού τηλεφώνου (1=Ναι, 0=Όχι)

event_nm: πραγματοποίηση κάποιου μη αναμενόμενου γεγονότος σε χρονική στιγμή που ο οδηγός δεν χρησιμοποιεί το κινητό του τηλέφωνο (1=Ναι, 0=Όχι)

rainy: οδήγηση υπό βροχή (1=Ναι, 0=Όχι)

test_1: πρώτη διαδρομή μετά τη δοκιμαστική (1=Ναι, 0=Όχι)

dl_av: μέση απόσταση οχήματος από το δεξί άκρο της οδού σε μέτρα

use_2: ο οδηγός χρησιμοποιεί το κινητό τηλέφωνο στο αυτοκίνητο του με σύστημα ενσύρματων ακουστικών (1=Ναι, 0=Όχι)

use_5: ο οδηγός δεν χρησιμοποιεί το κινητό τηλέφωνο στο αυτοκίνητο του (1=Ναι, 0=Όχι)

g2: ποσοστό διαδρομής που χρησιμοποιήθηκε 2η ταχύτητα κιβωτίου

g4: ποσοστό διαδρομής που χρησιμοποιήθηκε 4η ταχύτητα κιβωτίου

change_speed: μείωση μέσης ταχύτητας κατά τη διάρκεια χρήσης κινητού

percentage_change_speed: ποσοστό μείωσης μέσης ταχύτητας κατά τη διάρκεια χρήσης κινητού

Επισημαίνεται ότι, από τις ανωτέρω μεταβλητές, οι μεταβλητές: g2, g4, change_speed, percentage_change_speed και DL_av ορίστηκαν ως συνεχείς (scale). Αντίθετα, όλες οι υπόλοιπες μεταβλητές ορίστηκαν ως ποιοτικές (nominal), χωρίς όμως να έχουν την έννοια της φυσικής διάταξης (ordinal). Οι δυνατές τιμές των ποιοτικών μεταβλητών 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 5.13: Κατηγοριοποίηση διακριτών μεταβλητών των μοντέλων της διερεύνησης πιθανότητας να συμβεί ατύχημα

Μεταβλητές	Τιμή "0"	Τιμή "1"
rainy	Καλός καιρός	Οδήγηση υπό βροχή
event_m	Χωρίς εμφάνιση κινδύνου κατά τη χρήση κινητού	Εμφάνιση κινδύνου κατά τη χρήση κινητού
event_nm	Χωρίς εμφάνιση κινδύνου όταν δεν χρησιμοποιείται κινητό	Εμφάνιση κινδύνου όταν δεν χρησιμοποιείται κινητό
use_2	Ο οδηγός δεν χρησιμοποιεί το κινητό στο αυτοκίνητο του με σύστημα ενσύρματων ακουστικών	Ο οδηγός χρησιμοποιεί το κινητό στο αυτοκίνητο του με σύστημα ενσύρματων ακουστικών
use_5	Ο οδηγός συνηθίζει να μιλάει στο κινητό ενώ οδηγεί	Ο οδηγός δεν μιλάει στο κινητό ενώ οδηγεί
test_1	Δεύτερη δοκιμή μετά τη δοκιμαστική	Πρώτη δοκιμή μετά τη δοκιμαστική

5.3.2 ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ

Με στόχο τη **διερεύνηση της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα** ως εξαρτημένη μεταβλητή ελήφθη η μεταβλητή <<A3>>, δηλαδή το αν συνέβη ή όχι ατύχημα στους οδηγούς του πειράματος σε κάποιο τμήμα της οδού. Η μεταβλητή αυτή είναι διακριτή και μάλιστα είναι δυνατό να λάβει μόνο δύο τιμές (1=ΑΤΥΧΗΜΑ, 0=ΟΧΙ ΑΤΥΧΗΜΑ).

Για το λόγο αυτό η ανάλυση έγινε με **λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης** (binary logistic regression). Η λογιστική παλινδρόμηση εφαρμόζεται μέσω της ακολουθίας των εντολών: analyze → regression → binary logistic. Τη μετάβαση στην επιλογή binary logistic 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 Covariates. Στη συνέχεια στην επιλογή categorical τοποθετούμε όσες από τις ανεξάρτητες μεταβλητές είναι διακριτές.

Γενικά, ισχύει ό,τι και στην απλή γραμμική και λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση με τη διαφορά ότι στη λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης το αντίστοιχο t-test έχει την ονομασία **Wald**. Η τιμή του Wald για κάθε μεταβλητή πρέπει να είναι μεγαλύτερη του 1,7 όπως ακριβώς και για το συντελεστή t.

Σημαντικό ρόλο στην επιλογή των μεταβλητών των μοντέλων της λογιστικής ανάλυσης παλινδρόμησης παίζει η **πιθανοφάνεια**. Για την εκτίμηση της επιρροής των παραμέτρων β χρησιμοποιείται η μέθοδος της μεγιστοποίησης της πιθανοφάνειας. Για να επιτευχθεί υψηλή πιθανοφάνεια προσπαθούμε ο λογάριθμος των συναρτήσεων πιθανοφάνειας $L = -\log(\text{likelihood})$ να είναι όσο το δυνατόν μικρότερος και προτιμούνται τα μοντέλα με μικρότερο λογάριθμο της συνάρτησης πιθανοφάνειας L. Μοντέλα που περιέχουν πολλές μεταβλητές είναι περισσότερο σύνθετα και χρειάζεται ένας κανόνας να αποφασίζει εάν η μείωση του **$L = -\log(\text{likelihood})$** αξίζει την αυξημένη πολυπλοκότητα και για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούμε το **Likelihood Ratio**

Test (LRT) (κριτήριο λόγου πιθανοφάνειας). Σύμφωνα με το κριτήριο του λόγου πιθανοφανειών (LRT) εάν η διαφορά $LRT = -2 * (\hat{L}(b) - L(0))$, όπου $\hat{L}(b) = L(\text{μοντέλο με τις } p \text{ μεταβλητές})$ ενώ $L(0) = L(\text{μοντέλο χωρίς τις } p \text{ μεταβλητές})$, είναι μεγαλύτερη από την τιμή του κριτηρίου χ^2 για p βαθμούς ελευθερίας σε επίπεδο σημαντικότητας 5% το μοντέλο είναι στατιστικά προτιμότερο από το μοντέλο χωρίς τις μεταβλητές και γίνονται δεκτές οι μεταβλητές ως σημαντικές.

Ο συντελεστής ρ^2 καθορίζει την ποιότητα του μοντέλου. Ο συντελεστής αυτός, είναι ανάλογος του συντελεστή R^2 της απλής γραμμικής και λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης, και χρησιμοποιείται ως κριτήριο καλής προσαρμογής των δεδομένων στο μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης. Υπολογίζεται ως εξής $\rho^2 = 1 - (\hat{L}(b) / L(0))$ όπου $\hat{L}(b) = L(\text{μοντέλο με τις } p \text{ μεταβλητές})$ ενώ $L(0) = L(\text{μοντέλο χωρίς τις } p \text{ μεταβλητές})$. 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 ρ^2 στην μονάδα, τόσο πιο ισχυρή είναι η γραμμική σχέση εξάρτησης των μεταβλητών Y και X . Επισημαίνεται ότι, ο συντελεστής ρ^2 έχει και εδώ συγκριτική αξία. Αυτό σημαίνει ότι, δεν υπάρχει συγκεκριμένη τιμή του ρ^2 που κρίνεται ως αποδεκτή ή απορριπτέα, αλλά μεταξύ δύο ή περισσότερων μοντέλων επιλέγεται ως καταλληλότερο εκείνο με τη μεγαλύτερη τιμή του ρ^2 .

Επιπροσθέτως, **ελέγχεται σε ποιο ποσοστό** το μοντέλο της λογιστικής παλινδρόμησης είναι σε θέση να προβλέψει σωστά την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα. Επιθυμείται να προβλέπονται σωστά η περίπτωση που συνέβη ή όχι ατύχημα σε όσο το δυνατόν πιο μεγάλο ποσοστό. Ο μέσος όρος του ποσοστού αυτού για τα δύο ενδεχόμενα είναι σκόπιμο να είναι μεγαλύτερος από το 65% και να μην υπάρχει μεγάλη διαφορά μεταξύ των δυο αντίστοιχων ποσοστών των δυο ενδεχόμενων.

5.3.3 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Τα αποτελέσματα της διαδικασίας διερεύνησης της συσχέτισης τόσο για τις συνεχείς, όσο και για τις διακριτές μεταβλητές, που ελήφθησαν υπόψη στα τελικά μοντέλα, φαίνονται στους πίνακες που ακολουθούν. Παρόλο που το στατιστικό πρόγραμμα, μεταξύ των μεταβλητών <<event_nm>> , <<event_m>> του Πίνακα 5.14 και <<event_m>> , <<rainy>> του Πίνακα 5.16 υπολόγισε ότι υπάρχει συσχέτιση, αυτές δεν αγνοήθηκαν από τα μοντέλα καθώς είναι μεταξύ τους ανεξάρτητες και το ενδεχόμενο να συμβούν ρυθμίζεται τυχαία.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.14: Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών του μοντέλου της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα σε αστικό και υπεραστικό περιβάλλον

Correlations						
		rainy	event_m	event_nm	USE_5	test_1
rainy	Pearson Correlation	1	-.164	.009	-.013	-.067
	Sig. (2-tailed)		.073	.926	.887	.469
	N	120	120	120	120	120
event_m	Pearson Correlation	-.164	1	-.334**	-.031	.175
	Sig. (2-tailed)	.073		.000	.738	.056
	N	120	120	120	120	120
event_nm	Pearson Correlation	.009	-.334**	1	.101	-.052
	Sig. (2-tailed)	.926	.000		.271	.575
	N	120	120	120	120	120
USE_5	Pearson Correlation	-.013	-.031	.101	1	.000
	Sig. (2-tailed)	.887	.738	.271		1.000
	N	120	120	120	120	120
test_1	Pearson Correlation	-.067	.175	-.052	.000	1
	Sig. (2-tailed)	.469	.056	.575	1.000	
	N	120	120	120	120	120

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.15: Συσχέτιση συνεχών μεταβλητών του μοντέλου της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα σε αστικό και υπεραστικό περιβάλλον

Correlations

		DL_av	change_speed	g2
DL_av	Pearson Correlation	1	.078	.131
	Sig. (2-tailed)		.398	.154
	N	120	120	120
change_speed	Pearson Correlation	.078	1	-.140
	Sig. (2-tailed)	.398		.126
	N	120	120	120
g2	Pearson Correlation	.131	-.140	1
	Sig. (2-tailed)	.154	.126	
	N	120	120	120

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.16: Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών του μοντέλου της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα σε αστικό περιβάλλον

Correlations

		event_m	RAINY	test_1	USE_2
event_m	Pearson Correlation	1	-.059	.107	.131
	Sig. (2-tailed)		.657	.414	.317
	N	60	60	60	60
RAINY	Pearson Correlation	-.059	1	-.100	-.011
	Sig. (2-tailed)	.657		.447	.933
	N	60	60	60	60
test_1	Pearson Correlation	.107	-.100	1	.000
	Sig. (2-tailed)	.414	.447		1.000
	N	60	60	60	60
USE_2	Pearson Correlation	.131	-.011	.000	1
	Sig. (2-tailed)	.317	.933	1.000	
	N	60	60	60	60

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.17: Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών του μοντέλου της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα σε υπεραστικό περιβάλλον

Correlations

		event_m	USE_5	rainy
event_m	Pearson Correlation	1	.195	-.266*
	Sig. (2-tailed)		.136	.040
	N	60	60	60
USE_5	Pearson Correlation	.195	1	-.013
	Sig. (2-tailed)	.136		.921
	N	60	60	60
rainy	Pearson Correlation	-.266*	-.013	1
	Sig. (2-tailed)	.040	.921	
	N	60	60	60

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

5.3.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ

Στη συνέχεια παρατίθενται τα τελικά μοντέλα λογιστικής παλινδρόμησης που περιγράφουν την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα.

Στα τελικά μοντέλα λογιστικής παλινδρόμησης **παρατηρούνται τα εξής:**

- i. Οι λόγοι πιθανοφανειών του μοντέλου (Likelihood Ratio test) ικανοποιούν το κριτήριο: $LRT = -2 * (L(\hat{b}) - L(0)) > \chi^2$ με n-1 βαθμούς ελευθερίας σε επίπεδο σημαντικότητας 5% .
- ii. Ο συντελεστής ρ^2 υπολογίσθηκε ίσος με 0,347 , 0,469 , 0,31 αντίστοιχα για κάθε ένα από τα τρία μοντέλα που αναπτύχθηκαν.
- iii. Ο μέσος όρος του ποσοστού που προβλέπονται τα ατυχήματα είναι 90,8%, 95% και 90% αντίστοιχα για τα τρία μοντέλα. Αναλυτικότερα η πιθανότητα να προβλεφθεί σωστά ότι συνέβη ατύχημα είναι 57,9% για το πρώτο μοντέλο, 66,7% για το δεύτερο μοντέλο , 53,8% για το τρίτο μοντέλο ενώ ότι δε συνέβη 97,0%, 98,1% και 100,0% αντίστοιχα.
- iv. Οι μεταβλητές που επηρεάζουν την εξαρτημένη μεταβλητή παρουσιάζουν υψηλούς συντελεστές Wald.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.18: Αποτελέσματα λογιστικής παλινδρόμησης
στο μοντέλο υπεραστικού και αστικού περιβάλλοντος

ΑΔΕΙΟ ΜΟΝΤΕΛΟ

Model Summary	
Step	-2 Log likelihood
1	104.855 ^a

ΤΕΛΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΜΕ ΤΙΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ

Model Summary	
Step	-2 Log likelihood
1	68.546 ^a

Likelihood Ratio test

$LRT = -2*(L(\hat{b}) - L(0)) = 104.855 - 68.546 = 36.309 > \chi^2$ με 8 βαθμούς ελευθερίας (=15.51) σε επίπεδο σημαντικότητας 5%

Υπολογισμός ρ^2

$$\rho^2 = 1 - \frac{L(\hat{b})}{L(0)} = 1 - \frac{68.546/2}{104.855/2} = 0.347$$

Classification Table^a

		Predicted		
		a3		Percentage Correct
		.00	1.00	
Step 1	a3	.00		
		98	3	97.0
		8	11	57.9
Overall Percentage				90.8

a. The cut value is .500

Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1 ^a	rainy(1)	1.798	.767	5.491	1	.019	6.039
	event_m(1)	3.295	.919	12.842	1	.000	26.964
	event_nm(1)	2.100	.909	5.333	1	.021	8.169
	g2	2.761	1.496	3.405	1	.065	15.810
	change_speed	-.138	.058	5.662	1	.017	.871
	USE_5(1)	1.726	.827	4.352	1	.037	5.618
	test_1(1)	-1.567	.711	4.855	1	.028	.209
	DL_av	3.134	2.497	1.576	1	.209	22.965
	Constant	-7.244	2.362	9.403	1	.002	.001

a. Variable(s) entered on step 1: rainy, event_m, event_nm, g2, change_speed, USE_5, test_DL_av.

Στο μοντέλο του ατυχήματος σε αστικό και υπεραστικό περιβάλλον παρατηρούνται τα εξής γενικά συμπεράσματα:

1. Το κινητό είναι επικίνδυνο στην οδήγηση παρά τη μείωση της ταχύτητας κατά τη χρήση του από τους οδηγούς.

2. Την μεγαλύτερη επιρροή παρουσιάζει η μεταβλητή <<event_m>>, γεγονός που αποδεικνύει ότι η χρήση κινητού τηλεφώνου αποσπά την προσοχή του οδηγού και αυξάνει την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα.
3. Η βροχή και η εμφάνιση κάποιου μη αναμενόμενου γεγονότος αποτελούν εξίσου σημαντικούς παράγοντες που αυξάνουν την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα.
4. Οι οδηγοί που συνηθίζουν να χρησιμοποιούν συχνότερα την 2^η ταχύτητα κιβωτίου και οδηγούν σε μεγαλύτερη απόσταση από το άκρο της οδού έχουν αυξημένο κίνδυνο να τους συμβεί ατύχημα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.19: Αποτελέσματα λογιστικής παλινδρόμησης στο μοντέλο αστικού περιβάλλοντος

ΑΔΕΙΟ ΜΟΝΤΕΛΟ

Model Summary	
Step	-2 Log likelihood
1	39.010 ^a

ΤΕΛΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΜΕ ΤΙΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ

Model Summary	
Step	-2 Log likelihood
1	20.871 ^a

Likelihood Ratio test

$LRT = -2 * (L(b) - L(0)) = 39.010 - 20.871 = 18.139 > \chi^2$ με 5 βαθμούς ελευθερίας (=11.07) σε επίπεδο σημαντικότητας 5%

Υπολογισμός ρ^2

$$\rho^2 = 1 - \frac{L(b)}{L(0)} = 1 - \frac{20.871/2}{39.010/2} = 0.4649$$

Classification Table^a

Observed			Predicted		
			A3		Percentage Correct
			.00	1.00	
Step 1	A3	.00	53	1	98.1
		1.00	2	4	66.7
Overall Percentage					95.0

a. The cut value is .500

Variables in the Equation

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1						
RAINY(1)	3.680	2.342	2.468	1	.116	39.640
event_m(1)	2.765	1.449	3.644	1	.056	15.885
test_1(1)	-2.893	1.754	2.720	1	.099	.055
USE_2(1)	3.016	1.602	3.543	1	.060	20.408
percentage_change_speed	-.074	.044	2.903	1	.088	.928
Constant	-5.074	2.461	4.250	1	.039	.006

a. Variable(s) entered on step 1: RAINY, event_m, test_1, USE_2, percentage_change_speed

Στο μοντέλο του ατυχήματος στο αστικό περιβάλλον παρατηρούνται τα εξής γενικά συμπεράσματα:

1. Το κινητό είναι επικίνδυνο στην οδήγηση παρά τη μείωση της ταχύτητας κατά τη χρήση του από τους οδηγούς.
2. Την μεγαλύτερη επιρροή παρουσιάζει η μεταβλητή «rainy» γεγονός που αποδεικνύει στην οδήγηση υπό βροχή υπάρχουν αυξημένες πιθανότητες να συμβεί ατύχημα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.20: Αποτελέσματα λογιστικής παλινδρόμησης στο μοντέλο υπεραστικού περιβάλλοντος

ΑΔΕΙΟ ΜΟΝΤΕΛΟ

Model Summary

Step	-2 Log likelihood
1	62.719 ^a

ΤΕΛΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΜΕ ΤΙΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ

Model Summary

Step	-2 Log likelihood
1	43.261 ^a

Likelihood Ratio test

$LRT = -2 * (\hat{L}(b) - L(0)) = 62.719 - 43.261 = 19.458 > \chi^2$ με 4 βαθμούς ελευθερίας (=9.49) σε επίπεδο σημαντικότητας 5%

Υπολογισμός ρ^2

$$\rho^2 = 1 - \frac{\hat{L}(b)}{L(0)} = 1 - \frac{43.261/2}{62.719/2} = 0.31$$

Classification Table^a

		Predicted		
		A3		Percentage Correct
		.00	1.00	
Step 1	A3	.00		
		47	0	100.0
		6	7	53.8
Overall Percentage				90.0

a. The cut value is .500

Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1	rainy(1)	1.236	.896	1.901	1	.168	3.441
	event_m(1)	1.542	.869	3.147	1	.076	4.675
	USE_5(1)	3.214	1.152	7.789	1	.005	24.889
	g4	-2.699	1.711	2.487	1	.115	.067
	Constant	-2.527	.981	6.634	1	.010	.080

a. Variable(s) entered on step 1: rainy, event_m, USE_5, g4.

Στο μοντέλο του ατυχήματος στο υπεραστικό περιβάλλον **παρατηρούνται τα εξής γενικά συμπεράσματα:**

1. Το κινητό είναι επικίνδυνο στην οδήγηση αφού αυξάνει τον κίνδυνο να συμβεί ατύχημα.
2. Οι οδηγοί που χρησιμοποιούν συχνότερα την 4^η ταχύτητα κιβωτίου έχουν λιγότερες πιθανότητες να τους συμβεί ατύχημα σε υπεραστικό περιβάλλον.
3. Στην οδήγηση υπό βροχή η πιθανότητες να συμβεί ατύχημα είναι αυξημένες.

5.3.5 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Παραπάνω παρουσιάστηκαν τα τελικά μοντέλα τη λογιστικής παλινδρόμησης. Στη συνέχεια παρουσιάζονται **οι μαθηματικές σχέσεις** που αναπτύχθηκαν για να υπολογίσουν την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα. Οι μαθηματικές σχέσεις αυτές υπολογίζουν τη συνάρτηση χρησιμότητας U ή αλλιώς **Utility Function**. Οπότε η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα είναι:

$$P = \frac{e^U}{e^U + 1}$$

- **ΜΟΝΤΕΛΟ 1:** Η μαθηματική σχέση του μοντέλου που προέκυψε κατά την εξέταση αστικού και υπεραστικού τμήματος είναι:

$$U = 3.295 * \text{event_m} + 2.100 * \text{event_nm} + 2.761 * \text{g2} + 1.798 * \text{rainy} \\ - 0.138 * \text{change_speed} + 1.726 * \text{use_5} - 1.567 * \text{test_1} + 3.134 * \text{DL_av} \\ - 7.244$$

- **ΜΟΝΤΕΛΟ 2:** Η μαθηματική σχέση του μοντέλου που προέκυψε κατά την εξέταση αστικού τμήματος είναι:

$$U = 2.765 * \text{event_m} - 2.893 * \text{test_1} + 3.016 * \text{use_2} + 3.680 * \text{rainy} \\ - 0.074 * \text{percentage_change_speed} - 5.074$$

- **ΜΟΝΤΕΛΟ 3:** Η μαθηματική σχέση του μοντέλου που προέκυψε κατά την εξέταση υπεραστικού τμήματος είναι:

$$U = 1.542 * \text{event_m} + 3.214 * \text{use_5} + 1.236 * \text{rainy} - 2.699 * \text{g4} - 2.527$$

Όπου

event_m: η πραγματοποίηση κάποιου μη αναμενόμενου γεγονότος κατά την χρήση κινητού τηλεφώνου (1=Ναι, 0=Όχι)

event_nm: η πραγματοποίηση κάποιου μη αναμενόμενου γεγονότος σε χρονική στιγμή που ο οδηγός δεν χρησιμοποιεί το κινητό του τηλέφωνο (1=Ναι, 0=Όχι)

rainy: οδήγηση υπό βροχή (1=Ναι, 0=Όχι)

g2: ποσοστό διαδρομής που χρησιμοποιήθηκε 2η ταχύτητα κιβωτίου

g4: ποσοστό διαδρομής που χρησιμοποιήθηκε 4η ταχύτητα κιβωτίου

test_1: πρώτη διαδρομή μετά τη δοκιμαστική (1=Ναι, 0=Όχι)

DL_av: μέση απόσταση οχήματος από το δεξί άκρο της οδού σε μέτρα

use_2: ο οδηγός χρησιμοποιεί το κινητό τηλέφωνο στο αυτοκίνητο του με σύστημα ενσύρματων ακουστικών (1=Ναι, 0=Όχι)

use_5: ο οδηγός δεν χρησιμοποιεί το κινητό τηλέφωνο στο αυτοκίνητο του (1=Ναι, 0=Όχι)

change_speed: μείωση μέσης ταχύτητας κατά τη διάρκεια χρήσης κινητού, υπολογίζεται ως η διαφορά της μέσης ταχύτητας οδήγησης στο τμήμα που ο οδηγός δεν μιλάει στο κινητό μείον τη μέση ταχύτητα οδήγησης στο τμήμα που ο οδηγός μιλάει στο κινητό.

percentage_change_speed: ποσοστό μείωσης μέσης ταχύτητας κατά τη διάρκεια χρήσης κινητού, υπολογίζεται ως η μεταβολή επί της εκατό της μέσης ταχύτητας οδήγησης στο τμήμα που ο οδηγός δεν μιλάει στο κινητό από τη μέση ταχύτητα οδήγησης στο τμήμα που ο οδηγός μιλάει στο κινητό.

Η ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΠΟΙΟΥ ΜΗ ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΟΥ ΓΕΓΟΝΟΤΟΣ ΕΝΩ Ο ΟΔΗΓΟΣ ΜΙΛΑ ΣΤΟ ΚΙΝΗΤΟ ΤΗΛΕΦΩΝΟ

Από το θετικό πρόσημο της μεταβλητής, προκύπτει ότι, **όσο αυξάνεται η τιμή της διακριτής μεταβλητής «event_m», αυξάνεται η τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής**. Δηλαδή υπάρχει αυξημένος κίνδυνος να συμβεί ατύχημα όταν κάποιο μη αναμενόμενο γεγονός (π.χ ξαφνική επιβράδυνση προπορευόμενου οχήματος, εμφάνιση εμποδίου κ.α) συμβεί ενώ ο οδηγός μιλάει στο κινητό τηλέφωνό του. Το αποτέλεσμα αυτό θεωρείται εύλογο καθώς όπως έχουν αποδείξει πολλές έρευνες η χρήση του κινητού αποσπά τη συγκέντρωση του οδηγού και αυξάνει τον χρόνο αντίδρασής του, με

αποτέλεσμα σε μια επικίνδυνη κατάσταση αυτός να μην είναι σε θέση να ανταποκριθεί κατάλληλα.

Αναφέρεται και εδώ ότι, η μεταβλητή <<event_m>> θεωρείται στατιστικά σημαντική και στα τρία μοντέλα, καθώς η απόλυτη τιμή του δείκτη Wald είναι 12,842 , 3,644 και 3,147 αντίστοιχα.

Η ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΠΟΙΟΥ ΜΗ ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΟΥ ΓΕΓΟΝΟΤΟΣ ΟΤΑΝ Ο ΟΔΗΓΟΣ ΔΕΝ ΜΙΛΑ ΣΤΟ ΤΗΛΕΦΩΝΟ

Από το θετικό πρόσημο της μεταβλητής στο πρώτο μοντέλο, προκύπτει ότι, **όσο αυξάνεται η τιμή της διακριτής μεταβλητής «event_nm», αυξάνεται η τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής.** Δηλαδή υπάρχει αυξημένος κίνδυνος να συμβεί ατύχημα όταν κάποιος μη αναμενόμενο γεγονός συμβεί (π.χ ξαφνική επιβράδυνση προπορευόμενου οχήματος, εμφάνιση εμποδίου κ.α) ακόμα και όταν ο οδηγός δεν μιλά στο τηλέφωνό του. Μια πιθανή εξήγηση είναι ότι, επειδή στο πείραμά μας συμμετείχαν νέοι οδηγοί λόγω της απειρίας δεν μπορούν να αντιμετωπίσουν μια επικίνδυνη κατάσταση ενώ οδηγούν και επίσης η τάση για υπερεκτίμηση της προσωπικής οδηγικής ικανότητάς τους αυξάνουν την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα.

Επισημαίνεται ότι, η μεταβλητή <<event_nm>> θεωρείται στατιστικά σημαντική μόνο στο πρώτο μοντέλο, καθώς η απόλυτη τιμή του δείκτη Wald είναι 5,333 .

ΜΕΙΩΣΗ ΜΕΣΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΧΡΗΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ

Το αρνητικό πρόσημο της συνεχούς μεταβλητής «change_speed» στο μοντέλο της συνολικής διαδρομής, συνεπάγεται ότι, **αύξηση της τιμής της διακριτής αυτής μεταβλητής, συνεπάγεται μείωση της τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής.** Δηλαδή όσο περισσότερο μειώνει την ταχύτητά του ο οδηγός ενώ μιλάει στο κινητό τηλέφωνο τόσο μειώνεται και η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα. Μια εξήγηση αυτού του αποτελέσματος είναι ότι όταν κάποιος οδηγεί με μειωμένη ταχύτητα έχει περισσότερο χρόνο στη

διάθεσή του να αντιδράσει και να αντιληφθεί τους κινδύνους και επομένως η πιθανότητα να του συμβεί κάποιο ατύχημα μειώνεται.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη Wald της μεταβλητής «change_speed» είναι 5,662 και εμφανίζεται στο πρώτο μοντέλο ανάλυσης.

ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΙΩΣΗΣ ΤΗΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΧΡΗΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ

Το αρνητικό πρόσημο της συνεχούς μεταβλητής «change_percentage_speed» στο μοντέλο, συνεπάγεται ότι, **αύξηση της τιμής της διακριτής αυτής μεταβλητής, συνεπάγεται μείωση της τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής**. Δηλαδή όσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό που μειώνει την ταχύτητά του ο οδηγός ενώ μιλάει στο κινητό τηλέφωνο τόσο μειώνεται και η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα. Η εξήγηση αυτού του αποτελέσματος είναι η ίδια με της μεταβλητής «change_speed», δηλαδή όταν κάποιος οδηγεί με μειωμένη ταχύτητα έχει περισσότερο χρόνο στη διάθεσή του να αντιδράσει και να αντιληφθεί τους κινδύνους και επομένως η πιθανότητα να του συμβεί κάποιο ατύχημα μειώνεται.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη Wald της μεταβλητής «change_percentage_speed» είναι 2,903 και εμφανίζεται στο δεύτερο μοντέλο ανάλυσης.

ΟΔΗΓΗΣΗ ΥΠΟ ΒΡΟΧΗ

Από το θετικό πρόσημο της μεταβλητής, προκύπτει ότι, **όσο αυξάνεται η τιμή της διακριτής μεταβλητής «rainy», αυξάνεται η τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής**. Δηλαδή όταν οδήγηση γίνεται υπό βροχή αυξάνεται η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα. Το αποτέλεσμα αυτό μπορεί να ερμηνευθεί καθώς στην οδήγηση υπό δυσμενείς συνθήκες παρατηρούνται αυξημένοι δείκτες ατυχημάτων, λόγω της μείωσης της ορατότητας και της ολισθηρότητας του οδοστρώματος αφού το νερό μειώνει την τριβή μεταξύ των ελαστικών και του δρόμου.

Επισημαίνεται ότι, η μεταβλητή <<RAINY>> θεωρείται στατιστικά σημαντική και στα τρία μοντέλα, καθώς η απόλυτη τιμή του δείκτη Wald είναι 5,491 , 2,468 και 1,901 αντίστοιχα.

ΠΡΩΤΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗ ΜΕΤΑ ΤΗ ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΗ

Το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής «test_1», στο μοντέλο, σημαίνει ότι, **αύξηση της τιμής της διακριτής αυτής μεταβλητής, συνεπάγεται μείωση της τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής**. Δηλαδή, στην πρώτη διαδρομή μετά τη δοκιμαστική του πειράματος (τιμή 1 της μεταβλητής) υπάρχει μειωμένη πιθανότητα να συμβεί ατύχημα σε σχέση με την επόμενη διαδρομή. Η λογική ερμηνεία σε αυτό το αποτέλεσμα είναι ότι οι οδηγοί πραγματοποιούν ατυχήματα σε διαδρομές που τους είναι γνωστές επειδή οδηγούν με λιγότερη προσοχή.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη Wald της μεταβλητής «test_1» είναι 4,855 και 2,720 και εμφανίζεται στο πρώτο και δεύτερο μοντέλο ανάλυσης αντίστοιχα.

ΜΕΣΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟ ΑΚΡΟ ΤΗΣ ΟΔΟΥ ΣΕ ΜΕΤΡΑ

Η μεταβλητή <<DI_av>> παρουσιάζεται στο πρώτο μοντέλο με θετικό πρόσημο. Παρατηρείται ότι, η **αύξηση της μέσης απόστασης του οχήματος από το άκρο της οδού** οδηγεί σε αύξηση της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα. Ενδεχομένως οι οδηγοί που παρουσιάζουν τη συνήθεια να διατηρούν την πορεία του οχήματός τους σε μεγαλύτερη απόσταση από το δεξί άκρο της λωρίδας κυκλοφορίας τους μπορεί να οδηγούν πιο επιθετικά από τους υπόλοιπους και να είναι πιο ριψοκίνδunami.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη Wald της στατιστικής σημαντικότητας της μεταβλητής <<DI_av>> είναι 1,576.

Ο ΟΔΗΓΟΣ ΔΕΝ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙ ΤΟ ΚΙΝΗΤΟ ΤΟΥ ΕΝΩ ΟΔΗΓΕΙ

Η διακριτή μεταβλητή «use_5» χωρίζει τους οδηγούς σε δύο κατηγορίες. Τους οδηγούς που δεν απαντούν στο κινητό τους τηλέφωνο ενώ οδηγούν (τιμή 1 της μεταβλητής) και αυτούς που χρησιμοποιούν το κινητό τους ενώ οδηγούν (τιμή 0 της μεταβλητής). Επισημαίνεται ότι όλοι οι οδηγοί του πειράματος απάντησαν στις τηλεφωνικές κλήσεις. Το θετικό πρόσημο δηλώνει ότι **οι οδηγοί που δεν χρησιμοποιούν το κινητό τους στο αυτοκίνητο παρουσίασαν μεγαλύτερη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα**. Ενδεχομένως οι οδηγοί αυτοί (τιμή 1 της μεταβλητής) δεν μπορούν να αντεπεξέλθουν σε αυξημένες απαιτήσεις κατά την οδήγηση και δεν μπορούν να αντιμετωπίσουν τις μη αναμενόμενες καταστάσεις που τους εμφανίστηκαν.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη Wald της στατιστικής σημαντικότητας της μεταβλητής «use_5» είναι 4,352 και 7,789 αντίστοιχα στο πρώτο και τρίτο μοντέλο.

Ο ΟΔΗΓΟΣ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΝΣΥΡΜΑΤΩΝ ΑΚΟΥΣΤΙΚΩΝ ΕΝΩ ΟΔΗΓΕΙ

Η διακριτή μεταβλητή «use_2» χωρίζει τους οδηγούς σε δύο κατηγορίες. Τους οδηγούς που απαντούν στο κινητό τους χρησιμοποιώντας ενσύρματα ακουστικά ενώ οδηγούν (τιμή 1 της μεταβλητής) και αυτούς που χρησιμοποιούν το κινητό τους χωρίς ενσύρματα ακουστικά (τιμή 0 της μεταβλητής). Επισημαίνεται ότι όλοι οι οδηγοί του πειράματος οδήγησαν κρατώντας το κινητό στο χέρι. Το θετικό πρόσημο δηλώνει **οι οδηγοί που χρησιμοποιούν το κινητό τους με ενσύρματα ακουστικά παρουσίασαν μεγαλύτερη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα**. Ενδεχομένως οι οδηγοί αυτοί (τιμή 1 της μεταβλητής) δεν μπορούν να αντεπεξέλθουν σε αυξημένες απαιτήσεις κατά την οδήγηση και χρησιμοποιούν το σύστημα ενσύρματων ακουστικών ως αντισταθμιστικό μέσο επειδή τους διευκολύνει στην οδήγηση με ταυτόχρονη χρήση κινητού.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη Wald της στατιστικής σημαντικότητας της μεταβλητής «use_2» είναι 3,543 και εμπεριέχεται στο δεύτερο μοντέλο που αφορά αστικό περιβάλλον οδήγησης.

ΠΟΣΟΣΤΟ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΕ 2Η ΤΑΧΥΤΗΤΑ

Η μεταβλητή «g2» παρουσιάζεται στο πρώτο μοντέλο με θετικό πρόσημο. Παρατηρείται ότι, η **αύξηση της τιμής ποσοστού χρήσης 2^{ης} οδηγεί σε αύξηση της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα**. Ενδεχομένως οι οδηγοί που χρησιμοποιούν αυτήν την ταχύτητα για περισσότερο διάστημα οδηγούν με αυξημένες στροφές στον κινητήρα γεγονός που ενδεχομένως συνδέεται με ανάπτυξη υψηλότερων ταχυτήτων σε σχέση με τις ταχύτητες των άλλων οδηγών και επιθετική οδήγηση.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη σημαντικότητας t της μεταβλητής «g2» είναι 3,405 και παρατηρείται στο δεύτερο μοντέλο ανάλυσης.

ΠΟΣΟΣΤΟ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΕ 4Η ΤΑΧΥΤΗΤΑ

Η μεταβλητή «g4» παρουσιάζεται στο τρίτο μοντέλο με θετικό πρόσημο. Παρατηρείται ότι, η **αύξηση της τιμής ποσοστού χρήσης 4^{ης} οδηγεί σε μείωση της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα**. Ενδεχομένως οι οδηγοί που χρησιμοποιούν αυτήν την ταχύτητα για μεγαλύτερο διάστημα σε υπεραστικό περιβάλλον οδηγούν με μειωμένες στροφές στον κινητήρα γεγονός που ενδεχομένως συνδέεται με μειωμένες ταχύτητες σε σχέση με τις ταχύτητες των άλλων οδηγών και πιο προσεκτική οδήγηση.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη σημαντικότητας Wald της μεταβλητής «g4» είναι 2,487 και παρατηρείται στο τρίτο μοντέλο ανάλυσης.

5.3.6 ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Η σχετική επιρροή των μεταβλητών στα μοντέλα που αφορούν την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα υπολογίστηκαν με τη **θεωρία ελαστικότητας** με **σχέσεις που αφορούν το λογιστικό μοντέλο παλινδρόμησης**.

Με την ελαστικότητα υπολογίζεται η επιρροή που έχουν μικρές αλλαγές των ανεξάρτητων μεταβλητών πάνω στην πιθανότητα επιλογής κάποιας εναλλακτικής. Η ελαστικότητα είναι αδιάστατο μέγεθος και η τιμή της ερμηνεύεται ως το ποσοστό επί τις εκατό της μεταβολής της πιθανότητας $P(i)$ που προκαλείται από μία μεταβολή του x_{ki} κατά 1%. Σημειώνεται ότι πρόκειται **για σημειακές ελαστικότητες** (point elasticities), που αφορούν σε μικρές μεταβολές των μεταβλητών και υπολογίζονται από τη μερική παράγωγο για κάθε παρατήρηση από τη σχέση (Washington et al. 2003):

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

όπου $P(i)$ είναι η πιθανότητα της εναλλακτικής (i) και x_{ink} η τιμή της μεταβλητής (k) για την εναλλακτική (i) του ατόμου (η) και I το πλήθος των εναλλακτικών που περιέχουν τη μεταβλητή x_{ink} .

Σημειώνεται, ωστόσο, ότι οι παραπάνω σχέσεις δεν είναι δυνατό να εφαρμοστούν σε **διακριτές μεταβλητές**. Για τον **υπολογισμό της ελαστικότητας** των μεταβλητών αυτών χρησιμοποιείται η έννοια της ψευδοελαστικότητας (pseudoelasticity) (Shankar & Mannering, 1996; Chang & Mannering, 1999), η οποία περιγράφει τη μεταβολή στην τιμή της πιθανότητας επιλογής κατά τη μετάβαση από τη μία διακριτή τιμή της μεταβλητής στην άλλη. Για διττές διακριτές μεταβλητές, η ψευδοελαστικότητα υπολογίζεται από τη σχέση (Ulfarsson & Mannering, 2004):

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

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

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

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

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

Από τον επόμενο πίνακα, προκύπτει το **είδος και το μέγεθος της επιρροής** της κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής στην εξαρτημένη ξεχωριστά για συνεχείς και διακριτές μεταβλητές. 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. Η μεταβλητή «επικίνδυνο συμβάν κατά τη χρήση κινητού» και <<βροχή>> έχουν επιρροή στην εξαρτημένη μεταβλητή και στα τρία μοντέλα που αναπτύχθηκαν.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.21: Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλων ατυχήματος

Ανεξάρτητες μεταβλητές	ΑΣΤΙΚΟ ΚΑΙ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ				ΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ				ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ			
	βι	Wald	Σχετική επιρροή		βι	Wald	Σχετική επιρροή		βι	Wald	Σχετική επιρροή	
			e _i	e _i [*]			e _i	e _i [*]			e _i	e _i [*]
ΣΥΝΕΧΕΙΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ												
Μέση απόσταση από άκρο	3.13	1.58	1.03	3.24	-	-	-	-	-	-	-	-
Ποσοστό χρήσης 4ης ταχύτητας	-	-	-	-	-	-	-	-	-2.70	2.49	-0.35	-1.00
Ποσοστό χρήσης 2ης ταχύτητας	2.76	3.41	0.47	1.48	-	-	-	-	-	-	-	-
Ποσοστό μείωσης ταχύτητας	-	-	-	-	-0.07	2.90	-0.02	-1.00	-	-	-	-
Μείωση ταχυτητας	-0,138	5.66	-0.32	-1.00	-	-	-	-	-	-	-	-
ΔΙΑΚΡΙΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ												
Επικίνδυνο συμβάν κατά τη χρήση κινητού	3.30	12.84	8.99	15.23	2.77	3.64	3.70	4.48	1.54	3.15	1.26	1.49
Επικίνδυνο συμβάν χωρίς τη χρήση κινητού	2.10	5.33	2.97	5.03	-	-	-	-	-	-	-	-
Οδηγοί που χρησιμοποιούν ενσύρματα ακουστικά	-	-	-	-	3.02	3.54	2.77	3.35	-	-	-	-
Οδηγοί που δεν χρησιμοποιούν κινητό	1.73	4.35	1.48	2.51	-	-	-	-	3.21	7.79	3.88	4.58
Πρώτη διαδρομή μετά τη δοκιμαστική	-1.57	4.86	-0.59	-1.00	-2.89	2.72	-0.83	-1.00	-	-	-	-
Βροχή	1.80	5.49	1.80	3.04	3.68	2.47	5.73	6.94	1.24	1.90	0.85	1.00

Παρατηρούμε ότι:

➤ **ΜΟΝΤΕΛΟ 1:** εξέταση αστικού και υπεραστικού τμήματος:

Από τις **διακριτές μεταβλητές** αυτού του μοντέλου εκείνη που επηρεάζει περισσότερο την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα είναι η μεταβλητή «επικίνδυνο συμβάν κατά τη χρήση κινητού». Η μεταβλητή αυτή έχει 11,33 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τη μεταβλητή «πρώτη διαδρομή

μετά τη δοκιμαστική». Επίσης οι διακριτές μεταβλητές «επικίνδυνο συμβάν χωρίς τη χρήση κινητού» , «οδηγοί που δεν χρησιμοποιούν κινητό» και «βροχή» παρουσιάζουν 0,35, 0,16 και 0,2 φορές αντίστοιχα μικρότερη επιρροή σε σύγκριση με τη μεταβλητή «επικίνδυνο συμβάν κατά τη χρήση κινητού».

Όσον αφορά τις **συνεχείς μεταβλητές** αυτή που παρουσιάζει την μεγαλύτερη επιρροή είναι η μεταβλητή «μέση απόσταση από το άκρο της οδού». Συγκεκριμένα μεταβολή της κατά 1% έχει 3,24 φορές μεγαλύτερη επιρροή στην πιθανότητα να συμβεί ατύχημα σε σχέση με τη μεταβλητή «μείωση της ταχύτητας». Επίσης η μεταβολή της μεταβλητής «ποσοστό χρήσης 2^{ης} ταχύτητας» κατά 1% αυξάνει κατά 1.48% την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα σε σχέση με τη μείωση ταχύτητας από τον οδηγό.

➤ **MONTELO 2:** εξέταση **αστικού τμήματος:**

Από τις **διακριτές μεταβλητές** αυτού του μοντέλου εκείνη που επηρεάζει περισσότερο την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα είναι η μεταβλητή «βροχή» που έχει 6.94 φορές μεγαλύτερη επιρροή σε σχέση με τη μεταβλητή «πρώτη διαδρομή μετά την δοκιμαστική». Η μεταβλητή «βροχή» αυξάνει την πιθανότητα ατυχήματος 1,5 φορές περισσότερο σε σχέση με τη μεταβλητή «επικίνδυνο συμβάν κατά τη χρήση κινητού». Επίσης η μεταβλητή «οδηγοί που χρησιμοποιούν ενσύρματα ακουστικά» αυξάνουν την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα κατά 0,75 φορές σε σύγκριση με τη μεταβλητή «επικίνδυνο συμβάν κατά τη χρήση κινητού».

Από τις **συνεχείς μεταβλητές** που εξετάσθηκαν η μόνη που επηρεάζει την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα είναι η μεταβλητή «ποσοστό μείωσης ταχύτητας» της οποίας η μεταβολή κατά 1% μειώνει κατά 0,02% την πιθανότητα ατυχήματος.

➤ **ΜΟΝΤΕΛΟ 3:** εξέταση **υπεραστικού τμήματος:**

Από τις **διακριτές μεταβλητές** αυτού του μοντέλου εκείνη που επηρεάζει περισσότερο την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα είναι η μεταβλητή «οδηγοί που δεν χρησιμοποιούν κινητό», η συγκεκριμένη μεταβλητή επιφέρει 4,58 φορές μεγαλύτερη πιθανότητα να συμβούν ατυχήματα σε σχέση με τη μεταβλητή «βροχή». Επίσης η μεταβλητή «οδηγοί που δεν χρησιμοποιούν κινητό» επιφέρει 3 φορές μεγαλύτερη αύξηση της πιθανότητας ατυχήματος σε σχέση με τη μεταβλητή «επικίνδυνο συμβάν κατά τη χρήση κινητού», ενώ η μεταβλητή «επικίνδυνο συμβάν κατά τη χρήση κινητού» επιφέρει 1.49 φορές μεγαλύτερο κίνδυνο να συμβεί ατύχημα σε σχέση με την οδήγηση υπό βροχή.

Από τις **συνεχείς μεταβλητές** που εξετάσθηκαν η μόνη που επηρεάζει την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα είναι η μεταβλητή «ποσοστό χρήσης 4^{ης} ταχύτητας» της οποίας η μεταβολή κατά 1% μειώνει κατά 0.35% την πιθανότητα ατυχήματος.

Ως **γενικά συμπεράσματα** αναφέρεται ότι:

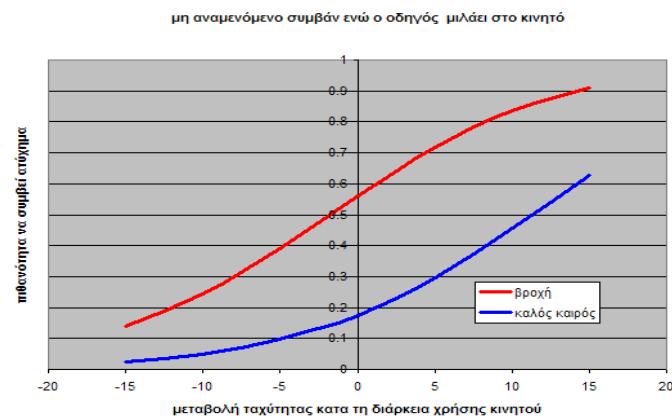
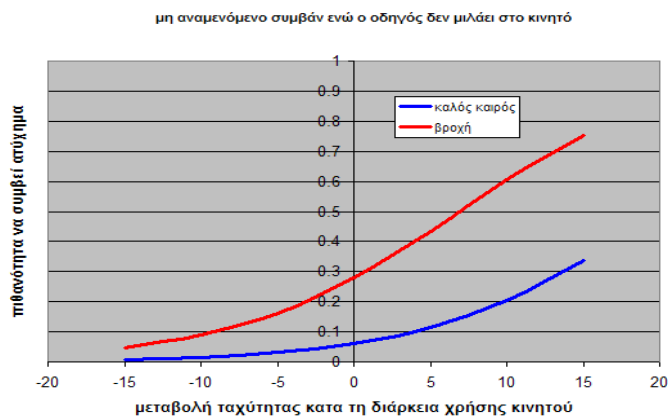
1. **Η χρήση του κινητού τηλεφώνου είναι επικίνδυνη**, αφού αυξάνει την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα. Συγκεκριμένα όπως φαίνεται στο μοντέλο αστικού και υπεραστικού περιβάλλοντος η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα είναι τρεις φορές μεγαλύτερη όταν ο οδηγός έχει να αντιμετωπίσει ένα επικίνδυνο συμβάν ενώ μιλάει στο κινητό σε σύγκριση με το αν δεν μίλαγε.
2. **Η μείωση της ταχύτητας** ως αντισταθμιστικός παράγοντας στο να συμβεί ατύχημα παρατηρήθηκε στο μοντέλο 1 (αστικό και υπεραστικό περιβάλλον) και στο μοντέλο 2 (αστικό περιβάλλον) ενώ δεν παρουσίασε καμία επιρροή στο υπεραστικό περιβάλλον οδήγησης.
3. **Η μείωση της ταχύτητας** μειώνει τον κίνδυνο να συμβεί ατύχημα αλλά **δεν αντισταθμίζει την αύξηση της πιθανότητας ατυχήματος λόγω χρήσης του κινητού τηλεφώνου.**

4. Στην οδήγηση υπό **βροχή** αυξάνεται η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα και ειδικά στο αστικό περιβάλλον η μεταβλητή αυτή παρουσίασε την μεγαλύτερη επιρροή 6,94 φορές περισσότερο σε σχέση με τις υπόλοιπες μεταβλητές.
5. Η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα επηρεάζεται από το ποσοστό χρήσης των ταχυτήτων κιβωτίου. Συγκεκριμένα οι οδηγοί που χρησιμοποίησαν σε μεγαλύτερο ποσοστό την 2^η ταχύτητα υπολογίσθηκε ότι είχαν αυξημένες πιθανότητες να τους συμβεί ατύχημα στο μοντέλο που εξετάζει αστικό και υπεραστικό περιβάλλον μαζί ενώ όπως υπολογίσθηκε μοντέλο υπεραστικού περιβάλλοντος όσοι οδηγοί χρησιμοποίησαν περισσότερο την 4^η ταχύτητα κιβωτίου παρουσίαζαν μειωμένο κίνδυνο να τους συμβεί ατύχημα.

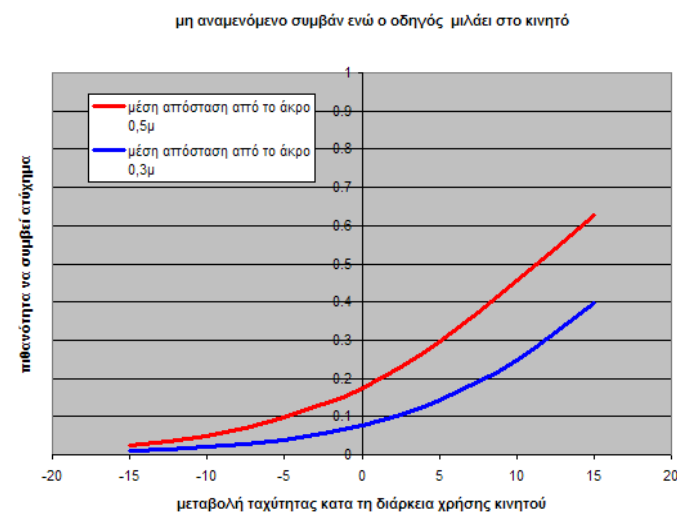
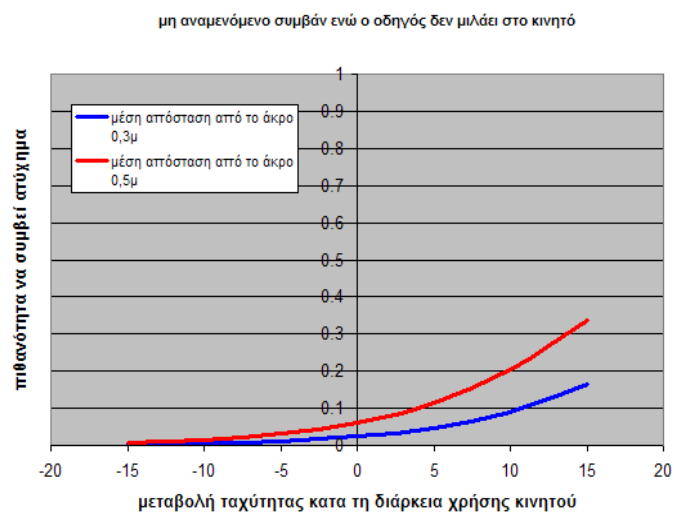
5.3.7 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ

Στο παρόν εδάφιο παρουσιάζονται ορισμένα **διαγράμματα ευαισθησίας**, που αναπτύχθηκαν, με στόχο την καλύτερη κατανόηση της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη μεταβλητή, που προβλέπει το μοντέλο της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης. Τέλος αναφέρονται μερικά γενικά συμπεράσματα.

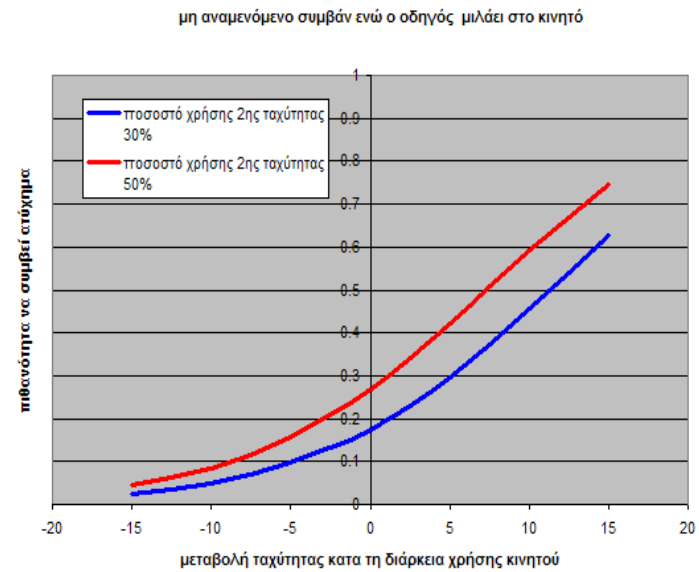
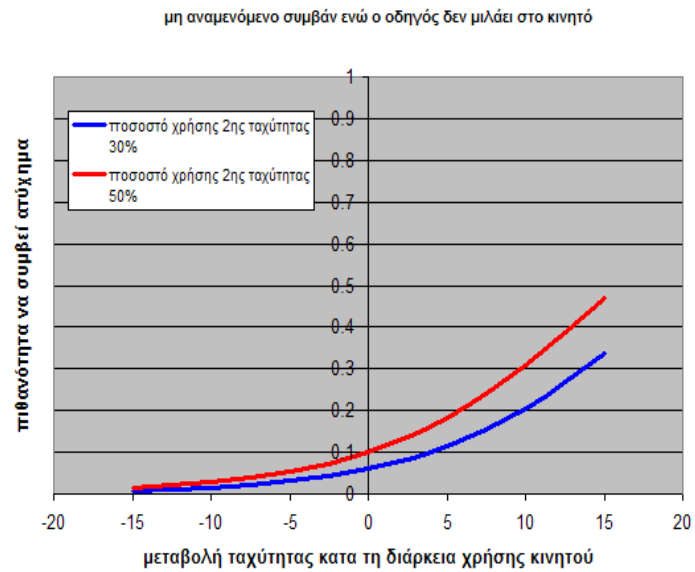
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.16: Συσχέτιση πιθανότητας να συμβεί ατύχημα με μεταβολή ταχύτητας ανάλογα με χρήση κινητού και καιρικές συνθήκες (USE_5=0, test_1=0, DL_av=0.5, g(2)=0.3).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.17: Συσχέτιση πιθανότητας να συμβεί ατύχημα με μεταβολή ταχύτητας ανάλογα με χρήση κινητού και μέση απόσταση από το άκρο της οδού (USE_5=0, test_1=0, g(2)=0.3, RAINY=0).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.18: Συσχέτιση πιθανότητας να συμβεί ατύχημα με την μεταβολή ταχύτητας ανάλογα με χρήση κινητού και ποσοστό χρήσης 2^{ης} ταχύτητας (USE_5=0, test_1=0,, RAINY=0).



Από τα παραπάνω διαγράμματα ευαισθησίας προκύπτουν τα εξής **γενικά συμπεράσματα**:

- Οι οδηγοί εμφάνισαν αυξημένη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα όταν πραγματοποιήθηκε στη διαδρομή τους κάποιο επικίνδυνο συμβάν.
- Η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα είναι μεγαλύτερη στη περίπτωση που μια μη αναμενόμενη κατάσταση συμβεί όταν ο οδηγός μιλά στο κινητό.
- Οι οδηγοί που μειώνουν την ταχύτητά τους περισσότερο όταν μιλούν στο κινητό έχουν μικρότερη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα αλλά η μείωση της ταχύτητας δεν αντισταθμίζει τον κίνδυνο που επιφέρει η χρήση του κινητού τηλεφώνου.
- Οι οδηγοί που είχαν δηλώσει ότι δεν χρησιμοποιούν καθόλου κινητό ενώ οδηγούν παρουσίασαν αυξημένο κίνδυνο να τους συμβεί ατύχημα ενδεχομένως λόγω του ότι δεν μπορούν να ανταποκριθούν σε αυξημένες απαιτήσεις κατά τη διάρκεια της οδήγησης.
- Στην οδήγηση υπό βροχή παρουσιάζονται αυξημένες πιθανότητες να συμβεί ατύχημα.
- Οι οδηγοί που οδηγούν σε μεγαλύτερη απόσταση από το άκρο της οδού και που χρησιμοποιούν περισσότερο τη 2^η ταχύτητα κιβωτίου στη συνολική διαδρομή παρουσιάζουν αυξημένη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα.

6

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1 ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί η **διερεύνηση της επιρροής της χρήσης κινητού τηλεφώνου στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια του οδηγού με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης.**

Για τη **συλλογή των απαραίτητων στοιχείων** πραγματοποιήθηκε πείραμα σε 30 νέους οδηγούς στον προσομοιωτή οδήγησης (Driving Simulator FPF) του Εργαστηρίου Κυκλοφοριακής Τεχνικής του Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Επιπλέον συμπληρώθηκαν από τους οδηγούς αυτούς ερωτηματολόγια που αφορούσαν στα χαρακτηριστικά τους.

Για τη **στατιστική επεξεργασία των στοιχείων** καθώς και την ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων σε ό,τι αφορά στη μέση ταχύτητα οδήγησης μετά από σειρά δοκιμών επιλέχθηκε η εφαρμογή της μεθόδου της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης. Σε ό,τι αφορά στην πιθανότητα να συμβεί ατύχημα, επιλέχθηκε εξ αρχής η λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης. Αξίζει να αναφερθεί ότι πραγματοποιήθηκαν έξι ξεχωριστές στατιστικές αναλύσεις, τρεις για το **μοντέλο προσδιορισμού της μέσης ταχύτητας οδήγησης** και τρεις για το **μοντέλο προσδιορισμού της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα**. Σε κάθε στατιστικό μοντέλο εξετάστηκε η επιρροή της κάθε μεταβλητής σε αστικό και υπεραστικό περιβάλλον ξεχωριστά αλλά και στο σύνολο της διαδρομής που περιελάμβανε και τους δύο τύπους οδικού περιβάλλοντος.

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 σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών κάθε μοντέλου στην αντίστοιχη εξαρτημένη μεταβλητή (μέση ταχύτητα οδήγησης και ατύχημα ή όχι ατύχημα) προσδιορίστηκε μέσω των μεγεθών της ελαστικότητας και της ψευδοελαστικότητας. **Η σχετική επιρροή** χρησιμοποιήθηκε για την ποσοτικοποίηση της επιρροής της κάθε μεταβλητής ξεχωριστά, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα σύγκρισης μεταξύ των επιρροών των διαφορετικών μεταβλητών του ίδιου μοντέλου.

Στους πίνακες που ακολουθούν (Πίν. 6.1, Πίν. 6.2), παρουσιάζεται η σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών στα μοντέλα της μέσης ταχύτητας και της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα. 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: Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλων ταχύτητας

Ανεξάρτητες μεταβλητές	ΑΣΤΙΚΟ ΚΑΙ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ				ΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ				ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ			
	β_i	t	Σχετική επιρροή		β_i	t	Σχετική επιρροή		β_i	t	Σχετική επιρροή	
			e_i	e_i^*			e_i	e_i^*			e_i	e_i^*
Χρήση κινητού	-0.071	-7.47	-0.02	-2.16	-0.094	-7.46	-0.03	-3.98	-0.029	-2.68	-0.01	-4.87
Αστικό περιβάλλον	-0.107	-10.90	-0.03	-3.25	-	-	-	-	-	-	-	-
Μέση απόσταση από το άκρο της οδού	-	-	-	-	0.053	1.83	0.02	2.29	-	-	-	-
Ελάχιστη απόσταση από εμπόδιο	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.058	-6.51	-0.04	-20.02
Ποσοστό χρήσης της 3 ^{ης} ταχύτητα κβωτίου	0.097	5.32	0.02	2.05	0.183	7.18	0.03	4.38	-	-	-	-
Ποσοστό χρήσης της 2ης ταχύτητα κβωτίου	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.155	-6.26	-0.02	-9.78
Μέσος αριθμός στροφών κινητήρα	$7.91 \cdot 10^{-5}$	10.36	0.15	13.95	$8.26 \cdot 10^{-5}$	9.26	0.16	19.50	-	-	-	-
Ετήσια απόσταση	$3.75 \cdot 10^{-6}$	4.90	0.02	2.06	$3.40 \cdot 10^{-6}$	3.57	0.02	2.58	-	-	-	-
Ατύχημα	-	-	-	-	-	-	-	-	0.037	2.97	0.002	1.00
3 ^η δοκιμή υπό βροχή	-0.032	-3.24	-0.01	-1.00	-0.023	-1.91	-0.01	-1.00	-	-	-	-
Ακινητοποίηση οχήματος για πραγματοποίηση κλήσης	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.086	-4.69	-0.01	-2.87

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.2: Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλων ατυχήματος

Ανεξάρτητες μεταβλητές	ΑΣΤΙΚΟ ΚΑΙ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ				ΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ				ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ			
	β _i	Wald	Σχετική επιρροή		β _i	Wald	Σχετική επιρροή		β _i	Wald	Σχετική επιρροή	
			e _i	e _i ⁺			e _i	e _i ⁺			e _i	e _i ⁺
ΣΥΝΕΧΕΙΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ												
Μέση απόσταση από άκρο	3.13	1.58	1.03	3.24	-	-	-	-	-	-	-	-
Ποσοστό χρήσης 4ης ταχύτητας	-	-	-	-	-	-	-	-	-2.70	2.49	-0.35	-1.00
Ποσοστό χρήσης 2ης ταχύτητας	2.76	3.41	0.47	1.48	-	-	-	-	-	-	-	-
Ποσοστό μείωσης ταχύτητας	-	-	-	-	-0.07	2.90	-0.02	-1.00	-	-	-	-
Μείωση ταχυτητας	-0,138	5.66	-0.32	-1.00	-	-	-	-	-	-	-	-
ΔΙΑΚΡΙΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ												
Επικίνδυνο συμβάν κατά τη χρήση κινητού	3.30	12.84	8.99	15.23	2.77	3.64	3.70	4.48	1.54	3.15	1.26	1.49
Επικίνδυνο συμβάν χωρίς τη χρήση κινητού	2.10	5.33	2.97	5.03	-	-	-	-	-	-	-	-
Οδηγοί που χρησιμοποιούν ενσύρματα ακουστικά	-	-	-	-	3.02	3.54	2.77	3.35	-	-	-	-
Οδηγοί που δεν χρησιμοποιούν κινητό	1.73	4.35	1.48	2.51	-	-	-	-	3.21	7.79	3.88	4.58
Πρώτη διαδρομή μετά τη δοκιμαστική	-1.57	4.86	-0.59	-1.00	-2.89	2.72	-0.83	-1.00	-	-	-	-
Βροχή	1.80	5.49	1.80	3.04	3.68	2.47	5.73	6.94	1.24	1.90	0.85	1.00

Από τους πίνακες αυτούς, 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 εκείνα 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, επιχειρείται να δοθεί απάντηση στα συνολικά ερωτήματα της έρευνας με σύνθεση των αποτελεσμάτων των προηγούμενων κεφαλαίων. Έτσι, τα **γενικά συμπεράσματα** συνοψίζονται όπως παρακάτω:

1. Για πρώτη φορά στην Ελλάδα διερευνάται η επιρροή της χρήσης κινητού τηλεφώνου στη συμπεριφορά και την ασφάλεια του οδηγού **με χρήση προσομοιωτή οδήγησης**.
2. Η χρήση του κινητού τηλεφώνου στην οδήγηση φαίνεται ότι **αυξάνει σημαντικά την πιθανότητα ατυχήματος** παρά το γεγονός της μείωση της ταχύτητας από τους οδηγούς που το χρησιμοποιούν.
3. Η στατιστική επεξεργασία των στοιχείων σε ότι αφορά στη **μέση ταχύτητα οδήγησης** 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 οδήγησης με τις ανεξάρτητες μεταβλητές. Πραγματοποιήθηκαν τρεις ξεχωριστές στατιστικές αναλύσεις ώστε να εξετασθεί η επιρροή της κάθε μεταβλητής στη συνολική διαδρομή αλλά και σε αστικό και υπεραστικό περιβάλλον ξεχωριστά.
4. Διαπιστώθηκε ότι **η μέση ταχύτητα οδήγησης εξαρτάται** από τη χρήση κινητού τηλεφώνου, το οδικό περιβάλλον, τον μέσο αριθμό στροφών του κινητήρα, τη χρήση των ταχυτήτων κιβωτίου, την ετήσια διανυόμενη απόσταση, την ελάχιστη απόσταση από εμπόδιο και το αν συνέβη ατύχημα.
5. **Ο βαθμός επιρροής των εξετασθέντων παραμέτρων στη μέση ταχύτητα οδήγησης** προσδιορίστηκε μέσω της σχετικής επιρροής.
Από τη διαδικασία αυτή προέκυψε ότι:
 - Παρατηρείται ότι **η χρήση κινητού έχει επιρροή** στην ταχύτητα και στα τρία μοντέλα που αναπτύχθηκαν. Η επιρροή της είναι μεγαλύτερη στο αστικό περιβάλλον οδήγησης όπου οι οδηγοί μειώνουν περισσότερο την ταχύτητά τους λόγω της χρήσης κινητού. Από τα μοντέλα που αναπτύχθηκαν, μπορεί να εξαχθεί το

συμπέρασμα ότι, η χρήση κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση επιφέρει **μείωση στην ταχύτητα κυκλοφορίας**. Συγκεκριμένα, οι οδηγοί που έλαβαν μέρος στο πείραμα μείωσαν την ταχύτητά τους ενώ μιλούσαν στο κινητό τηλέφωνο κατά 7% στο υπεραστικό περιβάλλον και κατά 28% στο αστικό περιβάλλον οδήγησης.

- Ο **μέσος αριθμός στροφών κινητήρα** έχει τη μεγαλύτερη επιρροή στο μοντέλο της συνολικής διαδρομής και στο μοντέλο που αφορά στο αστικό τμήμα.
- Στο υπεραστικό περιβάλλον τη μεγαλύτερη επιρροή παρουσιάζει η **ελάχιστη απόσταση από εμπόδιο**.

6. Η **στατιστική επεξεργασία** των στοιχείων σε ότι αφορά στην **πιθανότητα να συμβεί ατύχημα** πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της **λογιστικής ανάλυσης παλινδρόμησης** που αποδείχθηκε κατάλληλη για τέτοιου είδους ανάλυση. Πραγματοποιήθηκαν τρεις ξεχωριστές στατιστικές αναλύσεις ώστε να εξετασθεί η επιρροή της κάθε μεταβλητής στη συνολική διαδρομή αλλά και σε αστικό και υπεραστικό περιβάλλον ξεχωριστά.

7. Διαπιστώθηκε ότι η **πιθανότητα να συμβεί ατύχημα εξαρτάται** από τη χρήση κινητού τηλεφώνου, τη μείωση της ταχύτητας από τους οδηγούς ενώ χρησιμοποιούν κινητό τηλέφωνο, τις καιρικές συνθήκες οδήγησης, τη χρήση των ταχυτήτων κιβωτίου, τη μέση απόσταση οδήγησης από το άκρο της οδού και από το πόσο εξοικειωμένοι είναι οι οδηγοί με τη χρήση του κινητού τηλεφώνου στο αυτοκίνητο.

8. Ο **βαθμός επιρροής των εξετασθέντων παραμέτρων στη πιθανότητα να συμβεί ατύχημα** προσδιορίστηκε μέσω της σχετικής επιρροής. Από τη διαδικασία αυτή προέκυψε ότι:

- Η **χρήση του κινητού τηλεφώνου είναι επικίνδυνη**, αφού αυξάνει την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα. Στο μοντέλο αστικού και υπεραστικού περιβάλλοντος η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα είναι τρεις φορές μεγαλύτερη όταν ο οδηγός έχει να αντιμετωπίσει ένα

επικίνδυνο συμβάν ενώ μιλάει στο κινητό σε σύγκριση με το αν δεν μίλαγε.

- **Η μείωση της ταχύτητας** μειώνει τον κίνδυνο να συμβεί ατύχημα αλλά **δεν αντισταθμίζει την αύξηση της πιθανότητας ατυχήματος λόγω χρήσης του κινητού τηλεφώνου**. Συγκεκριμένα η χρήση κινητού τηλεφώνου σε ένα επικίνδυνο συμβάν αυξάνει την πιθανότητα για ατύχημα σχεδόν 9 φορές.
- Στην οδήγηση υπό **βροχή** αυξάνεται η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα και ειδικά στο αστικό περιβάλλον η μεταβλητή αυτή παρουσίασε τη μεγαλύτερη επιρροή. Οι οδηγοί που οδηγούν σε **μεγαλύτερη απόσταση από το άκρο της οδού και που χρησιμοποιούν περισσότερο τη 2^η ταχύτητα κιβωτίου** στη συνολική διαδρομή παρουσιάζουν αυξημένη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα.
- Οι οδηγοί που είχαν δηλώσει ότι δεν χρησιμοποιούν καθόλου κινητό ενώ οδηγούν παρουσίασαν αυξημένο κίνδυνο να τους συμβεί ατύχημα ενδεχομένως, λόγω του ότι δεν μπορούν να ανταποκριθούν σε αυξημένες απαιτήσεις κατά τη διάρκεια της οδήγησης.

9. Στην **οδήγηση υπό βροχή** οι οδηγοί δεν μείωσαν την ταχύτητά τους αλλά παρουσίασαν υψηλότερη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα.

10. Η μεταβλητή **φύλο** δεν φάνηκε να επηρεάζει τη μέση ταχύτητα οδήγησης ούτε την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα, γεγονός που πιθανώς σημαίνει ότι άντρες και γυναίκες νεαρής ηλικίας παρουσιάζουν παρόμοια οδηγική συμπεριφορά.

11. Τέλος αναφέρεται ότι, υπό προϋποθέσεις, μπορεί να καταστεί δυνατή η γενίκευση των αποτελεσμάτων της Διπλωματικής αυτής Εργασίας, ώστε να χρησιμοποιηθούν και σε επόμενες συναφείς έρευνες. Θα πρέπει βέβαια να πραγματοποιηθούν οι απαραίτητες προσαρμογές,

όσον αφορά στο οδικό περιβάλλον, στις συνθήκες κυκλοφορίας και άλλα χαρακτηριστικά της οδού.

6.3 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΟΔΙΚΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

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 βελτίωση 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 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), αναμένεται 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 θα είναι.
- 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.

- Κρίνεται χρήσιμη η **εκπαίδευση των νέων οδηγών μέσω προσομοιωτών οδήγησης** πριν την απόκτηση διπλώματος αυτοκινήτου ώστε να γνωρίζουν πως πρέπει να αντιδράσουν στο μέλλον **σε επικίνδυνες καταστάσεις** σε συνθήκες πραγματικής οδήγησης και να είναι πιο εξοικειωμένοι με τη χρήση του οχήματος.
- Ενδεχομένως θα μπορούσε να εξεταστεί αν θα πρέπει να προστεθούν στο οδικό δίκτυο **πινακίδες και άλλες διατάξεις** που να υπενθυμίζουν στους οδηγούς ότι **η χρήση κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση είναι επικίνδυνη και τιμωρείται**.
- Κρίνεται σκόπιμη η **θέσπιση από το κράτος σεμιναρίων οδικής ασφάλειας** για τη σωστή εκπαίδευση των οδηγών.
- **Είναι απαραίτητη η χρηματοδότηση από την Πολιτεία** για όλα τα παραπάνω.

6.4 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

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

1. 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.

2. 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 για την επιρροή της χρήσης του κινητού τηλεφώνου στη συμπεριφορά και την ασφάλεια του συνόλου των οδηγών.
3. Για περαιτέρω στατιστική ανάλυση και εξαγωγή επιπλέον μοντέλων, θα φαινόταν χρήσιμη η **εφαρμογή άλλων μεθόδων στατιστικής ανάλυσης**, οι οποίες θα ανήκουν σε διαφορετική οικογένεια από την ήδη επιλεγείσα. Ως πιθανή επιλογή μεθόδου προτείνεται η πολλαπλή ανάλυση μεταβλητών (multilevel analysis).
4. Μία κατηγοριοποίηση η οποία θα επέφερε σημαντικά αποτελέσματα θα ήταν **να χωριστούν οι ομιλούντες οδηγοί** σε αυτούς που:
 - Μιλούν κρατώντας το κινητό στο αυτί
 - Μιλούν χρησιμοποιώντας ακουστικά (hands free)
 - Μιλούν κάνοντας χρήση ακουστικού ασύρματης επικοινωνίας (Blue tooth)
 - Πληκτρολογούν – Γράφουν μήνυμα στο κινητό
5. Ενδιαφέρουσα, τέλος, θα ήταν μια έρευνα αντίστοιχη της παρούσης η οποία θα πραγματοποιηθεί **σε διαφορετικές συνθήκες κυκλοφορίας** και υπό την επίδραση άλλων περιβαλλοντικών συνθηκών για παράδειγμα υπό ομίχλη ή βράδυ, και σε άλλα οδικά περιβάλλοντα (αυτοκινητόδρομοι, ορεινή περιοχή, κλπ).

7

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Κανελλαΐδης Γ., Γιαννής Γ., Βαρδάκη Σ. **“Σημειώσεις ειδικών θεμάτων σχεδιασμού οδών”**, Δεκέμβριος 2008, Αθήνα.
2. Σταθόπουλος Α., Καρλαύτης Μ., **“Σχεδιασμός Μεταφορικών Συστημάτων”**, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα 2008.
3. Φραντζεσκάκης Ι., Γκόλιας Γ., **“Οδική Ασφάλεια”**, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα 1994.
4. Φραντζεσκάκης Ι.Μ., Γιαννόπουλος Γ.Α., **“Σχεδιασμός των Μεταφορών και Κυκλοφοριακή Τεχνική, Τόμος Γ”**, Εκδόσεις Παρατηρητής, 1986.
5. Σωσσίδου, **“Σχεδιασμός έρευνας και εφαρμογές στατιστικής με τη χρήση του SPSS”**, Θεσσαλονίκη, 2007.
6. Ben-Akiva, M., Lerman, S.R. **“Discrete Choice Analysis: Theory and Applications to Travel Demand.”** The MIT Press, Cambridge Massachusetts, London England, 1985.
7. Yannis G., **“Road Safety in Greece”**, September 2007
8. Jeanne Breen, **“Car telephone use and road safety”**, June 2009.
9. Dragutinovic N & D Twisk, **“Use of mobile phones while driving – effects on road safety”** SWOV Institute for Road Safety Research - Leidschendam, the Netherlands, 2005.
10. Knowles J., Walter L., & G Buckle. **“Mobile phone and seat belt usage rates in London 2008”**, 2008.

11. Cohen JT & JD Graham JD, ***“A revised economic analysis of restrictions on the use of cell phones while driving. Risk Analysis.”*** (2003)
12. Reed N & R Robbins. ***“The effect of text messaging on driver behaviour: a simulator study.”***, 2008
13. Foss RD, Goodwin AH, McCartt AT & LA Hellenica. ***“Short-term effects of a teenager driver cell phone restriction.”*** Arlington, VA: Insurance Institute for Highway Safety. 2008
14. Gras E., Cunill M., Sullman M., Planes M., Aymerich M., Font-Mayolas S., ***“Mobile phone use while driving in a sample of Spanish University Workers”***, Accident Analysis and Prevention, Vol. 39, 2007, pp. 347-355.
15. Rosenbloom T., ***“Driving performance while using cell phones”***, Journal of Safety Research, Vol. 37, Issue 2, May 2006, pp. 207-212.
16. Tornros J., Bolling A., ***“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.
17. David E., Vivoda J., 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.
18. Alm H. and Nilsson L., ***“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.

19. 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.
20. Hakan Alk and Lena Nilsson, ***“The effects of a mobile telephone task on 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.
21. SWOV, ***“Use of mobile phone while driving”***, Institute for road safety research, SWOV, Leidschendam, the Netherlands, May 2006.
22. Moore L. Moore G., ***“The impact of cell phones on driver safety”***, Professional Safety, Vol. 46, Issue 6, January 2001.
23. Strayer D, Drews F., Albert R. and Johnston W., ***“Does cell phone conversation impair driving performance?”***, NSC Issue, Driver Safety, Issue of the Injury Insights newsletter, August/September 2001.
24. Horne S., Moloney M., Marina J and Morns J., ***“Phoning while driving continues to increase despite evidence of risk”***, Professional Safety, Vol. 51, Issue 6, January 2006, pp. 58-59.
25. Mazzae E., Goodman M., ***“Research program on wireless phone driver interface effects”***, National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA), United States, 2006.
26. Caird J., Scialfa C, Honeywell G. and Smiley A., ***“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.

27. Horrey W. and Wickens C., ***“Cell phones and driving performance”: a meta-analysis***, Proceedings of the human factors and Ergonomics Society 48th Annual meeting, 2004.
28. Strayer D. and Drews F., ***“Effects of cell phone conversations on younger and older drivers”***, University of Utah, Salt Lake City, 2001.
29. Strayer D., Drews F. and Crouch D., ***“Fatal Distraction? A comparison of the cell phone driver and the drunk driver”***, Department of Psychology, University of Utah, 2004.
30. Bogle K., ***“The effect of cellular phone use on the speed, accuracy and safety of drivers”***, Classen School of Advanced Studies Oklahoma City, Oklahoma, 1999.
31. Nowakowski C., Friedman D. and Green P., ***“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.
32. Wilcox St., ***“Comparison of driving in a simulated environment while using the cell phone with and without a headset”***, Design Science, FDISA, August 2004.
33. Ranney T., Watson G., Mazzae E., Papelis Y., ***“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.
34. 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.

35. McGarva A., Ramsey M. and Shear s., ***“Effects of Driver cell-phone Use on Driver Aggression”***, Heldref Publications, Vol.146, Issue 2, 2006, pp.133-146.
36. Hooven F., Sulsky S., ***“Cell-phone use and traffic accidents”***, NSC Issue – Driver Safety, Injury Insights, February-March 2002.
37. Vallese J., ***“Study: Drivers on cells more likely to crash”***, CNN.com, July 2005.
38. SWOV ,***“Headway times and road safety”***, SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam, September 2007.
39. ***“Cell-phone and driving”***, Hot topics and issues updates, Insurance information Institute, February 2007.
40. Taylor D., .Bennet D, Carter M. and Garewal D., ***“Mobile telephone use among Melbourne drivers: a preventable exposure to injury risk”***, Vol.179, Issue 3, MJA 2003, pp. 140-142.
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.
42. Medical Journal of Australia, ***“Phone use and crashes while driving: a representative survey of drivers in two Australian states”***, Medical Journal of Australia 2006; 185 (11/12): 630-634, Δεκέμβριος 2006.
43. Medical Journal of Australia, ***“Preventing traffic accidents by mobile phone users”***, Medical Journal of Australia 2006; 185 (11/12): 628-629, Δεκέμβριος 2006.

44. Smiley A., Smahel T., Donderi D., ***“The effects of cellphone and cd use on Novice and Experienced Driver Performance”***, Insurance Bureau of Canada, January 2007.
45. Καρεκλά Ξ., Κοντοδήμα Ε., ***“Επιρροή της χρήσης του κινητού τηλεφώνου στην ταχύτητα κυκλοφορίας”***, ΕΜΠ, Απρίλιος 2008.
46. Παπαντωνίου Π., Πετρέλης Ν. ***“Χρήση κινητού τηλεφώνου και χαρακτηριστικά κυκλοφορίας”***, ΕΜΠ, Απρίλιος 2008.
47. European Road Safety Observatory, www.erso.eu, 2009.
48. Foerst Driving Simulators, <http://www.drfoerst.de/>, <http://www.simulators.gr/>