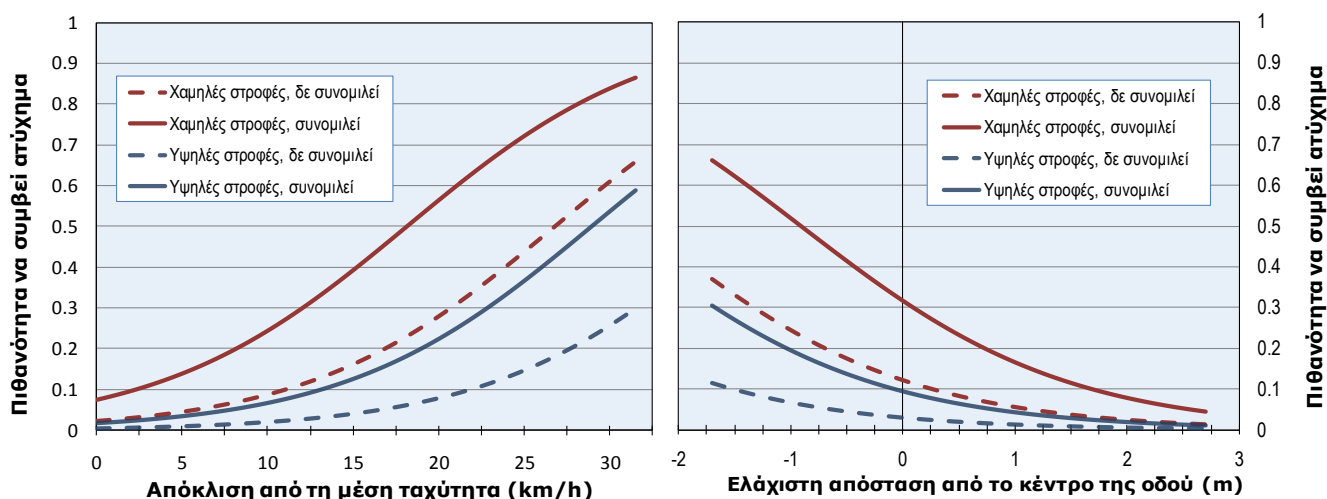




ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΣΥΝΟΜΙΛΙΑΣ,
ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΦΑΓΗΤΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΚΑΠΝΙΣΜΑΤΟΣ
ΣΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΟΥ ΟΔΗΓΟΥ
ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ
ΣΕ ΟΡΕΙΝΗ ΟΔΟ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ ΟΔΗΓΗΣΗΣ**



ΜΠΑΪΡΑΜΗΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ

ΣΚΛΙΑΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ
Αθήνα, Οκτώβριος 2010

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

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

Θέλουμε να ευχαριστήσουμε τον κ. Ι. Κ. Γκόλια, Πρόεδρο και Καθηγητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ και τον κ. Γ. Κανελλαΐδη, Διευθυντή του Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ για τις εύστοχες και χρήσιμες παρατηρήσεις τους πάνω στη Διπλωματική Εργασία.

Ευχαριστούμε πολύ τον κ. Μ. Καρλαύτη, Αναπληρωτή Καθηγητή του ΕΜΠ για την βοήθεια του στη στατιστική επεξεργασία των στοιχείων και τις χρήσιμες υποδείξεις του.

Ευχαριστούμε την κ. Σ. Βαρδάκη, για την συμβολή της και τις εύστοχες παρατηρήσεις της πάνω σε σημαντικά σημεία της Διπλωματικής Εργασίας.

Ευχαριστούμε τους Δημήτρη Χ., Μυρτώ Β., Νίνα Γ., και Χρήστο Μ. για την ηθική υποστήριξη και την υπομονή τους.

Τέλος, ευχαριστούμε όλους τους φίλους μας για τις ωραίες αλλά και τις δύσκολες στιγμές που περάσαμε μαζί όλα τα χρόνια.

Αθήνα, Οκτώβριος 2010

Μπαϊράμης Χαράλαμπος, Σκλιάς Βασίλειος

Διερεύνηση της επιρροής της συνομιλίας, της κατανάλωσης φαγητού και του καπνίσματος στη συμπεριφορά και στην πιθανότητα ατυχήματος του οδηγού σε ορεινή οδό με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης

Μπαϊράμης Χαράλαμπος και Σκλιάς Βασίλειος

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ

ΣΥΝΟΨΗ

Στόχος της Διπλωματικής Εργασίας είναι η διερεύνηση της επιρροής της συνομιλίας με συνοδηγό, της κατανάλωσης φαγητού και του καπνίσματος στη συμπεριφορά του οδηγού και στην πιθανότητα ατυχήματος. Για την επίτευξη του στόχου αυτού, συλλέχθηκαν κατάλληλα στοιχεία μέσω πειραματικής διαδικασίας σε προσομοιωτή οδήγησης όπου όλοι οι συμμετέχοντες οδήγησαν σε ορεινή οδό. Τα μαθηματικά μοντέλα λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης έδειξαν ότι η συνομιλία, η κατανάλωση φαγητού και το κάπνισμα οδηγούν σε στατιστικά σημαντική μείωση της ταχύτητας κυκλοφορίας, ενώ η δύσκολη συνομιλία οδηγεί επίσης και σε αύξηση του χρόνου αντίδρασης και μείωση της απόστασης του οχήματος από τη δεξιά οριογραμμή. Το μαθηματικό μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης έδειξε ότι η δύσκολη συνομιλία οδηγεί σε αύξηση της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα. Προκύπτει δηλαδή ότι η χαμηλότερη ταχύτητα και η απόκλιση προς τα δεξιά των οδηγών που έχουν μία δύσκολη συζήτηση κατά την οδήγηση δεν μπορούν να αντισταθμίσουν τον πολύ περισσότερο αυξημένο κίνδυνο ατυχήματος λόγω της αύξησης του χρόνου αντίδρασης.

Λέξεις-Κλειδιά: απόσπαση προσοχής, συνομιλία με συνοδηγό, κατανάλωση φαγητού, κάπνισμα, οδική ασφάλεια, ταχύτητα, χρόνος αντίδρασης, λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση, λογιστική παλινδρόμηση.

**Investigation of the impact of the conversation with passenger,
eating and smoking on the driver behavior and
the probability of being involved in an accident
in a mountain road by the use of a driving simulator.**

Bairamis Charalampos and Sklias Vasileios

Supervisor: George Yannis, Associate Professor NTUA

ABSTRACT

The objective of this thesis is the investigation of the impact of the conversation with co-driver, of eating and of smoking on the driver behavior and the probability of being involved in an accident. To achieve this goal, adequate evidence was gathered through an experimental procedure with the use of a driving simulator where all participants drove in a mountain road. From the lognormal regression models it appeared that conversation, eating and smoking lead to a statistically significant decrease in speed, while the difficult conversation leads also to an increase in reaction time and decrease in the distance of the vehicle from the right borderline. From the binary logistic model it appeared that the difficult conversation leads to an increased likelihood of an incident. It appears that the lower speed and the deviation to the right of the drivers who have a difficult conversation while driving cannot offset the much greater risk of an accident due to increased reaction time.

Keywords: distraction, conversation with co-driver, eating, smoking, road safety, speed, reaction time, road accident, lognormal regression, binary logistic regression.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί **η διερεύνηση της επιρροής της ομιλίας με συνοδηγό, της κατανάλωσης φαγητού και του καπνίσματος στη συμπεριφορά και στην πιθανότητα ατυχήματος του οδηγού σε ορεινή οδό με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης.**

Για τη **συλλογή των απαραίτητων στοιχείων** πραγματοποιήθηκε πείραμα σε 42 νέους οδηγούς ηλικίας από 18 έως 30 ετών 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 συμμετέχοντες ερωτηματολόγια που αφορούσαν στα χαρακτηριστικά τους.

Για τη **στατιστική επεξεργασία των στοιχείων** καθώς και την ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων της μέσης ταχύτητας οδήγησης, της μέσης απόστασης του οχήματος από τον άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας και του χρόνου αντίδρασης 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. Πραγματοποιήθηκαν στατιστικές αναλύσεις που εξέταζαν κάθε παράγοντα απόσπασης προσοχής του οδηγού ξεχωριστά και παρουσιάστηκαν εκείνες που ήταν στατιστικά σημαντικές. Συγκεκριμένα παρουσιάστηκαν τέσσερα μαθηματικά μοντέλα που αφορούν στη μέση ταχύτητα οδήγησης (κατανάλωση φαγητού, "εύκολη" συνομιλία, "δύσκολη" συνομιλία, κάπνισμα). Επίσης στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν άλλες τρεις στατιστικές αναλύσεις όπου εξετάστηκε εκτενέστερα ο παράγοντας απόσπασης προσοχής του οδηγού της "δύσκολης" συνομιλίας. Δημιουργήθηκε ένα μαθηματικό μοντέλο που αφορά στη μέση απόσταση του οχήματος από τον άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας, ένα που αφορά στον χρόνο αντίδρασης σε κάποιο απρόσμενο συμβάν, και ένα που αφορά

στην πιθανότητα να συμβεί ατύχημα. Σε κάθε στατιστικό μοντέλο εξετάστηκε η επιρροή της κάθε μεταβλητής σε ορεινή οδό.

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 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 μαθηματικά μοντέλα. 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	"Εύκολη" συνομιλία				"Δύσκολη" συνομιλία				Κατανάλωση φαγητού				Κάπνισμα			
	β_i	t	Σχετική επιρροή		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^*			e_i	e_i^*		
ΣΥΝΕΧΕΙΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ																
Μέσος αριθμός στροφών κινητήρα	$8,0 \times 10^{-5}$	14.8	0.139	1.0	$8,2 \times 10^{-5}$	15.4	0.142	66.7	$8,6 \times 10^{-5}$	14.6	0.148	42.6				
Μέση τιμή επιτάχυνσης					0.030	4.0	0.002	1.0	0.045	6.0	0.003	1.0				
Ποσοστό διαδρομής που χρησιμοποιήθηκε το φρένο													-0.163	-3.0	-0.003	-1.0
Πλάτος λωρίδας κυκλοφορίας	0.068	4.3	0.182	1.3	0.069	4.1	0.187	87.8	0.077	4.4	0.205	59.3				
Ποσοστό διαδρομής που χρησιμοποιήθηκε η 4η ταχύτητα													0.097	7.9	0.011	3.7
Μέγιστη απόσταση οχήματος από το δεξί άκρο της οδού													0.010	2.0	0.015	5.1
ΔΙΑΚΡΙΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ																
Κατανάλωση φαγητού									-0.024	-2.7	-0.003	-1.0				
"Εύκολη" συνομιλία	-0.024	-3.8	-0.004	-1.0												
"Δύσκολη" συνομιλία					-0.014	-2.0	-0.003	-1.0								
Κάπνισμα													-0.011	-1.5	-0.002	-1.0
Παρουσία έντονων στροφών	-0.149	-21.3	-0.022	-4.9	-0.175	-24.3	-0.035	-13.7	-0.182	-21.7	-0.023	-9.0	-0.139	-15.9	-0.020	-10.2
Φύλο	-0.026	-4.4	-0.008	-1.8	-0.036	-6.3	-0.011	-4.3	-0.027	-4.3	-0.008	-3.1	-0.039	-5.8	-0.011	-5.9
Κατωφέρεια					0.044	4.3	0.003	1.3	0.067	6.5	0.006	2.1				
Απόλαυση οδήγησης	0.046	4.9	0.025	5.6					0.038	3.7	0.021	7.9	0.035	3.0	0.019	9.9
R^2	0.600				0.727				0.698				0.481			

Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλου χρόνου αντίδρασης σε
απρόσμενο συμβάν

Ανεξάρτητες μεταβλητές	β_i	t	Σχετική επιρροή	
			e_i	e_i^*
ΣΥΝΕΧΕΙΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ				
Διαφορά αριθμού στροφών κινητήρα από μέσο αριθμό στροφών σε κάθε συμβάν	-0.00003	1.74	-0.234	-14.97
Διαφορά στιγμιαίας ταχύτητας από τη μέση στιγμιαία ταχύτητα σε κάθε συμβάν	0.00200	2.37	-0.016	-1.00
Διαφορά απόστασης οχήματος από το δεξί άκρο της οδού από τη μέση απόσταση από το δεξί άκρο της οδού	-0.11900	4.13	0.670	42.81
ΔΙΑΚΡΙΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ				
Οδηγική εμπειρία 5-9 έτη	-0.05700	3.44	0.744	58.48
Χρήση 2ης ταχύτητας κιβωτίου	0.33200	3.43	0.013	1.00
"Δύσκολη" συνομιλία	0.03100	1.80	-0.160	-12.54
	R^2	0.271		

Σχετική επιρροή μεταβλητών στο μοντέλο ατυχημάτων

Ανεξάρτητες μεταβλητές	β_i	Wald	Σχετική επιρροή	
			e_i	e_i^*
ΣΥΝΕΧΕΙΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ				
Διαφορά ταχύτητας οδήγησης από τη μέση ταχύτητα	0.139	11.17	0.95	2.01
Μέσος αριθμός στροφών κινητήρα	-0.001	4.93	-2.26	-4.79
Η ελάχιστη απόσταση του οχήματος από τη μέση της οδού	-0.846	7.89	-0.47	-1.00
ΔΙΑΚΡΙΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ				
Επικίνδυνο συμβάν	3.118	14.32	15.09	8.94
"Δύσκολη" ομιλία με συνοδηγό	1.205	4.58	1.69	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 στη συνέχεια.

1. Για πρώτη φορά στην Ελλάδα διερευνάται η επιρροή της κατανάλωσης φαγητού, της ομιλίας με συνοδηγό και του καπνίσματος κατά τη διάρκεια οδήγησης στη συμπεριφορά και την πιθανότητα ατυχήματος του οδηγού **με χρήση προσομοιωτή οδήγησης**.
2. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων του πειράματος προέκυψε ότι η δύσκολη συνομιλία με τον συνοδηγό οδηγεί σε μείωση της ταχύτητας κυκλοφορίας και απόκλιση προς τα δεξιά από τη συνήθη τροχιά των οχημάτων, γεγονός εν δυνάμει θετικά για την οδική ασφάλεια αλλά ταυτόχρονα οδηγεί και σε αύξηση του χρόνου αντίδρασης, γεγονός εν δυνάμει αρνητικό από άποψη οδικής ασφάλειας. Από την ανάλυση επίσης προέκυψε ότι η δύσκολη συνομιλία οδηγεί σε αύξηση της πιθανότητας ατυχήματος και κατά συνέπεια, μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι **η χαμηλότερη ταχύτητα και η απόκλιση προς τα δεξιά εκείνων που έχουν μία δύσκολη συζήτηση κατά την οδήγηση δεν μπορούν να αντισταθμίσουν τον πολύ περισσότερο αυξημένο κίνδυνο ατυχήματος λόγω της αύξησης του χρόνου αντίδρασης**.
3. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων του πειράματος προέκυψε ότι τόσο το **κάπνισμα όσο και η κατανάλωση φαγητού την ώρα της οδήγησης επιφέρουν μείωση στη μέση ταχύτητα οδήγησης** ενώ δεν βρέθηκε να υπάρχει στατιστικά σημαντική μεταβολή στην πιθανότητα ατυχήματος. Κατά συνέπεια ενδεχομένως η θετική επιρροή για την οδική ασφάλεια μείωση της μέσης ταχύτητας αντισταθμίζεται από την αλλαγή στον χρόνο αντίδρασης με αποτέλεσμα να μην προκύπτει μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα.
4. Η στατιστική επεξεργασία των στοιχείων σε ότι αφορά στη μέση ταχύτητα οδήγησης, στον χρόνο αντίδρασης και στην απόσταση από τον κεντρικό άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας 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. Η στατιστική επεξεργασία των στοιχείων σε ότι αφορά στην πιθανότητα να συμβεί ατύχημα κατά τη

διάρκεια της συνομιλίας αυξημένης δυσκολίας πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της **λογιστικής ανάλυσης παλινδρόμησης**.

5. Διαπιστώθηκε ότι και οι τρεις παράγοντες απόσπασης προσοχής του οδηγού που εξετάστηκαν (**συνομιλία με συνοδηγό, κατανάλωση φαγητού, κάπνισμα**) οδηγούν στη μείωση της μέσης ταχύτητας οδήγησης. Οι οδηγοί που οδηγούν σε λωρίδες με μεγαλύτερα πλάτη και καταναλώνουν φαγητό παρουσιάζουν όμοιες ταχύτητες με εκείνους που οδηγούν σε οδούς με μικρότερα πλάτη και δεν καταναλώνουν φαγητό. Παρατηρήθηκε ακόμη, ότι η μέση ταχύτητα των αντρών όταν συνομιλούν είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη των γυναικών όταν εκείνες δε συνομιλούν.
6. Για το μοντέλο όπου εξετάστηκε η επιρροή της ομιλίας με συνοδηγό φάνηκε ότι **όταν ο οδηγός συνομιλεί τότε οδηγεί πιο δεξιά πάνω στο οδόστρωμα** σε σχέση με τον άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας. Τα άτομα που συνομιλούν και οδηγούν με υψηλές ταχύτητες οδηγούν σε ίδιες σχετικές θέσεις στο οδόστρωμα με τα άτομα που δεν συνομιλούν αλλά οδηγούν σε χαμηλότερες ταχύτητες.
7. Για το μοντέλο που αφορά στους χρόνους αντίδρασης σε κάποιο απρόσμενο συμβάν βρέθηκε ότι η **συνομιλία αυξημένης δυσκολίας αυξάνει τον χρόνο αντίδρασης**. Οι οδηγοί που δε συνομιλούν και οδηγούν πολύ κοντά στο δεξί έρεισμα της οδού παρουσιάζουν όμοιους χρόνους αντίδρασης με εκείνους που συνομιλούν αλλά οδηγούν σε πιο κεντρικές θέσεις επάνω στο οδόστρωμα.
8. Η **έντονη ομιλία με συνοδηγό** κατά τη διάρκεια της οδήγησης φαίνεται ότι **αυξάνει σημαντικά την πιθανότητα ατυχήματος** παρά τη μείωση της ταχύτητας από τους οδηγούς και την απόκλιση του οχήματος προς τα δεξιά. Προφανώς δεν αντισταθμίζεται ο αυξημένος κίνδυνος λόγω της αύξησης του χρόνου αντίδρασης. Οι οδηγοί που συνομιλούν και έχουν μικρή απόκλιση από τη μέση ταχύτητα του συνόλου των οδηγών παρουσιάζουν ίδια πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα με εκείνους που δε συνομιλούν αλλά έχουν μεγάλη απόκλιση ταχύτητας από τη μέση ταχύτητα όλων των οδηγών.

9. Δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική αύξηση της πιθανότητας ατυχήματος από την ομιλία μειωμένης δυσκολίας με το συνοδηγό, από την κατανάλωση φαγητού και από το κάπνισμα.
10. Τέλος αναφέρεται ότι, υπό προϋποθέσεις, μπορεί να καταστεί δυνατή η γενίκευση των αποτελεσμάτων της Διπλωματικής αυτής Εργασίας, ώστε να χρησιμοποιηθούν και σε άλλες σχετικές περιπτώσεις. Θα πρέπει βέβαια να πραγματοποιηθούν οι απαραίτητες προσαρμογές, όσον αφορά στο οδικό περιβάλλον, στις συνθήκες κυκλοφορίας και στα άλλα χαρακτηριστικά της οδού.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κεφάλαιο 1	Εισαγωγή.....	1
1.1	Γενική ανασκόπηση	1
1.2	Στόχος της Διπλωματικής Εργασίας.....	13
1.3	Μέθοδος.....	14
1.4	Δομή της Διπλωματικής Εργασίας	17
Κεφάλαιο 2	Βιβλιογραφική ανασκόπηση	20
2.1	Γενικά	20
2.2	Συναφείς έρευνες	20
2.2.1	Stutts et al.	21
2.2.2	Wang, Knipling, Goodman	24
2.2.3	Wierville, Tijerina	25
2.2.4	Stevens, Minton	26
2.2.5	Brown.....	27
2.2.6	Samuel G. Charlton	28
2.2.7	Young et al.....	29
2.2.8	McEvoy et al.....	32
2.2.9	Kristie Young, Michael Lenné	35
2.3	Σύνοψη	36
Κεφάλαιο 3	Θεωρητικό υπόβαθρο	41
3.1	Γενικά	41
3.2	Βασικές έννοιες της στατιστικής	42
3.3	Συσχέτιση μεταβλητών-συντελεστής συσχέτισης	45
3.4	Κανονική κατανομή ή κατανομή Gauss	45
3.5	Μαθηματικά πρότυπα	46
3.5.1	Γραμμική παλινδρόμηση	46
3.5.2	Λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση.....	48
3.5.3	Λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης	50
3.5.4	Εκτίμηση των παραμέτρων	51
3.6	Διαδικασία ανάπτυξης και κριτήρια αποδοχής μοντέλου	52
3.7	Λειτουργία του ειδικού στατιστικού λογισμικού	56

Κεφάλαιο 4	Συλλογή και επεξεργασία στοιχείων	59
4.1	Εισαγωγή	59
4.2	Εισαγωγικά στοιχεία προσομοιωτών.....	60
4.2.1	Εκπαίδευση	60
4.2.2	Έρευνα	60
4.2.3	Πλεονεκτήματα προσομοιωτών οδήγησης	61
4.2.4	Μειονεκτήματα προσομοιωτών οδήγησης.....	61
4.2.5	Προσομοιωτής Διπλωματικής Εργασίας	62
4.3	Το πείραμα	66
4.3.1	Διαδικασία πειράματος	66
4.3.2	Συμμετέχοντες.....	67
4.3.3	Επιλογή σεναρίου οδήγησης	68
4.3.4	Εφαρμογή πειράματος.....	69
4.3.5	Αποθήκευση δεδομένων	73
4.4	Επεξεργασία στοιχείων	76
4.4.1	Επεξεργασία ερωτηματολογίου	76
4.4.2	Επεξεργασία μετρήσεων προσομοιωτή	78
4.4.2.1	Φάση 1: Εισαγωγή στοιχείων σε φύλλα εργασίας Excel	79
4.4.2.2	Φάση 2: Διαχωρισμός της διαδρομής σε τμήματα	80
4.4.2.3	Φάση 3: Αφαίρεση των τμημάτων που αφορούσαν τα απρόοπτα συμβάντα	81
4.4.2.4	Φάση 4: Επιμέρους διαχωρισμός των οδικών τμημάτων.....	84
4.4.2.5	Φάση 5: Υπολογισμός των μεταβλητών	86
4.4.2.6	Φάση 6: Τελικές βάσεις δεδομένων.....	88
4.4.3	Περιγραφικά χαρακτηριστικά του δείγματος	90
Κεφάλαιο 5	Εφαρμογή μεθόδου- Αποτελέσματα	94
5.1	Γενικά	94
5.2	Ανάπτυξη και εφαρμογή μαθηματικών μοντέλων για τη μέση ταχύτητα	95
5.2.1	Δεδομένα εισόδου- καθορισμός μεταβλητών	96
5.2.2	Περιγραφική στατιστική.....	97
5.2.3	Συσχέτιση μεταβλητών.....	98

5.2.4	Επιλογή της μεθόδου παλινδρόμησης	103
5.2.5	Γραμμική παλινδρόμηση	105
5.2.6	Λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση.....	108
5.2.7	Περιγραφή αποτελεσμάτων του μοντέλου	117
5.2.8	Σχετική επιρροή των μεταβλητών	127
5.2.9	Ανάλυση ευαισθησίας.....	131
5.3	Ανάπτυξη και εφαρμογή μαθηματικού μοντέλου για τη μέση απόσταση από τον άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας	136
5.3.1	Δεδομένα εισόδου- καθορισμός μεταβλητών	136
5.3.2	Περιγραφική στατιστική.....	137
5.3.3	Συσχέτιση μεταβλητών.....	138
5.3.4	Λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση.....	139
5.3.5	Περιγραφή αποτελεσμάτων του μοντέλου	142
5.3.6	Σχετική επιρροή των μεταβλητών	147
5.3.7	Ανάλυση ευαισθησίας.....	148
5.4	Ανάπτυξη και εφαρμογή μαθηματικών μοντέλων για τον χρόνο αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν	150
5.4.1	Δεδομένα εισόδου – καθορισμός μεταβλητών	150
5.4.2	Περιγραφική στατιστική.....	151
5.4.3	Συσχέτιση μεταβλητών.....	152
5.4.4	Λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση.....	153
5.4.5	Περιγραφή αποτελεσμάτων του μοντέλου	155
5.4.6	Σχετική επιρροή των μεταβλητών	159
5.4.7	Ανάλυση ευαισθησίας.....	160
5.5	Ανάπτυξη και εφαρμογή μαθηματικών μοντέλων ατυχήματος.....	162
5.5.1	Δεδομένα εισόδου- καθορισμός μεταβλητών	163
5.5.2	Λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης.....	164
5.5.3	Συσχέτιση μεταβλητών.....	166
5.5.4	Αποτελέσματα μοντέλων λογιστικής παλινδρόμησης.....	167
5.5.5	Περιγραφή αποτελεσμάτων	168
5.5.6	Σχετική επιρροή των μεταβλητών	171
5.5.7	Ανάλυση ευαισθησίας.....	174
Κεφάλαιο 6	Συμπεράσματα.....	177
6.1	Σύνοψη αποτελεσμάτων	177
6.2	Συνολικά συμπεράσματα	180

6.3	Προτάσεις για βελτίωση της οδικής ασφάλειας	183
6.4	Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα	184
Κεφάλαιο 7	Βιβλιογραφία	186
Κεφάλαιο 8	Παράρτημα	194
	Παράρτημα 1 Ερωτηματολόγιο	194
	Παράρτημα 2 Έντυπο καταγραφής πειράματος	196

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.1:	Κατανομή ατυχημάτων ανάλογα με την ηλικία του οδηγού (Πηγή: ΕΣΥΕ)	4
Πίνακας 1.2:	Αναλογία παραγόντων απόσπασης προσοχής (Πηγή:Stutts et al., 2003)	7
Πίνακας 2.1:	Ποσοστιαία κατανομή παραγόντων απόσπασης προσοχής (Stutts et al.,2001)	22
Πίνακας 2.2:	Ποσοστά οδηγών και ατυχημάτων που σχετίζονται με παράγοντες απόσπασης προσοχής (Πηγή: Wang et al., 1996).....	25
Πίνακας 2.3:	Αριθμός περιπτώσεων που σχετίζονται με απόσπαση οδηγού (Πηγή: Minton και Stevens, 2001)	27
Πίνακας 3.1:	Κρίσιμες τιμές του συντελεστή t.....	53
Πίνακας 4.1:	Λεπτομέρειες πρώτης διαδρομής	70
Πίνακας 4.2:	Λεπτομέρειες δεύτερης διαδρομής.....	72
Πίνακας 4.3:	Πίνακας συλλεγόμενων μεταβλητών (Πηγή: DR-ING.REINER FOERST GMBG).....	75
Πίνακας 4.4:	Πίνακας μεταβλητών που προέκυψαν από το ερωτηματολόγιο	77
Πίνακας 4.5:	Διαχωρισμός συνολικής διαδρομής σε επιμέρους τμήματα	80
Πίνακας 4.6:	Χρόνοι αντίδρασης (sec) όλων των συμμετεχόντων στα απρόοπτα συμβάντα στα επιμέρους οδικά τμήματα μελέτης	83
Πίνακας 4.7:	Πίνακας μεταβλητών	87
Πίνακας 4.8:	Πίνακας ταχυτήτων εξεταζόμενων οδικών τμημάτων για τα δύο φύλα και το σύνολο του δείγματος	92
Πίνακας 4.9:	Πίνακας επιτάχυνσης εξεταζόμενων οδικών τμημάτων για τα δύο φύλα και το σύνολο του δείγματος	92

Πίνακας 4.10:	Πίνακας μέσης απόστασης από το δεξί άκρο της οδού για τα δύο φύλα και το σύνολο του δείγματος	92
Πίνακας 4.11:	Μεταβολή ποσοστού στο τμήμα διαδρομής που ο οδηγός φρέναρε σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση.....	92
Πίνακας 4.12:	Μέσες τιμές χρόνων αντιδράσεων ανάλογα με το είδος δυσκολίας του συμβάντος και το οδικό τμήμα μελέτης.....	93
Πίνακας 5.1:	Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: Κατανάλωση φαγητού)	97
Πίνακας 5.2:	Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Εύκολη” ομιλία με συνοδηγό)	98
Πίνακας 5.3:	Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό)	98
Πίνακας 5.4:	Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Εύκολη” και “δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό)	98
Πίνακας 5.5:	Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: Κάπνισμα)	98
Πίνακας 5.6:	Συσχέτιση συνεχών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: Κατανάλωση φαγητού).....	99
Πίνακας 5.7:	Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: Κατανάλωση φαγητού).....	99
Πίνακας 5.8:	Συσχέτιση συνεχών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Εύκολη” ομιλία με συνοδηγό)	100
Πίνακας 5.9:	Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Εύκολη” ομιλία με συνοδηγό)	100

Πίνακας 5.10:	Συσχέτιση συνεχών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό).....	100
Πίνακας 5.11:	Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό)	101
Πίνακας 5.12:	Συσχέτιση συνεχών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Εύκολη” και “δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό)	101
Πίνακας 5.13:	Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Εύκολη” και “δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό)	101
Πίνακας 5.14:	Συσχέτιση συνεχών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: Κάπνισμα)	102
Πίνακας 5.15:	Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: Κάπνισμα)	102
Πίνακας 5.16:	Αποτελέσματα λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης σε ορεινό περιβάλλον για τη μέση ταχύτητα (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: Κατανάλωση φαγητού)	109
Πίνακας 5.17:	Αποτελέσματα λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης σε ορεινό περιβάλλον για τη μέση ταχύτητα (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Εύκολη” ομιλία με συνοδηγό)	110
Πίνακας 5.18:	Αποτελέσματα λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης σε ορεινό περιβάλλον για τη μέση ταχύτητα (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό)	112
Πίνακας 5.19:	Αποτελέσματα λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης σε ορεινό περιβάλλον για τη μέση ταχύτητα (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Εύκολη” και “δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό)	113

Πίνακας 5.20:	Αποτελέσματα λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης σε ορεινό περιβάλλον για τη μέση ταχύτητα (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: Κάπνισμα)115
Πίνακας 5.21:	Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλων ταχύτητας.....128
Πίνακας 5.22:	Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό)138
Πίνακας 5.23:	Συσχέτιση συνεχών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης απόστασης του οχήματος από τον άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό)138
Πίνακας 5.24:	Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης απόστασης του οχήματος από τον άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό).....139
Πίνακας 5.25:	Αποτελέσματα λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης σε ορεινό περιβάλλον για τη μέση απόσταση του οχήματος από τον άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό)141
Πίνακας 5.26:	Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλου μέσης απόστασης από τον άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας.....148
Πίνακας 5.27:	Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό)151
Πίνακας 5.28:	Συσχέτιση συνεχών μεταβλητών του μοντέλου του χρόνου αντίδρασης (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό)152
Πίνακας 5.29:	Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών του μοντέλου του χρόνου αντίδρασης (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό)152
Πίνακας 5.30:	Αποτελέσματα λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης σε ορεινό περιβάλλον για τον χρόνο αντίδρασης

	(Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό)154
Πίνακας 5.31:	Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλου χρόνου αντίδρασης σε απρόσμενο συμβάν160
Πίνακας 5.32:	Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών του μοντέλου της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Δύσκολη” συνομιλία)166
Πίνακας 5.33:	Συσχέτιση συνεχών μεταβλητών του μοντέλου της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Δύσκολη” συνομιλία)166
Πίνακας 5.34:	Αποτελέσματα λογιστικής παλινδρόμησης στο μοντέλο ατυχήματος167
Πίνακας 5.35:	Σχετική επιρροή μεταβλητών στο μοντέλο ατυχήματος173
Πίνακας 6.1:	Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλων ταχύτητας.....179
Πίνακας 6.2:	Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλου χρόνου αντίδρασης σε απρόσμενο συμβάν179
Πίνακας 6.3:	Σχετική επιρροή μεταβλητών στο μοντέλο ατυχήματος180

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1.1:	Χρονική εξέλιξη οδικών ατυχημάτων, θανάτων και τραυματισμών στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης	2
Διάγραμμα 1.2:	Διάγραμμα ροής των σταδίων εκπόνησης της Διπλωματικής Εργασίας.....	16
Διάγραμμα 3.1:	Ευθεία ελαχίστων τετραγώνων.....	51
Διάγραμμα 4.1:	Διάγραμμα μηκοτομής	84
Διάγραμμα 4.2:	Κατανομή του φύλου των συμμετεχόντων	91
Διάγραμμα 4.3:	Κατανομή της οδηγικής εμπειρίας των συμμετεχόντων	91
Διάγραμμα 4.4:	Κατανομή ηλικιών των συμμετεχόντων	91
Διάγραμμα 5.1	Κατανομή ταχυτήτων (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: Κατανάλωση φαγητού)	103
Διάγραμμα 5.2:	Κατανομή ταχυτήτων (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Εύκολη” ομιλία με συνοδηγό)	104
Διάγραμμα 5.3:	Κατανομή ταχυτήτων (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό)	104
Διάγραμμα 5.4:	Κατανομή ταχυτήτων (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Εύκολη” και “δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό)	104
Διάγραμμα 5.5:	Κατανομή ταχυτήτων (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: Κάπνισμα)	105
Διάγραμμα 5.6:	Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή σε ορεινό περιβάλλον (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: Κατανάλωση φαγητού)	109
Διάγραμμα 5.7:	Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος σε ορεινό περιβάλλον (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: Κατανάλωση φαγητού)	110
Διάγραμμα 5.8:	Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή σε ορεινό περιβάλλον (Παράγοντας	

	απόσπασης προσοχής: “Εύκολη” ομιλία με συνοδηγό).....	111
Διάγραμμα 5.9:	Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος σε ορεινό περιβάλλον (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Εύκολη” ομιλία με συνοδηγό).....	111
Διάγραμμα 5.10:	Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή σε ορεινό περιβάλλον (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό).....	112
Διάγραμμα 5.11:	Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος σε ορεινό περιβάλλον (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό).....	113
Διάγραμμα 5.12:	Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή σε ορεινό περιβάλλον (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Εύκολη” και “δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό)	114
Διάγραμμα 5.13:	Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος σε ορεινό περιβάλλον (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Εύκολη” και “δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό)	114
Διάγραμμα 5.14:	Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή σε ορεινό περιβάλλον (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: Κάπνισμα).....	115
Διάγραμμα 5.15:	Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος σε ορεινό περιβάλλον (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: Κάπνισμα).....	116
Διάγραμμα 5.16:	Συσχέτιση και διασπορά των σφαλμάτων στο μοντέλο 1	125
Διάγραμμα 5.17:	Συσχέτιση και διασπορά των σφαλμάτων στο μοντέλο 2	125
Διάγραμμα 5.18:	Συσχέτιση και διασπορά των σφαλμάτων στο μοντέλο 3	126
Διάγραμμα 5.19:	Συσχέτιση και διασπορά των σφαλμάτων στο μοντέλο 4	126
Διάγραμμα 5.20:	Συσχέτιση και διασπορά των σφαλμάτων στο μοντέλο 5	126
Διάγραμμα 5.21:	Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με μέση τιμή επιτάχυνσης σε ορεινό περιβάλλον (Μοντέλο 1)	

	(orizod=0, RPMav=2831, LIKDR=1, platoslwr=4,36, katwf=1).....	131
Διάγραμμα 5.22:	Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με μέση το πλάτος λωρίδας σε ορεινό περιβάλλον (Μοντέλο 1) (orizod=0, RPMav=2831, LIKDR=1, AccLonA=0,13 , katwf=1).....	132
Διάγραμμα 5.23:	Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με μέση τιμή επιτάχυνσης σε ορεινό περιβάλλον (Μοντέλο 1) (orizod=0, RPMav=2831, sex=0 , platoslwr=4,36 , katwf=1).....	132
Διάγραμμα 5.24:	Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με μέση τιμή επιτάχυνσης σε ορεινό περιβάλλον (Μοντέλο 1) (orizod=0, RPMav=2831, sex=0 , platoslwr=4,36 , LIKDR=1).....	132
Διάγραμμα 5.25:	Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με το πλάτος λωρίδας σε ορεινό περιβάλλον (Μοντέλο 2, “εύκολη” συνομιλία) (orizod=0, RPMav=2842, sex=0).....	133
Διάγραμμα 5.26:	Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με μέσο αριθμό στροφών σε ορεινό περιβάλλον (Μοντέλο 2, “εύκολη” συνομιλία) (orizod=0, platoslwr=4,358 , LIKDR=1)	133
Διάγραμμα 5.27:	Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με μέση τιμή επιτάχυνσης σε ορεινό περιβάλλον (Μοντέλο 3, “δύσκολη” συνομιλία) (orizod=0, RPMav=2830, katwf=1, platoslwr=4,368)	133
Διάγραμμα 5.28:	Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με μέσο αριθμό στροφών σε ορεινό περιβάλλον (Μοντέλο 3, “δύσκολη” συνομιλία) (katwf=1, platoslwr=4,368, AccLonA=0,119, sex=0)	134
Διάγραμμα 5.29:	Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με πλάτος λωρίδας σε ορεινό περιβάλλον (Μοντέλο 3) (RPMav=2830, AccLonA=0,119, orizod=0, katwf=0)	134
Διάγραμμα 5.30:	Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με μέγιστη απόσταση από το δεξί άκρο της οδού σε ορεινό περιβάλλον (Μοντέλο 5) (orizod=0, LIKDR=1, Gear4=0,19, BrkA=0,028).....	134

Διάγραμμα 5.31: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με το ποσοστό διαδρομής που χρησιμοποιήθηκε το φρένο σε ορεινό περιβάλλον (Μοντέλο 5) ($sex=1$, $LIKDR=1$, $Gear4=0,19$, $DRightM=2,43$).....	135
Διάγραμμα 5.32: Κατανομή εξαρτημένης μεταβλητής (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό).....	140
Διάγραμμα 5.33: Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή σε ορεινό περιβάλλον (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό).....	141
Διάγραμμα 5.34: Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος σε ορεινό περιβάλλον (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό).....	142
Διάγραμμα 5.35: Συσχέτιση και διασπορά των σφαλμάτων στο μοντέλο μέσης απόστασης οχήματος από τον άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας	146
Διάγραμμα 5.36: Συσχέτιση μέσης απόστασης από τον άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας με τη διαφορά ταχύτητας οδήγησης από τη μέση ταχύτητα ($AccLonA=0,036$, $RPMav=2824$, $platoslwr=4,43$, $Speed(M-m)^{0,5}=4,76$, $katwf=0$, $event=0$)	149
Διάγραμμα 5.37: Συσχέτιση μέσης απόστασης από τον άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας με το πλάτος λωρίδας κυκλοφορίας ($AccLonA=0,036$, $RPMav=2824$, $Speed(M-m)^{0,5}=4,76$, $katwf=0$, $event=0$, $orizod=0$, $dn=0$)	149
Διάγραμμα 5.38: Κατανομή εξαρτημένης μεταβλητής (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό).....	153
Διάγραμμα 5.39: Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή σε ορεινό περιβάλλον (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό).....	154

Διάγραμμα 5.40:	Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος σε ορεινό περιβάλλον (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό).....	155
Διάγραμμα 5.41:	Συσχέτιση και διασπορά των σφαλμάτων στο μοντέλο χρόνου αντίδρασης σε απρόβλεπτο συμβάν	158
Διάγραμμα 5.42:	Συσχέτιση χρόνου αντίδρασης σε απρόσμενο συμβάν με τη μεταβολή της απόστασης του οχήματος από το δεξί άκρο της οδού (G2=0, DV=0, dRPM=0, 5_9=1)	161
Διάγραμμα 5.43:	Συσχέτιση χρόνου αντίδρασης σε απρόσμενο συμβάν με τη μεταβολή της απόστασης του οχήματος από το δεξί άκρο της οδού (G2=0, DV=0, dRPM=0, 5_9=0)	161
Διάγραμμα 5.44:	Συσχέτιση χρόνου αντίδρασης σε απρόσμενο συμβάν με τη μεταβολή από το μέσο αριθμό των στροφών του κινητήρα (5_9=1, DV=0, dDRight=0)	162
Διάγραμμα 5.45:	Συσχέτιση πιθανότητας να συμβεί ατύχημα με την απόκλιση ταχύτητας από τη μέση ταχύτητα (ABSdv) (event=1, υψηλές στροφές=3500, χαμηλές στροφές=2000, rspurmin=1,16)	174
Διάγραμμα 5.46:	Συσχέτιση πιθανότητας να συμβεί ατύχημα με την απόκλιση ταχύτητας από τη μέση ταχύτητα (ABSdv) (RPMav=2831, rspurmin=1,16)	175
Διάγραμμα 5.47:	Συσχέτιση πιθανότητας να συμβεί ατύχημα με την ελάχιστη απόσταση από το κέντρο της οδού (rspurmin) (event=1, υψηλές στροφές=3500, χαμηλές στροφές=2000, ABSdv=5,56)	175

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 4.1:	Προσομοιωτής οδήγησης.....	63
Εικόνες 4.2, 4.3:	Φωτογραφίες της θέσης οδήγησης του προσομοιωτή	64
Εικόνα 4.4:	Οθόνες προσομοιωτή	64
Εικόνα 4.5:	Ειδικό πληκτρολόγιο ελέγχου	65
Εικόνες 4.6,4.7:	Βασικός κατάλογος επιλογών	65
Εικόνες 4.8, 4.9:	Εσωτερικό και εξωτερικό σταχτοδοχείο.....	67
Εικόνα 4.10:	Θέση σνακ	67
Εικόνα 4.11:	Θέση συνοδηγού	67
Εικόνα 4.12:	Εικόνα γέφυρας από τη διαδρομή σε ορεινό δίκτυο.....	68
Εικόνα 4.13:	Εικόνα σήραγγας από τη διαδρομή σε ορεινό δίκτυο.....	68
Εικόνα 4.14:	Εικόνα κλειστής στροφής στη διαδρομή σε ορεινή οδό	69
Εικόνα 4.15:	Σενάριο οδήγησης προσομοιωτή	70
Εικόνα 4.16:	Σκαρίφημα πρώτης διαδρομής.....	71
Εικόνα 4.17:	Σκαρίφημα δεύτερης διαδρομής	72
Εικόνες 4.18, 4.19:	Απρόοπτο συμβάν, εμφάνιση ζώου	73
Εικόνα 4.20:	Φάκελος που αποθηκεύονται οι μετρήσεις στον προσομοιωτή.....	74
Εικόνα 4.21:	Μεταφορά ερωτηματολογίου σε φύλλο εργασίας Excel	78
Εικόνα 4.22:	Διαδικασία εισαγωγής μετρήσεων στο Excel	79
Εικόνα 4.23:	Αρχείο πειράματος.....	80
Εικόνα 4.24:	Διαχωρισμός της διαδρομής σε τμήματα	81
Εικόνα 4.25:	Διάγραμμα ταχύτητας-θέσης όπου φαίνεται το οδικό τμήμα που αφαιρείται λόγω απρόσμενου γεγονότος	82
Εικόνα 4.26:	Αφαίρεση τμημάτων που αφορούν τα απρόοπτα συμβάντα	82
Εικόνα 4.27:	Καρτέλα σφαλμάτων.....	84

Εικόνα 4.28:	Σκαρίφημα οριζοντιογραφίας	85
Εικόνα 4.29:	Δημιουργία νέων στηλών οριζοντιογραφίας και μηκοτομής	85
Εικόνα 4.30:	Συγκεντρωτικός πίνακας στο τέλος κάθε διαδρομής.....	88
Εικόνα 4.31:	Συγκεντρωτικός πίνακας δεδομένων προσομοιωτή και ερωτηματολογίου	88
Εικόνα 4.32:	Συγκεντρωτικό αρχείο για όλους τους χρήστες (σύνολο της διαδρομής)	89
Εικόνα 4.33:	Συγκεντρωτικό αρχείο για όλους τους χρήστες (κάπνισμα)	89
Εικόνα 4.34:	Συγκεντρωτικό αρχείο για όλους τους χρήστες (συνομιλία)	90
Εικόνα 4.35:	Συγκεντρωτικό αρχείο για όλους τους χρήστες (φαγητό)	90
Εικόνα 5.1:	Δημιουργία μεταβλητής λογαρίθμου ταχύτητας	108

Κεφάλαιο 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

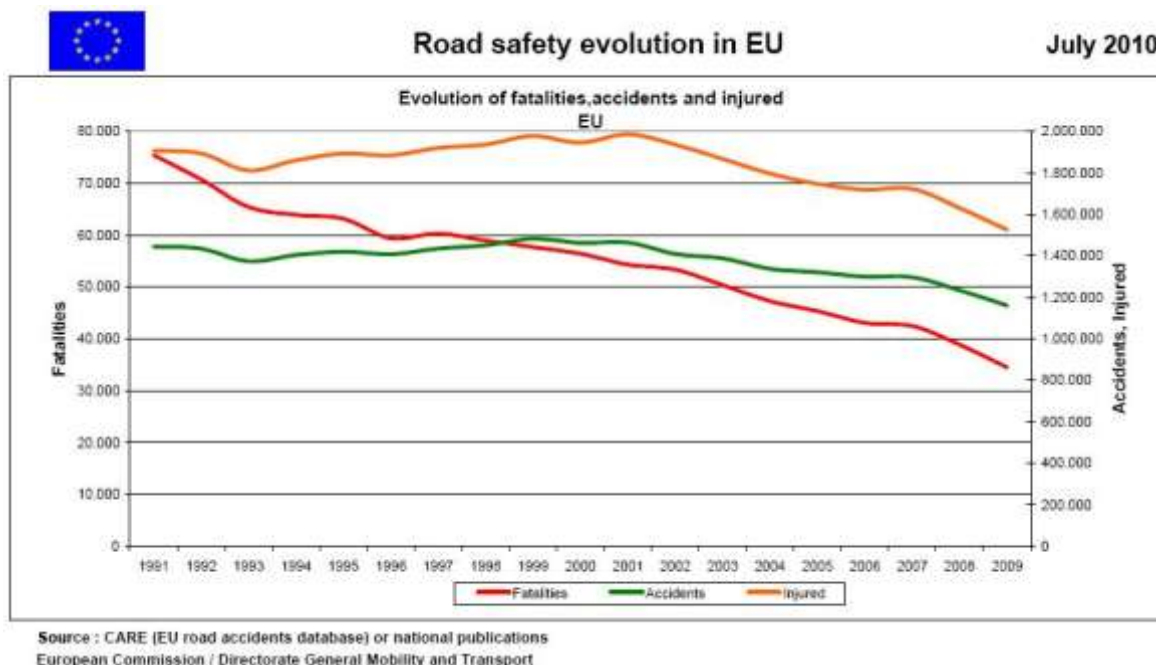
1.1 Γενική ανασκόπηση

Η **οδική ασφάλεια** αποτελεί ένα από τα κυριότερα κεφάλαια της συγκοινωνιακής τεχνικής και ένα από τα σημαντικότερα αντικείμενα της επιστήμης του συγκοινωνιολόγου μηχανικού, μέσα στο γενικότερο πλαίσιο του, που είναι η μελέτη συστημάτων που να εξασφαλίζουν την ασφαλή, γρήγορη, οικονομική και άνετη μεταφορά ανθρώπων και αγαθών.

Σύμφωνα με επίσημα στοιχεία των φορέων οδικής ασφάλειας **τα οδικά ατυχήματα αποτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό των ατυχημάτων στις μεταφορές** (Φραντζεσκάκης & Γκόλιας, 1994). Στην Ελλάδα καταγράφονται κάθε χρόνο πάνω από 16.000 οδικά ατυχήματα με θύματα που προκαλούν πάνω από 1.500 νεκρούς και 19.000 τραυματίες, πέρα από τις σημαντικές υλικές ζημιές. Η κατάσταση στην Ελλάδα είναι εξαιρετικά ανησυχητική, αφού κατέχει τη δεύτερη θέση μεταξύ των χωρών της Ε.Ε., με τις χειρότερες επιδόσεις στην Οδική Ασφάλεια. Μολονότι παρατηρήθηκε μία μείωση των θανατηφόρων ατυχημάτων από το 1991 έως το 2003 της τάξεως του 24%, η οδική ασφάλεια αποτελεί για τη χώρα μας θέμα μείζονος σημασίας με πολύ σημαντικές επιπτώσεις τόσο στην οικονομική όσο και στην κοινωνική ζωή του τόπου (Μίντσης, 1994, Τσώχος, 1994, Tsohos, 2000).

Στις χώρες της **Ευρωπαϊκής Ένωσης** τα **οδικά ατυχήματα** έχουν ως αποτέλεσμα κάθε χρόνο περί τους 38.000 νεκρούς, 1.500.000 τραυματίες σε σύνολο 1.200.000 οδικών ατυχημάτων με θύματα (στα στοιχεία αυτά δεν περιλαμβάνονται ελαφρότερα ατυχήματα στα οποία υπάρχουν μόνο υλικές ζημιές). Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις των συγκοινωνιολόγων το

οικονομικό και κοινωνικό κόστος των νεκρών, τραυματιών και υλικών ζημιών στην Ελλάδα ανέρχεται στα 3 δισεκατομμύρια ευρώ ετησίως, ενώ το αντίστοιχο κόστος για το σύνολο των κρατών της Ευρωπαϊκής Ένωσης ξεπερνά τα 74 δισεκατομμύρια ευρώ ετησίως (Σ.Ε.Σ., 2003).



Διάγραμμα 1.1: Χρονική εξέλιξη οδικών ατυχημάτων, θανάτων και τραυματισμών στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Τρεις είναι οι **βασικοί παράγοντες** που οδηγούν στην οδική ασφάλεια. Κατά σειρά αυξανόμενης σπουδαιότητας είναι:

- **όχημα** (τεχνική διαμόρφωση και εξοπλισμός, ιδιαίτερα σε σχέση με την ενεργητική και την παθητική ασφάλεια),
- **οδός με το περιβάλλον της** (γεωμετρικά χαρακτηριστικά, κατασκευαστική διαμόρφωση, επίπεδο συντήρησης, εξοπλισμός, τοπικές κυκλοφοριακές ρυθμίσεις, διαμόρφωση της κυκλοφορίας, καιρικές συνθήκες),
- **ο χρήστης της οδού** (φυσικές, ψυχικές και κοινωνικές ιδιαιτερότητες καθώς επίσης πρότυπα συμπεριφοράς)

Στις περισσότερες περιπτώσεις δύο ή και οι τρεις από τους παραπάνω παράγοντες συμβάλλουν στο ατύχημα. Η πολυπλοκότητα και η έλλειψη λεπτομερούς καταγραφής και ανάλυσης των συνθηκών υπό τις οποίες έγινε ένα ατύχημα, δεν επιτρέπουν πάντα την αντικειμενική διαπίστωση της συμβολής κάθε παράγοντα. Εν τούτοις, διάφορες μελέτες ατυχημάτων σε βάθος δείχνουν ότι **ο χρήστης της οδού** μόνος, ή σε συνδυασμό με τους άλλους δύο παράγοντες αποτελεί την **κύρια αιτία των οδικών ατυχημάτων**.

Χαρακτηριστικό της Ελλάδας είναι το έντονο ανάγλυφο και οι πολλοί ορεινοί όγκοι. Μεγάλο μέρος του εθνικού οδικού δικτύου έχει **ορεινή χάραξη**, ενώ ακόμα υψηλότερο το ποσοστό του επαρχιακού οδικού δικτύου με ορεινή χάραξη. Οι **ιδιαιτερότητες** ενός τέτοιου δικτύου αφορούν στο μικρό πλάτος οδού (συνήθως δύο λωρίδες, μία ανά κατεύθυνση), μεγάλες κατά μήκος κλίσεις (έως 15%) της οδού και συνεχόμενες καμπύλες με πολύ μικρές ακτίνες.

Είναι γεγονός ότι οι **ελιγμοί** πρέπει γενικά να αποφεύγονται διότι συνιστούν σοβαρό εμπόδιο στην κυκλοφορία και να χρησιμοποιούνται μόνον όταν επιβάλλεται λόγω των τοπογραφικών συνθηκών και όταν η δαπάνη για καλύτερη χάραξη θα ήταν απαγορευτική. Στις περιπτώσεις των ορεινών δικτύων όμως πολλές φορές η κατασκευή του ελιγμού είναι επιβεβλημένη. Κατά συνέπεια είναι συχνό φαινόμενο η παρουσία ανακαμπτόντων ελιγμών, οι καμπύλες δηλαδή πολύ μικρής ακτίνας (<30m) των οποίων η αλλαγή διεύθυνσης υπερβαίνει τις 180°.

Οδηγοί νεαρής ηλικίας έχουν μεγαλύτερες πιθανότητες να εμπλακούν σε ατύχημα από τις άλλες ηλικιακές ομάδες (Jonah et al., 2001). Είναι εξίσου πιθανό να εμπλακούν τόσο σε θανατηφόρα όσο και σε ελαφριών τραυματισμών ατυχήματα. Οι αυξημένες πιθανότητες και η συχνότητα εμπλοκής σε ατύχημα μπορούν να αποδοθούν σε ικανότητα οδήγησης, ριψοκίνδυνη συμπεριφορά και σε γενικότερη τάση συμμετοχής σε δραστηριότητες απόσπασης προσοχής.

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται η κατανομή των ατυχημάτων σε σχέση με την ηλικία του οδηγού.

Πίνακας 1.1: Κατανομή ατυχημάτων ανάλογα με την ηλικία του οδηγού
(Πηγή: ΕΣΥΕ)

Αριθμός νεκρών ανά ηλικιακή ομάδα, φύλο και κατηγορία χρήστη οδού (Ελλάδα, 2008)

Ηλικία	Οδηγοί		Επιβάτες		Πεζοί		Οδηγοί	Επιβάτες	Πεζοί	A	Γ	Σύνολο	%
	A	Γ	A	Γ	A	Γ							
0-4 έτη			6	6	2	2	0	12	4	8	8	16	1%
5-14 έτη	4		5	2	5	3	4	7	8	14	5	19	1%
15-24 έτη	199	15	41	28	4		214	69	4	244	43	287	19%
25-34 έτη	264	20	28	18	10	4	284	46	14	302	42	344	22%
35-44 έτη	152	11	24	12	14	4	163	36	18	190	27	217	14%
45-54 έτη	119	11	13	13	12	9	130	26	21	144	33	177	12%
55-64 έτη	81	4	12	21	11	12	85	33	23	104	37	141	9%
65+ έτη	129	3	15	40	80	62	132	55	142	224	105	329	22%
Σύνολο	948	64	144	140	138	96	1,012	284	234	1,230	300	1,530	100%
%	94%	6%	51%	49%	59%	41%	66%	19%	15%	80%	20%		

Πηγή: ΕΣΥΕ, Επεξεργασία: ΕΜΠ-Τομέας ΜΣΥ

Η οδήγηση είναι μια σύνθετη δραστηριότητα που απαιτεί τον συντονισμό μιας σειράς φυσικών, πνευματικών και γνωστικών δυνατοτήτων (Mayhew and Simpson 1995, McKnight and Hundt 1971, Shinar 1978). Η ασφαλής οδήγηση απαιτεί επίσης αυξημένη προσοχή και συγκέντρωση. Οτιδήποτε **αποσπά** ή ανταγωνίζεται την προσοχή του οδηγού στη διαδικασία της οδήγησης μπορεί να έχει **σοβαρές επιπλοκές** στην οδική ασφάλεια. Η οδήγηση παρ' όλα αυτά είναι μία εύκολη διαδικασία για τους περισσότερους έμπειρους οδηγούς, γι' αυτό και πολλοί από αυτούς έχουν την ευχέρεια να συμμετέχουν παράλληλα και σε άλλες δραστηριότητες – ομιλία με συνεπιβάτη, παρατήρηση πινακίδων, χρήση ραδιοφώνου- χωρίς σοβαρές επιπτώσεις στην οδήγηση (Näätänen and Summala 1976). Το μεγαλύτερο μέρος των οδηγών μπορούν να προσανατολίσουν την προσοχή τους σε δραστηριότητες με τέτοιο τρόπο ώστε να μην θέτουν σε κίνδυνο την ασφάλειά τους. **Ωστόσο, η προσοχή των οδηγών μπορεί να αποσπαστεί σε τέτοιο βαθμό από μια συγκεκριμένη δραστηριότητα ή γεγονός ώστε να αποτύχουν να συγκεντρωθούν αρκετά στην οδήγηση και επομένως να αυξηθεί ο κίνδυνος να εμπλακούν σε κάποιο ατύχημα.**

Ορισμός της απόσπασης προσοχής

Η **έλλειψη προσοχής** εμφανίζεται σε μια ευρεία κατηγορία καταστάσεων στις οποίες ο οδηγός αδυνατεί να ανταπεξέλθει στις απαιτήσεις της οδήγησης, όπως η υπνηλία. Όταν υπάρχει απουσία ανταγωνιστικής

δραστηριότητας, η έλλειψη προσοχής αντιπροσωπεύει τη μειωμένη προσοχή στις δραστηριότητες που έχουν καίρια σημασία για την ασφαλή οδήγηση. Ένας τρόπος για να γίνει διάκριση μεταξύ της έλλειψης προσοχής και της απόσπασης προσοχής είναι ότι η απόσπαση της προσοχής περιλαμβάνει μία συγκεκριμένη δραστηριότητα (κλήση κινητού τηλεφώνου ή κατανάλωση φαγητού) που ανταγωνίζεται την προσοχή του οδηγού, σε σύγκριση με μια νοητική κατάσταση (υπνηλία ή κόπωση) που οδηγεί σε μειωμένη ικανότητα εστίασης προσοχής στην οδό. Το ακόλουθο δείγμα των ορισμών απόσπασης προσοχής, η οποία έχει παρουσιαστεί τα τελευταία 20 χρόνια, αφορούν την εξέταση της **απόσπασης της προσοχής**, ως υποσύνολο της έλλειψης προσοχής:

- ❖ Μετατόπιση της προσοχής από την οδήγηση από μια δραστηριότητα ή συμβάν στο εσωτερικό του οχήματος.
- ❖ Μετατόπιση της προσοχής από ερεθίσματα που είναι κρίσιμης σημασίας για την ασφαλή οδήγηση προς ερεθίσματα που δεν έχουν σχέση με την ασφαλή οδήγηση.
- ❖ Μια δραστηριότητα που αποσπά την προσοχή του οδηγού από τη διαδικασία της οδήγησης.
- ❖ Η απόσπαση του οδηγού εμφανίζεται όταν ο οδηγός έχει καθυστέρηση στην αναγνώριση των πληροφοριών που απαιτούνται για να διεκπεραιώσουν ασφαλώς την οδήγηση, διότι κάποια εκδήλωση, δραστηριότητα, αντικείμενο ή πρόσωπο εντός ή εκτός του οχήματος αναγκάστηκαν ή είχαν την τάση να προκαλούν μετατόπιση προσοχής του οδηγού από το καθήκον οδήγησης.
- ❖ Η ενασχόληση των οδηγών με κάτι που απομακρύνει την προσοχή από τη διαδικασία της οδήγησης.
- ❖ Παράγοντες απόσπασης προσοχής περιλαμβάνουν εκείνα τα αντικείμενα ή γεγονότα, τόσο εντός όσο και εκτός του οχήματος, που συντελούν στην ανακατεύθυνση της προσοχής από την οδήγηση ή τη δέσμευση μέρους της προσοχής του οδηγού έτσι ώστε να μην υπάρχει αρκετή προσήλωση για τη διαδικασία της οδήγησης.

- ❖ Η απόσπαση του οδηγού υποδηλώνει ότι οι οδηγοί κάνουν πράγματα που δεν είναι κατά κύριο λόγο σχετικά με τα καθήκοντα της οδήγησης (οδήγηση με ασφάλεια), και αυτό μειώνει την προσοχή που χρειάζεται για την ασφαλή οδήγηση.
- ❖ Η απόσπαση εμφανίζεται όταν απουσιάζει η προσοχή από το καθήκον της οδήγησης, με αποτέλεσμα καθυστερημένες αντιδράσεις σε απρόσμενα γεγονότα, αυξημένος πνευματικός φόρτος, και σε ορισμένες περιπτώσεις, αλλαγή της ταχύτητας και της διατήρησης σταθερής τροχιάς του οχήματος.
- ❖ Απόσπαση της προσοχής μπορεί να οριστεί ως εσφαλμένη κατεύθυνση προσοχής.
- ❖ Απόσπαση της προσοχής συμβαίνει όταν ένα συμβάν προκαλεί μια μετατόπιση της προσοχής από την οδήγηση.
- ❖ Η εκτροπή της προσοχής από την οδήγηση, επειδή ο οδηγός είναι προσωρινά απασχολημένος με κάποιο αντικείμενο, πρόσωπο, μια εργασία ή συμβάν που δεν σχετίζονται με την οδήγηση, γεγονός που μειώνει την εγρήγορση, τη λήψη αποφάσεων, ή την απόδοση του οδηγού, που οδηγεί σε αυξημένο κίνδυνο εμπλοκής σε ατύχημα.
- ❖ Κάθε γεγονός ή δραστηριότητα που επηρεάζει αρνητικά την ικανότητα του οδηγού να επεξεργάζεται τις πληροφορίες που είναι απαραίτητες για την ασφαλή λειτουργία ενός οχήματος.
- ❖ Μια μορφή έλλειψης προσοχής που μετατοπίζει την προσοχή μακριά από την οδήγηση.

Παρατηρείται ότι μερικοί ορισμοί εξετάζουν την απόσπαση προσοχής κάτω από το πρίσμα των επιπτώσεών της στις επιδόσεις οδήγησης, ενώ άλλοι την εξετάζουν ως προς τις δραστηριότητες ή τα αντικείμενα που οδηγούν σε αυτήν. Οι περισσότεροι πάντως περιγράφουν την απόσπαση της προσοχής ως κάτι που διαταράσσει το καθήκον της οδήγησης (Regan, Lee, Young, 2009).

Η απόσπαση και η απώλεια προσοχής συμβάλλει σε **πάνω από το ένα τέταρτο** των καταγεγραμμένων ατυχημάτων (Stutts et al., 2005).

Πίνακας 1.2: Αναλογία παραγόντων απόσπασης προσοχής
(Πηγή:Stutts et al.,2003)

Table 2.2 Proportion of Subjects Involved in Potentially Distracting Activities and Total Driving Time, Everyday Driving Study

Potential Distraction	% of Subjects	% of Total Driving Time
Talking on cell phone	30.0	1.30 ¹
Answering cell phone	15.7	
Dialling cell phone	27.1	
Eating, drinking, spilling	71.4	1.45
Preparing to eat or drink	58.6	3.16
Manipulating music/audio controls	91.4	1.35
Smoking	7.1	1.55
Reading or writing	40.0	0.67
Grooming	45.7	0.28
Baby distracting	8.6	0.38
Child distracting	12.9	0.29
Adult distracting	22.9	0.27
Conversing	77.1	15.32
Reaching, leaning, etc.	97.1	3.78 ¹
Manipulating vehicle controls	100.0	
Other internal distractions	67.1	
External distractions	85.7	1.62

¹ combined categories

Source: Stutts, J, et al., Distractions in Everyday Driving, 2003, p. 8.

Κάποιοι από τους παράγοντες που συντελούν στην απόσπαση της προσοχής κατά τη διάρκεια της οδήγησης αναπτύσσονται παρακάτω:

Κατανάλωση φαγητού

Με τον ολοένα και περισσότερο πολυάσχολο τρόπο ζωής, οι οδηγοί έρχονται αντιμέτωποι με μια δυνητικά επικίνδυνη ενέργεια απόσπασης προσοχής μέσα από την επιθυμία ή την ανάγκη τους να **καταναλώνουν φαγητό** κατά την ώρα της οδήγησης. Σε μία έρευνα της Νέας Ζηλανδίας βρέθηκε ότι η κατανάλωση φαγητού και ποτού, αποσπά την προσοχή των οδηγών και κατέληξε ότι αυτή η καθημερινή δραστηριότητα απασχολεί την πλειοψηφία των οδηγών. Και ενώ σε πολλές χώρες απαγορεύεται η χρήση κινητού κατά τη διάρκεια της οδήγησης δεν υπάρχουν αντίστοιχες απαγορεύσεις σε οδηγούς που καταναλώνουν φαγητό, παρόλο που θα μπορούσε να θεωρηθεί ισοδύναμο ή και μεγαλύτερου κινδύνου.

Ο **χρόνος κατανάλωσης φαγητού** και ποτού μετρήθηκε και βρέθηκε ότι είναι το 4,6% του συνολικού χρόνου οδήγησης, σύμφωνα με έρευνα στο Πανεπιστήμιο της Βόρειας Καρολίνας. Η προετοιμασία για την κατανάλωση φαγητού και ποτού, αποτελεί το 3,1% του χρόνου κατανάλωσης, η κατανάλωση (η κίνηση του χεριού προς το στόμα) το 0,8%, και η κατανάλωση ποτού 0,7% (Stutts, et al., 2003).

Η έρευνα στη Νέα Ζηλανδία έδειξε ότι το **φαγητό** και το **ποτό** ευθύνονται για το 3% των ατυχημάτων που συνδέονται με παράγοντες απόσπασης προσοχής. Οι κύριες κατηγορίες των ενεργειών του οδηγού ήταν:

- 1) Η αναζήτηση του φαγητού/ποτού και η ενέργεια να το φτάσουν ή να το μετακινήσουν αποτελεί το 40%
- 2) Το άνοιγμα της συσκευασίας, το 26%
- 3) Οι ενέργειες που γίνονται για την προσωρινή εναπόθεση του προϊόντος, 18%
- 4) Και η αντίδραση σε ένα φαγητό που πέφτει ή ενός ποτού που χύνεται, 11% (Gordon, 2006)

Από το συνολικό αριθμό των ατυχημάτων τα μισά συνέβησαν σε οδούς με όρια ταχύτητας 50-80 km/h, με τα περισσότερα να περιλαμβάνουν απώλεια ελέγχου σε ευθυγραμμία ή καμπύλες. Ελάχιστα ατυχήματα καταγράφηκαν τα οποία αφορούσαν στην κατανάλωση αλκοόλ ή στην οδήγηση σε υψηλές ταχύτητες.

Από μία μελέτη που έγινε στο **Πανεπιστήμιο της Βιρτζίνια** (2002) όπου εξετάστηκαν 2.792 αναφορές της αστυνομίας φάνηκε ότι το 4,2% των ατυχημάτων λόγω απόσπασης προσοχής οφείλονταν σε **κατανάλωση φαγητού/ποτού**.

Στο ινστιτούτο τεχνολογίας και μεταφορών της Βιρτζίνια (**VTTI-Virginia Tech Transportation Institute**) διεξάχθηκε μια έρευνα φυσικής οδήγησης (naturalistic driving) 100 οχημάτων, η οποία έδειξε ότι το 7% των ατυχημάτων που σχετίζονταν με ενέργειες απόσπασης προσοχής αφορούσαν την κατανάλωση φαγητού.

Οι **Jenness et al.** (2002) σε έρευνα με προσομοιωτή συνέκριναν την κατανάλωση ενός τσίζμπεργκερ με τη χρήση CD player, την

πληκτρολόγηση στο κινητό και την ανάγνωση οδηγιών εν ώρα οδήγησης. Ενώ η χρήση CD player και η ανάγνωση φάνηκαν να επηρεάζουν περισσότερο την προσοχή, εντούτοις η διαδικασία κατανάλωσης φαγητού (συγκρινόμενη με την μη κατανάλωση) οδήγησε σε μεγαλύτερου ποσοστού αποτυχία διατήρησης σταθερής πορείας και μιας ελάχιστης ταχύτητας της τάξεως των 10km/h.

Υπάρχουν επίσης μελέτες και έρευνες που δεν έχουν δημοσιευθεί, οι οποίες εξετάζουν κατά πόσο το είδος του φαγητού/ποτού και της συσκευασίας τους μπορούν να επιδρούν με διαφορετικό τρόπο στην απόσπαση προσοχής του οδηγού. Υπάρχει αυξημένη πιθανότητα μερικά σνακ να πέφτουν στα πόδια του οδηγού. Ένα ακόμα πρόβλημα αποτελούν τα ζεστά ροφήματα καθώς οι οδηγοί επιχειρούν να αφαιρέσουν το καπάκι με το ένα χέρι και να χειρίζονται το τιμόνι με το άλλο.

Οι **Stutts et al.**, ισχυρίζονται πως παρά το γεγονός ότι η **κατανάλωση φαγητού και ποτού** δεν φαίνονται να επηρεάζουν την οδηγική συμπεριφορά εντούτοις **αυξήθηκε ο πνευματικός φόρτος ενασχόλησης** και αυξήθηκαν τα ατυχήματα σε περιπτώσεις κρίσιμων συμβάντων.

Κάπνισμα

Τα οχήματα εδώ και αρκετά χρόνια είναι εξοπλισμένα με σταχτοδοχεία και αναπτήρες, προσφέροντας τη δυνατότητα στους οδηγούς να **καπνίζουν** στη διάρκεια της οδήγησης, κάτι που μπορεί να αυξήσει το επίπεδο απόσπασης της προσοχής. Οι δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία και οι επιτυχημένες αντικαπνιστικές εκστρατείες έχουν ελαττώσει την αποδοχή του καπνίσματος. Ωστόσο πολλοί άνθρωποι συνεχίζουν να καπνίζουν και να οδηγούν ταυτόχρονα ενώ δεν έχει γίνει πειραματική έρευνα που να μελετά αποκλειστικά τους κινδύνους του καπνίσματος ως ενέργεια απόσπασης προσοχής.

Το κάπνισμα μπορεί να περιλαμβάνει αρκετές μορφές απόσπασης (φυσική, οπτική και απώλεια προσοχής) καθώς ο οδηγός αφαιρεί ένα τσιγάρο από το πακέτο ή χρησιμοποιεί καπνό για να παρασκευάσει μόνος του ένα τσιγάρο, το ανάβει και το κρατά, προσέχει ώστε να μην πέσει η στάχτη μέσα στο όχημα και να πετάει τη στάχτη και το τσιγάρο όταν πλέον

το έχει καπνίσει. Το Πανεπιστήμιο της Βόρειας Καρολίνας έκανε μία έρευνα η οποία κατέληξε στο ότι το 7% των οδηγών καπνίζουν εν ώρα οδήγησης, απασχολώντας το 1,6 % του συνολικού χρόνου οδήγησης. Ο χρόνος για το άναμμα και το σβήσιμο του τσιγάρου ήταν ελάχιστος αλλά η μέση διάρκεια της απασχόλησης ήταν αρκετά μεγάλη (περίπου τεσσερισήμισι λεπτά).

Έρευνες οι οποίες έχουν αναφέρει μία σχέση ανάμεσα στο κάπνισμα και στα ατυχήματα περιλαμβάνουν:

- Έρευνα στη Νέα Ζηλανδία
2,2% από περίπου 2.000 ατυχήματα σχετιζόμενα με απόσπαση προσοχής το 2002 και 2003 (Gordon 2006),
- Έρευνα του Πανεπιστημίου της Βόρειας Καρολίνας
0,9% των ατυχημάτων σχετιζόμενα με απόσπαση προσοχής από το CDS (Crashworthiness Data System) από το 1995 έως το 1999 (Stutts et al. 2001),
- Έρευνα του Πανεπιστημίου της πολιτείας της Βιρτζίνια
2,1% ατυχημάτων σχετιζόμενα με απόσπαση προσοχής του οδηγού, (Glaze et al. 2002)
- Την έρευνα των 100 οχημάτων
2% των ατυχημάτων που σχετίζονται με ενέργειες απόσπασης προσοχής (Neale et al. 2005).

Η έρευνα της **Νέας Ζηλανδίας** αποκάλυψε ότι περίπου τα μισά από τα ατυχήματα που έγιναν ενώ ο οδηγός **κάπνιζε** αφορούσαν την ενέργεια να πάρουν το τσιγάρο, το ένα τέταρτο το άναμμα τους και το υπόλοιπο ένα τέταρτο τις αντιδράσεις τους σε ένα πεσμένο τσιγάρο. Στο 22% των ατυχημάτων που αφορούσαν το κάπνισμα πιθανολογείται ότι συμμετείχε και το αλκοόλ.

Το **MUARC** (Monash University Accident Research Centre) ανέφερε ότι αρκετές έρευνες κατέληξαν ότι **το κάπνισμα** εν ώρα οδήγησης αυξάνει τον κίνδυνο ατυχήματος. Η αναφορά τους περιελάμβανε και μία έρευνα του Brison (1990) η οποία βρήκε ότι οι καπνιστές έχουν 1,5 μεγαλύτερη πιθανότητα να εμπλακούν σε ατύχημα.

Ομιλία με συνοδηγό

Οι έρευνες που έχουν γίνει στη Νέα Ζηλανδία και στο Πανεπιστήμιο της Βόρειας Καρολίνας, δείχνουν ότι οι **συνεπιβάτες αποτελούν τον κυριότερο παράγοντα της απόσπασης προσοχής του οδηγού**. Η ενασχόληση με τα παιδιά που βρίσκονται στα πίσω καθίσματα είναι μία προφανής απόσπαση για όλους τους γονείς που οδηγούν. Το επίπεδο της απόσπασης περιλαμβάνει το να γυρνάνε πίσω όταν το μωρό κλαίει ή όταν τα παιδιά μαλώνουν. Ωστόσο όλοι οι οδηγοί αποσπώνται από την παρουσία συνεπιβατών που μπορεί να συνοδεύεται από συνομιλία, διαμάχη ή σωματική αλληλεπίδραση.

Σε όρους συνολικού χρόνου απόσπασης, η ομιλία με συνεπιβάτες παρατηρείται στο 15,5% της συνολικής διάρκειας σύμφωνα με έρευνα του **Πανεπιστημίου της Βόρειας Καρολίνας** ενώ οι υπόλοιπες ενέργειες απόσπασης προσοχής σχετιζόμενες με συνεπιβάτες αύξησαν το ποσοστό κατά 0,9%. Από αυτό το ποσοστό αξίζει να σημειωθεί ότι ο μέσος χρόνος που αφορούσε ενήλικες ήταν διπλάσιος από τον αντίστοιχο που αφορούσε παιδιά και μωρά.

Έρευνα στη Νέα Ζηλανδία που αφορούσε στα ατυχήματα έδειξε ότι στο 12% των οδικών ατυχημάτων που σχετίζονται με απόσπαση προσοχής υπήρχε παρουσία συνεπιβατών. Η έρευνα κατηγοριοποίησε 223 ατυχήματα σε 6 κύριες μορφές συμπεριφοράς και τρεις τύπους συνεπιβατών (ενήλικες, εφήβους και παιδιά). Οι δύο κυριότερες συμπεριφορές αφορούσαν στο “κοίταγμα- προσοχή” (35%) και “συνομιλία” (33%), ενώ οι “διαπληκτισμοί” (11%) και “η πιθανή συμμετοχή του συνεπιβάτη” (10%) ήταν επίσης αξιοπρόσεκτες.

Σε μία μελέτη 740 ατυχημάτων στο **Πανεπιστήμιο της Βόρειας Καρολίνας** φάνηκε ότι το ποσοστό των ατυχημάτων που σχετίζονται με απόσπαση προσοχής και αφορά στην **παρουσία συνεπιβατών** είναι μικρότερο, με τα περισσότερα ατυχήματα να κατηγοριοποιούνται είτε ως “συνομιλία ή διαπληκτισμός με συνεπιβάτη” ή “άλλη απόσπαση” χωρίς να αναφέρεται ποια συγκεκριμένα.

Τα πρώτα αποτελέσματα της έρευνας των 100-οχημάτων από το VTTI έδειξαν ότι η αλληλεπίδραση με συνεπιβάτες αποτελούσε το 20% των παρατηρουμένων ατυχημάτων, παρ' ολίγον ατυχημάτων και επικίνδυνων συμβάντων (**MUARC**, 2005). Σύμφωνα με το MUARC έχουν πραγματοποιηθεί μελέτες που ερευνούν την επίδραση των συνεπιβατών στην οδηγική συμπεριφορά και στην πιθανότητα ατυχήματος εστιάζοντας κυρίως στους νέους και αρχάριους οδηγούς. Μεγάλο μέρος αυτής της έρευνας σχετίζεται με την ηλικία και τον αριθμό των νεαρών συνεπιβατών με την πιθανότητα ατυχήματος να μειώνεται ανάλογα με την ηλικία του οδηγού, αλλά να αυξάνεται με τον αριθμό των συνεπιβατών.

Το MUARC έχει δηλώσει ότι πολύ λίγες έρευνες έχουν εξετάσει σε πραγματικές συνθήκες οδήγησης την επίδραση στην συμπεριφορά του οδηγού. Αναφέρεται επίσης σε μία έρευνα του 1998 στην οποία βρέθηκε ότι οι νέοι οδηγοί με άντρες συνεπιβάτες νεαρής ηλικίας οδηγούσαν πιο επικίνδυνα απ' όταν οδηγούσαν μόνοι.

Στο **Πανεπιστήμιο της Βόρειας Καρολίνας** κωδικοποιήθηκαν δεδομένα από 207 ώρες οδηγικής συμπεριφοράς και βρέθηκε ότι η **συχνότητα** απόσπασης προσοχής από **συνοδηγούς είναι σχεδόν ίση** με εκείνη που προέρχεται από τη χρήση **κινητού τηλεφώνου**. (Stutts et al, 2003)

Σημειώνεται ότι σε υπάρχοντα δεδομένα υπάρχει μια υψηλή συσχέτιση των **παιδιών** με τα ατυχήματα λόγω απόσπασης προσοχής που σχετίζονται με την παρουσία **συνεπιβατών** αν και δεν υπάρχει επαρκής επιστημονική εξέταση του φαινομένου. Αυτό ίσως συμβαίνει διότι οι επιστημονικές έρευνες επικεντρώνονται σε παράγοντες απόσπασης προσοχής όπως η χρήση κινητών τηλεφώνων, πειράματα στα οποία είναι εύκολο να πραγματοποιηθούν, και έτσι αμελούνται άλλοι δυνητικά επικίνδυνοι παράγοντες.

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 στατιστικών δεδομένων ατυχημάτων, αλλά και με τη χρήση προσομοιωτών οδήγησης. Οι προσομοιωτές οδήγησης αποτελούν σήμερα 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 πολύ δύσκολο να ληφθούν σε πραγματικό χρόνο. Με το ειδικό λογισμικό που διαθέτουν είναι δυνατόν να προσομοιωθεί αρκετά ρεαλιστικά οποιαδήποτε κατάσταση χρήζει έρευνας και να μελετηθεί διεξοδικά. Παράλληλα επιτυγχάνονται 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 αυτός ο τρόπος έρευνας είναι φιλικός προς το περιβάλλον αφού δεν παράγονται ρύποι και εξοικονομούνται φυσικοί πόροι.

Τα **μειονεκτήματα** στη χρήση προσομοιωτών οδήγησης βασίζονται στην εγκυρότητα (validity) και στην πιστότητά τους (fidelity). Η πιστότητα αναφέρεται στον βαθμό ρεαλιστικής απεικόνισης του περιβάλλοντος οδήγησης ενώ η εγκυρότητα στον βαθμό που ο οδηγός παρουσιάζει σε έναν προσομοιωτή συμπεριφορά όμοια με αυτή που έχει όταν οδηγεί σε πραγματικές συνθήκες και δεν παρακολουθείται.

1.2 Στόχος της Διπλωματικής Εργασίας

Σύμφωνα με τα όσα προαναφέρθηκαν στο προηγούμενο υποκεφάλαιο, στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί **η διερεύνηση της επιρροής της ομιλίας με συνοδηγό, της κατανάλωσης φαγητού και του καπνίσματος στη συμπεριφορά και στην πιθανότητα ατυχήματος των οδηγών νεαρής ηλικίας σε ορεινή οδό με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης.**

Συγκεκριμένα, **θα εξεταστούν** ο βαθμός, στον οποίο οι παραπάνω παράγοντες σε συνδυασμό με ορισμένα **χαρακτηριστικά του οδικού περιβάλλοντος** (οριζοντιογραφία και μηκοτομή), αλλά και σε συνάρτηση με **ορισμένα χαρακτηριστικά του οδηγού** (π.χ. ετησίως διανυόμενα

χιλιόμετρα, ηλικία, φύλο) **και του τρόπου οδήγησής του** (π.χ. μέσος αριθμός στροφών κινητήρα) συμβάλλουν στη μεταβολή της οδηγικής συμπεριφοράς (μέση ταχύτητα οδήγησης, απόκλιση από τον άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας, χρόνος αντίδρασης) και αν μέσω αυτών των μεταβλητών είναι δυνατή η πρόβλεψη ενός ατυχήματος.

Προκειμένου να γίνει η 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, της απόκλισης του οχήματος από τον άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας, του χρόνου αντίδρασης και της πιθανότητας να συμβεί ένα ατύχημα, ως συνέπεια της κατανάλωσης φαγητού, της συνομιλίας, του καπνίσματος 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 κατανάλωση φαγητού, η ομιλία με συνεπιβάτες και το κάπνισμα, σε συνδυασμό με χαρακτηριστικά του οδηγού και του οδικού περιβάλλοντος, επηρεάζουν την ταχύτητα κυκλοφορίας και την πιθανότητα να συμβεί κάποιο ατύχημα.

1.3 Μέθοδος

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

Αρχικά καθορίστηκε το αντικείμενο που θα εξέταζε η παρούσα Διπλωματική Εργασία καθώς και ο επιδιωκόμενος στόχος. Για την υλοποίηση του στόχου πραγματοποιήθηκε ευρεία **βιβλιογραφική ανασκόπηση**. Αναζητήθηκαν,

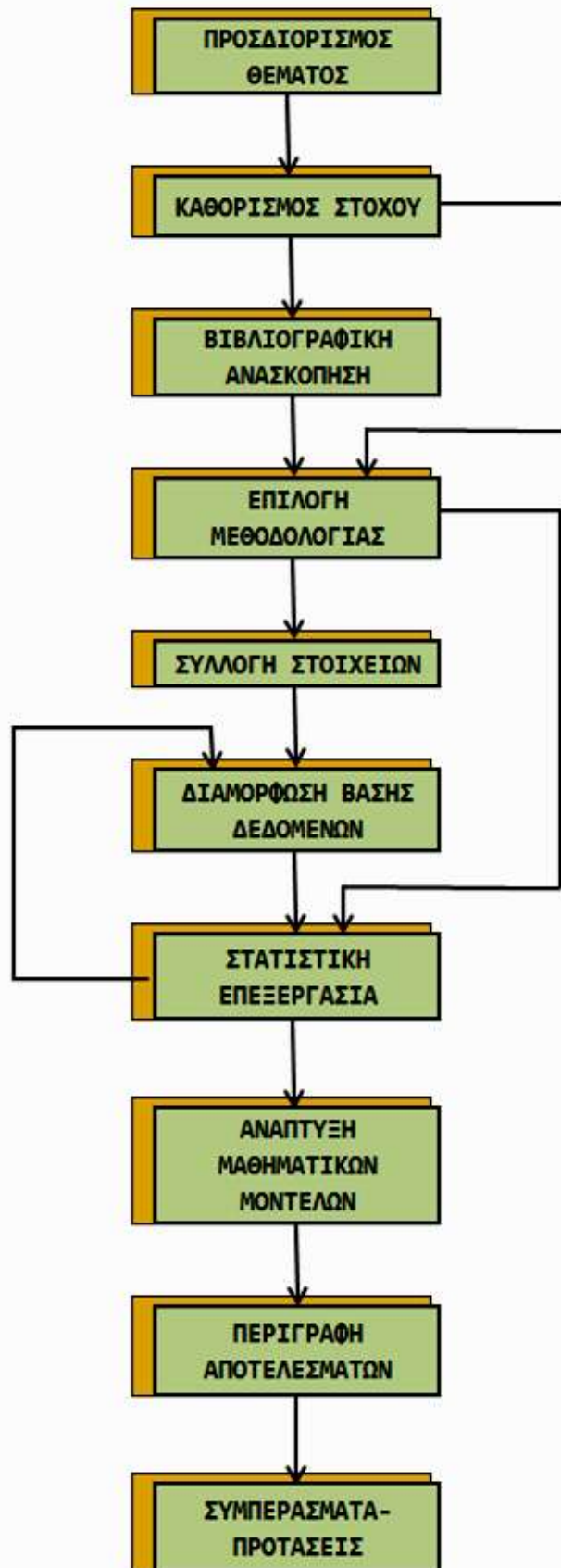
δηλαδή, έρευνες με θέμα συναφές με εκείνο της Διπλωματικής Εργασίας τόσο σε ελληνικό, όσο και σε διεθνές επίπεδο. Οι έρευνες αυτές θα φαίνονταν χρήσιμες τόσο στην επιλογή μεθόδου συλλογής στοιχείων, όσο και στην επιλογή μεθόδου ανάλυσης αυτών.

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 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 μεθόδου** στατιστικής επεξεργασίας των στοιχείων και η εισαγωγή της βάσης δεδομένων στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης (SPSS 13.0).

Την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου διαδέχτηκε η ανάπτυξη των μαθηματικών μοντέλων και **η παρουσίαση των αποτελεσμάτων**, στο πλαίσιο της οποίας, πραγματοποιήθηκε περιγραφή της επιρροής της κατανάλωσης φαγητού, της ομιλίας με συνεπιβάτη και του καπνίσματος 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.



Διάγραμμα 1.2: Διάγραμμα ροής των σταδίων εκπόνησης της Διπλωματικής Εργασίας

1.4 Δομή της Διπλωματικής Εργασίας

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 δίνονται κάποιοι ορισμοί της απόσπασης προσοχής του οδηγού, ενώ πραγματοποιείται και μια γενική ανασκόπηση της συνομιλίας, του καπνίσματος και της κατανάλωσης φαγητού ως παράγοντες απόσπασης προσοχής του οδηγού και αναφέρονται κάποια σημαντικά συμπεράσματα που έχουν προκύψει διεθνώς από τη διερεύνηση της επιρροής των παραπάνω παραγόντων στην συμπεριφορά και στην ασφάλεια του οδηγού. Εν συνεχεία, καταγράφεται με μεγαλύτερη σαφήνεια ο στόχος που επιδιώκεται να επιτευχθεί μέσα από την εκπόνηση της Διπλωματικής Εργασίας. Τέλος, περιγράφεται συνοπτικά η μέθοδος 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. Περιγράφεται 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 μέθοδος 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 (SPSS 13.0).

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. Επιπροσθέτως αναφέρονται συνοπτικά τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα χρησιμοποίησης των προσομοιωτών οδήγησης σε πειραματικές διαδικασίες. 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 μεθόδου** που εφαρμόστηκε ως την εξαγωγή των τελικών αποτελεσμάτων. Αρχικά, περιγράφονται τα βήματα που ακολουθήθηκαν για την εφαρμογή της μεθόδου 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 καλύτερη 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.

Στο **κεφάλαιο 8** βρίσκεται το **παράρτημα**, όπου υπάρχει το ερωτηματολόγιο που δόθηκε στους συμμετέχοντες του πειράματος και το έντυπο καταγραφής που συμπληρωνόταν κατά τη διάρκεια του εκάστοτε πειράματος.

Κεφάλαιο 2

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 Γενικά

Το κεφάλαιο αυτό αφορά στη **βιβλιογραφική ανασκόπηση** και περιλαμβάνει έρευνες στον τομέα της οδικής ασφάλειας, το αντικείμενο και η μέθοδος των οποίων παρουσιάζει συνάφεια με το αντικείμενο της Διπλωματικής Εργασίας. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται έρευνες που αναφέρονται σε παράγοντες που αποσπούν την προσοχή του οδηγού και πιο ειδικά για την κατανάλωση φαγητού, το κάπνισμα και την ομιλία με συνοδηγό. Ελέγχεται η επιρροή τους στην οδήγηση, στην κυκλοφορία και στην οδική ασφάλεια. Για κάθε επιστημονική εργασία παρουσιάζεται σύντομη σύνοψη, με έμφαση στη μέθοδο η οποία ακολουθήθηκε και τα αποτελέσματα τα οποία προέκυψαν. Μέσω της ανασκόπησης των μεθόδων των ερευνών αυτών, επιχειρήθηκε ο προσδιορισμός μιας κατάλληλης μεθόδου για την αντιμετώπιση του αντικειμένου της Διπλωματικής Εργασίας.

2.2 Συναφείς έρευνες

Στην παράγραφο αυτή παρουσιάζονται τα **βασικότερα σημεία ερευνών** που προσεγγίζουν τη μεταβολή της οδικής συμπεριφοράς και οδικής ασφάλειας ως αποτέλεσμα της συνομιλίας, της κατανάλωσης φαγητού και του καπνίσματος κατά την οδήγηση. Οι έρευνες αυτές βασίζονται στην παρατήρηση της συμπεριφοράς των συμμετεχόντων είτε σε πραγματικές είτε σε προσομοιωμένες συνθήκες οδήγησης καθώς και σε επεξεργασία στατιστικών δεδομένων. 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 Stutts et al. (2005)

(Η έκθεση των οδηγών σε παράγοντες απόσπασης προσοχής σε περιβάλλον φυσικής οδήγησης)

Το 2000 διεξήχθη μία έρευνα από τους Jane Stutts, John Feaganes, Donald Reinfurt, Eric Rodgmana, Charles Hamlett, Kenneth Gish και Loren Staplin στο Πανεπιστήμιο της βόρειας Καρολίνας κατά τη διάρκεια της οποίας τοποθετήθηκαν **κάμερες** στα οχήματα 70 εθελοντών για την καταγραφή των παραγόντων οι οποίοι αποσπούν την προσοχή τους. Οι κάμερες κατέγραψαν τους εθελοντές για μία εβδομάδα. **Η έρευνα αφορά στην καταγραφή των συνηθειών του οδηγού σε πραγματικές-φυσικές συνθήκες οδήγησης.** Δημοσιεύτηκε το 2005.

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε δύο φάσεις. Κατά τη διάρκεια της πρώτης φάσης μελετήθηκαν και επεξεργάστηκαν **βάσεις δεδομένων από το Σύστημα Δεδομένων Αξιολόγησης Ατυχημάτων** (Crashworthiness Data System- CDS) που αφορούσαν τον ρόλο των παραγόντων απόσπασης της προσοχής του οδηγού σε καταγεγραμμένα ατυχήματα στις Η.Π.Α. Η δεύτερη φάση αφορά **την ανάλυση της συμπεριφοράς των οδηγών κατά τη διάρκεια της οδήγησης μέσω εικόνων που καταγράφονταν από κάμερες.** Παρόμοιο αντικείμενο μελέτης είχαν αρκετές έρευνες. Η έρευνα προσπαθεί να απαντήσει σε ερωτήματα που αφορούν στη συχνότητα απόσπασης της προσοχής του οδηγού, το ποσοστό απόσπασης καθώς και τις επιπτώσεις αυτών των παραγόντων στην οδική ασφάλεια.

Η κωδικοποίηση των δεδομένων βασίστηκε στα αποτελέσματα της πρώτης φάσης. Όσον αφορά στη συμπεριφορά του οδηγού εξετάστηκαν τα εξής:

- κατά πόσο ο οδηγός χρησιμοποιούσε τα χέρια του ή όχι στο τιμόνι οδήγησης,
- αν η όραση του οδηγού επικεντρωνόταν μέσα ή έξω από το όχημα και
- αν το όχημα κινούταν κατά μήκος του ίχνους της οδού ή παρεκτρεπόταν.

Συνολικά καταγράφηκαν 207,2 ώρες δεδομένων.

Πίνακας 2.1: Ποσοστιαία κατανομή παραγόντων απόσπασης προσοχής (Stutts et al., 2001)

Table 1 Percentage distribution of specific driver distractions based on 1995–1999 National Crashworthiness Data System data (source: Stutts et al., 2001)	
Source of distraction	% of drivers identified as distracted
Outside object, person, or event	29.4
Adjusting radio/cassette/CD	11.4
Other occupant	10.9
Moving object in vehicle	4.3
Using other device/object brought into vehicle	2.9
Adjusting vehicle/climate controls	2.8
Eating and/or drinking	1.7
Using/dialing cell phone	1.5
Smoking related	0.9
Other distraction	25.6
Unknown distraction	8.6
Total	100.0

Αρχικά σαν ξεχωριστό βήμα δημιουργήθηκαν κάποια περιγραφικά χαρακτηριστικά για κάθε συμμετέχοντα ώστε να ελεγχθούν τυχόν ασυνέπειες στα κωδικοποιημένα στοιχεία. Μετά τη κωδικοποίηση των δεδομένων, μεταφέρθηκαν στο SAS για τη στατιστική τους ανάλυση. Η λογισμική φύση των δεδομένων οδήγησε στην χρήση κλασικών στατιστικών μεθόδων. Τέλος, παράλληλα με τα στοιχεία του πειράματος, εισήχθησαν σε φύλλα εργασίας Excel δεδομένα που προέκυψαν από ερωτηματολόγια που συμπληρώθηκαν από τους συμμετέχοντες και αναλύθηκαν χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα SAS (Statistical Analysis Software, Cary, NC)

Κατά τη διάρκεια της τρίωρης καταγραφής της οδήγησης, μελετήθηκαν οι παράγοντες που αποσπούν την προσοχή του οδηγού. Το 75% των οδηγών έτρωγαν, έπιναν ή μιλούσαν με κάποιον συνοδηγό. Στις κορυφαίες θέσεις αυτών των παραγόντων προστέθηκαν το κάπνισμα και η απόσπαση από εξωτερικά ερεθίσματα. Άλλο ένα σημαντικό συμπέρασμα της έρευνας αφορούσε στο κατά πόσο οι οδηγοί τείνουν να ακινητοποιήσουν ή όχι το όχημα όταν αποσπώνται. Συγκεκριμένα, καταλήγει πως όσον αφορά στο φαγητό, στο κινητό τηλέφωνο, στο κάπνισμα και στην απόσπαση από μωρά και παιδιά, οι οδηγοί επιλέγουν να μην σταματούν το όχημα και να συνεχίζουν να οδηγούν ανεπηρέαστοι.

Οι πιθανοί περιορισμοί της μελέτης αφορούν στο μικρό μέγεθος του δείγματος, στην έλλειψη της ακρίβειας στην κωδικοποίηση των δεδομένων καθώς και της συμπεριφοράς των οδηγών. Άλλος περιορισμός της εργασίας είναι ότι δεν μπόρεσαν να δημιουργηθούν επίπεδα έντασης μιας δραστηριότητας απόσπασης προσοχής. Επίσης, τα μετρούμενα μεγέθη που κωδικοποιήθηκαν και αναλύθηκαν (χέρια στο τιμόνι, εστίαση όρασης και σχετική θέση του οχήματος στην οδό) δεν έχουν συσχετιστεί άμεσα με κίνδυνο ατυχήματος. Η μελέτη δεν είναι ικανή να προσφέρει μια τελική απάντηση ως προς το ποιες ενέργειες έχουν την μεγαλύτερη πιθανότητα ατυχήματος.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η απόσπαση του οδηγού είναι ένα συχνό φαινόμενο στην καθημερινή οδήγηση. Αν εξαιρέσουμε τον χρόνο ομιλίας με τον συνοδηγό του οχήματος, οι οδηγοί ήταν δεσμευμένοι με έναν ή και περισσότερους παράγοντες απόσπασης κατά 14,5 % του συνολικού χρόνου οδήγησης. Όσον αφορά στη διάρκεια των συνηθειών τους, μεγαλύτερη συχνότητα παρουσίασαν η κατανάλωση φαγητού/ ποτού (συμπεριλαμβανομένης και της προετοιμασίας κατανάλωσης), η απόσπαση από εσωτερικούς παράγοντες του οχήματος (χειρισμός εσωτερικών οργάνων), αλλά και από παράγοντες εξωτερικά του οχήματος (μη καθορισμένους). Οι εθελοντές δεν οδηγούσαν και με τα δύο χέρια κατά τη διάρκεια ομιλίας στο κινητό τηλέφωνο, κατανάλωσης φαγητού/ποτού καθώς και κατά τη διάρκεια χειρισμού του ραδιοφώνου. Το οπτικό πεδίο του οδηγού ήταν εστιασμένο στο εσωτερικό του οχήματος κατά τη διάρκεια χρήσης κινητού τηλεφώνου, κατανάλωσης φαγητού και καπνίσματος. Επίσης παρατηρήθηκαν φαινόμενα εκτροπής από το ίχνος της οδού.

Γενικά συμπεράσματα έρευνας

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι οδηγοί εμπλέκονται καθημερινά σε δραστηριότητες που τους αποσπούν τη προσοχή. Συνολικά το 14,5% του συνολικού χρόνου οδήγησης (όσο το όχημα κινούνταν) οι οδηγοί εμπλεκόντουσαν σε μία ή περισσότερες ενέργειες που είναι ικανές να αποσπάσουν την προσοχή (χωρίς να καταμετράται ο χρόνος συζήτησης με συνεπιβάτες). Πρώτα στη λίστα βρίσκονται το φαγητό και το ποτό (συμπεριλαμβανομένου του χρόνου προετοιμασίας του φαγητού και του χρόνου που ο οδηγός το κρατάει στο χέρι του). Λιγότερος χρόνος

αφιερώθηκε στη ρύθμιση του ραδιοφώνου, στη χρήση κινητού τηλεφώνου, στο διάβασμα ή στο γράψιμο.

Παρατηρήθηκε επίσης ότι για κάποιες ενέργειες ο οδηγός λάμβανε υπόψη του αν το όχημα ήταν σταματημένο ή κινούνταν αποδεικνύοντας ότι ο οδηγός αποφασίζει να κάνει κάποιες ενέργειες σε «ασφαλέστερους χρόνους». Τέλος τα δεδομένα προσφέρουν ενδείξεις πως οι ενέργειες που αποσπούν τη προσοχή επηρεάζουν αρνητικά την οδηγική συμπεριφορά.

2.2.2 Wang, Knipling and Goodman

Μία σημαντική μελέτη διεξήχθη από τους Wang, Knipling και Goodman το 1996. Χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία ενός έτους (1995) από τη **βάση δεδομένων του CDS** (Crashworthiness Data System). Ιδιαίτερα σημαντικό είναι το γεγονός ότι έχει μεγάλο αριθμό περιστατικών (4.536). Το κυριότερο πρόβλημα είναι ότι ακριβώς επειδή τα δεδομένα ελήφθησαν από μία συγκεκριμένη χρονιά δεν είναι δυνατόν να γνωρίζουμε κατά πόσον είναι αντιπροσωπευτικά ως προς τη γενική τάση των υπολοίπων ετών. Επιπροσθέτως οι ίδιοι συντάκτες τονίζουν ότι καθώς το CDS αρχικώς δεν επρόκειτο να συλλέξει δεδομένα αιτίας ατυχημάτων (Wang et al. 1996) και καθώς το CDS χρησιμοποιεί ερευνητικές μεθόδους ατυχημάτων, πρέπει να σημειωθεί ότι αυτές οι ερευνητικές μέθοδοι είναι αναδρομικές και πάντα σε κάποιο βαθμό υποθετικές.

Πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι και η μέθοδος ανάλυσης εμπεριέχει κάποια ερωτήματα ως προς την αντιπροσωπευτικότητα. Οι συντάκτες σημειώνουν, ότι αν κάποιος εμπλεκόμενος οδηγός φαινόταν να παρουσιάζει κάποια μορφή απουσίας προσοχής στην οδήγηση, ολόκληρη η σύγκρουση ταξινομούνταν σε αυτή τη κατηγορία (Wang et al.) κάνοντας έτσι μία μεγάλη παραδοχή ότι εφόσον ένας οδηγός ανήκει στην κατηγορία “απρόσεκτος οδηγός” η έλλειψη προσοχής θεωρείται ο κυριότερος παράγοντας της σύγκρουσης.

Πίνακας 2.2: Ποσοστά οδηγών και ατυχημάτων που σχετίζονται με παράγοντες απόσπασης προσοχής (Πηγή: Wang et al., 1996)

Data Element	% of drivers	% of crashes
Attentive or not distracted	46.6%	28.4%
Looked but did not see	5.6%	9.7%
Distracted by other occupant (specified)	0.9%	1.6%
Distracted by moving object in vehicle (specified)	0.3%	0.5%
Distracted while dialling, talking, or listening to cellular phone (location and type of phone specified)	0.1%	0.1%
Distracted while adjusting climate controls	0.2%	0.3%
Distracted while adjusting radio, cassette, CD (specified)	1.2%	2.1%
Distracted while using other device/object in vehicle (specified)	0.1%	0.2%
Sleepy or fell asleep	1.5%	2.6%
Distracted by outside person, object or event (specified)	2%	3.2%
Eating or Drinking	0.1%	0.2%
Smoking-related	0.1%	0.2%
Distracted/inattentive, details unknown	1.5%	2.6%
Other distraction (specified)	1.3%	2.2%
Unknown/no driver	38.5%	46%

Weighted Driver N=4627000 (7943 unweighted) Weighted Accident N=2619000 (4536). In order for an accident to be classified 'attentive' all involved drivers had to be classified 'attentive'.

Από την ανάλυση που έγινε οι Wang et al. διαπίστωσαν ότι το 7,8% των οδηγών και το 13,3% των ατυχημάτων συνδέονται με την απόσπαση της προσοχής του οδηγού.

2.2.3 Wierville and Tijerina

Το 1996 οι Wierville και Tijerina χρησιμοποιώντας τη **βάση δεδομένων της Βόρειας Καρολίνας** και χρησιμοποιώντας λέξεις κλειδιά με μηχανή αναζήτησης ατυχημάτων συμπεριέλαβαν ένα μεγάλο πλήθος δεδομένων που αφορούσε σχεδόν όλες τις αναφορές της αστυνομίας. Όπως γίνεται σε αρκετές περιπτώσεις, και εδώ οι συντάκτες ανέπτυξαν τον δικό τους ορισμό για την απόσπαση προσοχής του οδηγού, διαφοροποιώντας τον ώστε να εμπεριέχει αναγκαστικά την "οπτική" απόσπαση προσοχής αποκλείοντας έτσι άλλες ενέργειες απόσπασης όπως "ηχητικές". Η περίοδος που εξετάστηκε αφορά στο έτος 1989 και στους τέσσερις πρώτους μήνες του έτους 1992. Και εδώ δεν μπορεί να ειπωθεί με βεβαιότητα ότι τα στοιχεία είναι αντιπροσωπευτικά των υπολοίπων ετών. Η βάση δεδομένων του 1989 περιείχε 189.164 καταγραφές και αυτή των τεσσάρων πρώτων μηνών του 1992 περιείχε 61.707. Η αναζήτηση στη βάση βρήκε 14.372 πιθανές ενέργειες απόσπασης προσοχής από το έτος 1989 και 3.247 από το 1992. Μετά από πιο προσεκτική εξέταση αποφασίστηκε ότι 2.816 από αυτές ήταν πραγματικά θέματα που αφορούσαν οπτική απόσπαση προσοχής. Από

αυτές οι 1.562 αφορούσαν θέματα εντός του οχήματος, 661 αφορούσαν θέματα εξωτερικά του οχήματος και 593 ήταν αγνώστου προελεύσεως. Το 1,48% των καταγεγραμμένων ατυχημάτων του 1989 αφορούσαν θέματα απόσπασης προσοχής ενώ το 0,34% των καταγεγραμμένων ατυχημάτων αφορούσαν απόσπαση προσοχής του οδηγού που προερχόταν εξωτερικά του οχήματος. Τα ακατέργαστα δεδομένα για το έτος 1991 δεν συμπεριλήφθηκαν. Δυστυχώς, καθώς η μελέτη ερευνούσε κυρίως απόσπαση προερχόμενη εσωτερικά του οχήματος, δόθηκαν περιορισμένες πληροφορίες σχετικά με τη φύση των εξωτερικών παραγόντων απόσπασης. Εντούτοις σημειώθηκε ότι 50 γεγονότα (από τα 189.464) θεωρήθηκαν ως θέματα που αφορούν καθρέφτες (παρατήρηση κάποιου άλλου οχήματος, πεζού, αντικειμένου, ζώου κτλ) και 41 ακόμα καταγραφές κατηγοριοποιήθηκαν ως γεγονότα συνδεδεμένα με καθρέφτες στις οποίες η πηγή της απόσπασης ήταν άγνωστη.

Προβλήματα με την μελέτη των Wierville και Tijerina

Οι Wang et al. (1996) επισημαίνουν ότι η μελέτη των Wierville και Tijerina κατέληξε σε ποσοστά για την απόσπαση προσοχής σημαντικά μικρότερα από την πλειονότητα άλλων μελετών. Αυτό μπορεί να συμβαίνει επειδή η βάση δεδομένων της Βόρειας Καρολίνας περιλαμβάνει μόνο δεδομένα που αφορούν ατυχήματα όπου η φθορά περιουσίας ήταν μεγαλύτερη των \$500. Ακόμα, επισημαίνουν ότι στη Βόρεια Καρολίνα τα έντυπα καταγραφής ατυχημάτων δεν έχουν πεδίο για έλλειψη ή απόσπαση προσοχής. Δηλαδή φαίνεται ότι υπάρχουν περιπτώσεις όπου οι αριθμοί για τους παράγοντες που συντελούν σε ένα ατύχημα θα είναι διαφορετικοί ανάλογα με τον αν οι οδηγοί έχουν ερωτηθεί συγκεκριμένα αν κάποιος μπορεί να είναι παράγοντας ή έχει αφεθεί στην κρίση των ερωτώμενων να το θίξουν.

2.2.4 Stevens and Minton

Η μελέτη των Minton και Stevens έχει ιδιαίτερη σημασία καθώς η μελέτη διενεργήθηκε στο Ηνωμένο Βασίλειο. Όμως πρέπει να σημειωθεί ότι η **βάση δεδομένων** που χρησιμοποιήθηκε κάλυπτε μόνο την Αγγλία και την Ουαλία και αν είναι να γίνουν γενικεύσεις και για τη Σκωτία θα πρέπει να γίνουν με ιδιαίτερη προσοχή.

Πίνακας 2.3: Αριθμός περιπτώσεων που σχετίζονται με απόσπαση οδηγού
(Πηγή: Minton και Stevens, 2001)

Table 2
Number of 'distraction' cases by distraction categories

Distraction category	Analysis of 5740 cases
Novel in-vehicle driver information devices	0
Old technology driver information devices	8
Car radio/cassette player	19
Other car controls	8
Mobile telephone	3
Interaction with passengers	26
Food, drink and cigarettes	17
Other	20
Total	101

Μέθοδος

Οι Minton και Stevens συγκέντρωσαν δεδομένα από τις αναφορές των θανατηφόρων ατυχημάτων σε Αγγλία και Ουαλία μεταξύ του 1985 και 1995 και τα κωδικοποίησαν ώστε να δημιουργήσουν μία ποσοτική μεταβλητή: την απόσπαση προσοχής. Σημειώθηκε επίσης ο βαθμός στον οποίο υπήρχε βεβαιότητα ότι το γεγονός ήταν πράγματι γεγονός απόσπασης προσοχής. Έτσι, αν ο οδηγός είχε παραδεχτεί ότι είχε αποσπαστεί θεωρούνταν ως "σίγουρο" γεγονός απόσπασης προσοχής. Αν υπήρχαν ισχυρές έμμεσες αποδείξεις τότε το γεγονός σημειωνόταν ως "κατά πάσα πιθανότητα" γεγονός απόσπασης προσοχής. Αν τέλος υπήρχαν ασθενείς έμμεσες αποδείξεις κατηγοριοποιούνταν ως "πιθανό". Δυστυχώς η δημοσιευμένη εργασία ασχολήθηκε μόνο με εντός του οχήματος απόσπαση προσοχής, όμως η τρέχουσα βάση δεδομένων περιλαμβάνει 123 ατυχήματα που αφορούν παράγοντες απόσπασης προσοχής εξωτερικά του οχήματος (Minton, 2003). Αυτό αποτελεί ένα ποσοστό 1,06% από συνολικά 11,529 θανατηφόρα ατυχήματα που είναι καταχωρημένα στην βάση δεδομένων.

2.2.5 Brown

Ο Brown το 2001 έγραψε μία εργασία όπου επανεξέτασε μία παλαιότερη εργασία των Sabey και Staughton (1975) θέμα της οποίας ήταν "κοίταζε αλλά απέτυχε να δει" (looked but failed to see) τον παράγοντα πρόκλησης ατυχήματος στο Ηνωμένο Βασίλειο. Οι Sabey και Staughton διενέργησαν μία έρευνα σε μία **βάση δεδομένων** η οποία περιείχε 2.130 αναφορές

συμβάντων οι οποίες κωδικοποιήθηκαν από ερευνητές ώστε να δημιουργήσουν 3.704 λάθη οδήγησης από 2.130 ατυχήματα. Κατέληξε ότι το 9,09% των περιπτώσεων λαθών και το 15,8% των ατυχημάτων οφείλονταν σε απόσπαση της προσοχής. Παράλληλα ο Brown το 1984 έκανε μία νέα ανάλυση της εργασίας όπου και αφαίρεσε τα ατυχήματα τα οποία συνέβησαν τη νύχτα καθώς και τις περιπτώσεις που ο οδηγός ήταν υπό την επήρεια αλκοόλ, ναρκωτικών, κούρασης ή ασθένειας με σκοπό να μελετήσει πιο προσεκτικά τα λάθη. Κατέληξε ότι το 15,4% των ατυχημάτων οφείλονταν σε παράγοντα απόσπασης προσοχής. Δυστυχώς η εργασία ήταν επικεντρωμένη περισσότερο στο “κοίταζε αλλά απέτυχε να δει” και έτσι οι παράγοντες απόσπασης προσοχής δεν αναλύθηκαν περεταίρω σε “εντός” και “εκτός” του οχήματος. Ωστόσο είναι ξεκάθαρο ότι η απόσπαση προσοχής κατέχει ένα μεγάλο ποσοστό στα λάθη οδήγησης που οδηγούν σε ατυχήματα στο Ηνωμένο Βασίλειο.

2.2.6 Samuel G. Charlton (2009)

(Οδήγηση με συνομιλία: Κινητά τηλέφωνα και επιβάτες που αποσπούν τη προσοχή)

Σε **πείραμα** που διεξήχθη από το Πανεπιστήμιο του Waikato έγινε προσπάθεια να γίνει μια σύγκριση της απόδοσης στην οδήγηση και της ασφάλειας μεταξύ τριών παραγόντων απόσπασης προσοχής: Της χρήση κινητού τηλεφώνου, της ομιλία με συνοδηγό και μιας τρίτης πλαστής κατηγορίας εικονικών επιβατών όπου χωρίς να βρίσκονται εντός του οχήματος είχαν εικόνα μέσα από αυτό και συνεννοούνταν μέσω κινητού hands-free. Με χρήση **προσομοιωτή οδήγησης** και τη βοήθεια μιας κάμερας που είχε τοποθετηθεί ώστε να βιντεοσκοποούνται οι συζητήσεις, έγινε η διεξαγωγή του πειράματος με 112 συμμετέχοντες ηλικίας από 17 έως 59 ετών. Χωρίστηκαν σε τέσσερις ομάδες και κάθε ομάδα οδηγούσε υπό την επήρεια ενός παράγοντα απόσπασης (μία ομάδα οδηγούσε αναπόσπαστη).

Από την ανάλυση που έγινε με την βοήθεια του στατιστικού προγράμματος SPSS βρέθηκαν κάποια ενδιαφέροντα αποτελέσματα που υποδεικνύουν ότι η οδήγηση και η ταυτόχρονη ομιλία σε κινητό τηλέφωνο είναι σημαντικά

διαφορετική από τη συνομιλία με κάποιον που βρίσκεται εντός του οχήματος ή την οδήγηση χωρίς την επίδραση της συνομιλίας.

- Η ομάδα που οδηγούσε αναπόσπαστη και αυτή που στο όχημα υπήρχε συνοδηγός όσον αφορά στις ταχύτητες παρατηρήθηκε ότι καθώς πλησίαζαν κάποιο επικίνδυνο σημείο μείωναν σε μεγάλο βαθμό την ταχύτητά τους ενώ οι άλλες δύο ομάδες την μείωναν ελάχιστα έως καθόλου.
- Οι οδηγοί που μιλούσαν στο κινητό συχνά αποτύγχαναν να λάβουν οποιαδήποτε δράση ώστε να μειώσουν την ταχύτητα καθώς πλησίαζαν επικίνδυνα σημεία της διαδρομής παρουσιάζοντας τους μεγαλύτερους δείκτες ατυχημάτων. Ακόμα αποτύγχαναν πολλές φορές να κάνουν κάποια προσπάθεια αφού δεν επιτάχυναν έγκαιρα.
- Πιο ασφαλής από πολλές απόψεις βρέθηκε ότι ήταν η ομάδα που οδηγούσε αναπόσπαστη. Είχε τις λιγότερες συγκρούσεις ενώ παρατηρήθηκε ότι επιβράδυναν στα κατάλληλα σημεία, διαχειρίζονταν σωστότερα την ταχύτητά τους, κάτι που είχε ως συνέπεια να κάνουν τις πιο ασφαλείς προσπεράσεις, ενώ μετά το πείραμα οι συμμετέχοντες μπορούσαν να θυμηθούν πιο εύκολα τα επικίνδυνα σημεία της διαδρομής.
- Δεύτεροι από πλευράς ασφάλειας ήταν οι οδηγοί που συνομιλούσαν με κάποιον εντός του οχήματος, έχοντας αρκετά καλή απόδοση και αναμένοντας σε μεγαλύτερο βαθμό κάποιο κίνδυνο.
- Ένα ενδιαφέρον σημείο που παρατηρήθηκε και εξηγεί πιθανώς γιατί είναι πιο επικίνδυνη η χρήση κινητού από την ομιλία με συνεπιβάτη είναι ότι στην περίπτωση που υπήρχε συνεπιβάτης υπήρχε διαφοροποίηση της συζήτησης όταν ο οδηγός βρισκόταν σε κάποιο κρίσιμο σημείο, είτε με μικρή παύση είτε με προειδοποίηση που αφορά στο γεγονός (μετρίαση συνομιλίας). Η μετρίαση αυτή παρατηρήθηκε πολύ λιγότερο στις ομάδες που μιλούσαν στο κινητό και στους εικονικούς επιβάτες.

2.2.7 Young et al. (2007)

(Επιρροή κατανάλωσης φαγητού και ποτού στην οδηγική συμπεριφορά)

Προγενέστερες μελέτες έχουν δείξει ότι σε σύγκριση με τη χρήση κινητού τηλεφώνου, η κατανάλωση φαγητού και ποτού κατά τη διάρκεια της

οδήγησης μπορεί να επηρεάσει τον έλεγχο του οχήματος σε αντίστοιχο βαθμό, και ότι αποτελεί βασικό παράγοντα σε πολλά ατυχήματα. Σε μια προσπάθεια να καλυφτεί το κενό στη βιβλιογραφία, το 2000 **χρησιμοποιήθηκε ο προσομοιωτής** οδήγησης του Πανεπιστημίου Brunel από τους Mark S. Young, Janina M. Mahfoud, Guy H. Walker, Daniel P. Jenkins, και Neville A. Stanton για να εξετάσουν μια ομάδα ατόμων σε ένα τυπικό αστικό περιβάλλον. Σε προκαθορισμένα σημεία της διαδρομής, στα οποία υποδεικνύονταν η κατανάλωση φαγητού ή ποτού, πραγματοποιούνταν ένα κρίσιμο συμβάν από τον προσομοιωτή με την εμφάνιση ενός πεζού μπροστά από το όχημα. Ενώ οι μεταβλητές που καταμετρήθηκαν από τον προσομοιωτή κατά τη διάρκεια των πειραμάτων ήταν σχετικά ανεπηρέαστες από την κατανάλωση φαγητού και ποτού, το ποσοστό απόσπασης του οδηγού ήταν ιδιαίτερα υψηλό και τα καταγεγραμμένα ατυχήματα κατά τη διάρκεια της απόσπασης ήταν περισσότερα, σε σύγκριση με την ανεπηρέαστη οδήγηση. Παρά την ύπαρξη ορισμένων μεθοδολογικών περιορισμών της μελέτης, τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν ότι η κατανάλωση φαγητού και ποτού κατά τη διάρκεια της οδήγησης απαιτούν σωματική ενασχόληση και έτσι αυξάνεται η πιθανότητα ατυχήματος.

Στη συγκεκριμένη έρευνα συμμετείχαν 29 άτομα (16 άντρες και 13 γυναίκες) μέσης ηλικίας 37,5 ετών. Κατείχαν δίπλωμα οδήγησης και οδηγούσαν περίπου 12 χιλιάδες μίλια (19 χιλιάδες χιλιόμετρα) ετησίως. Οι συμμετέχοντες έλαβαν 10 δολάρια για τη συμμετοχή τους στο πείραμα.

Αποτελέσματα

Τα t-test για τη μέση ταχύτητα, τη διακύμανση της ταχύτητας, τις πλευρικές αστάθειες και τις ελάχιστες TTC (time-to-collision) δεν αποκάλυψαν ένα σημαντικό αποτέλεσμα για την επίδραση του φαγητού / ποτού κατά τη διάρκεια της οδήγησης. Ο δείκτης R_{bis} κυμάνθηκε μεταξύ των τιμών 0,11 και 0,26, κάτι το οποίο φανερώνει την μικρή επιρροή του παράγοντα απόσπασης κατά τη διάρκεια της οδήγησης. Παρόλα αυτά, η ανάλυση που πραγματοποιήθηκε στα επικίνδυνα συμβάντα έδειξε αυξημένη πιθανότητα εμπλοκής του οδηγού σε ατύχημα κατά τη διάρκεια κατανάλωσης φαγητού/ποτού. Συγκεκριμένα, καταγράφηκαν 17 ατυχήματα κατά τη διάρκεια της οδήγησης υπό την επήρεια του παράγοντα

και 9 κατά την απουσία του. Αυτή η εμφανής διαφορά υποστηρίχθηκε στατιστικά στο επίπεδο του 10% με τη χρήση του Wilcoxon ($W=37,5$, $p=0.09$). Παρά τη μειωμένη στατιστική δύναμη του τεστ, καταγράφηκε μία προσεγγιστική μέτρηση του $R_{bis}=0,34$. Αυτή η τιμή υποδεικνύει την μέτρια επιρροή του φαγητού/ποτού στην πιθανότητα ατυχήματος κατά τη διάρκεια της οδήγησης, σίγουρα μεγαλύτερη από την επιρροή στις μεταβλητές της οδήγησης που έχουν παρατηρηθεί (ταχύτητα, TTC). Εφαρμόστηκε η μέθοδος της γραμμικής παλινδρόμησης.

Συζήτηση και συμπεράσματα

Η συγκεκριμένη εργασία καταλήγει ότι παρά το γεγονός ότι η κατανάλωση φαγητού και ποτού δεν φαίνονται να επηρεάζουν την οδηγική συμπεριφορά, εν τούτοις αυξήθηκαν η πνευματική εγρήγορση και τα ατυχήματα σε κρίσιμα συμβάντα. Αναφέρεται επίσης στο γεγονός πως τα δεδομένα που εξήχθησαν από τον προσομοιωτή οδήγησης ενδεχομένως να ήταν επηρεασμένα από το κρίσιμο συμβάν, καθώς και από την ανομοιογένεια της διάρκειας των τμημάτων της οδού στα οποία ο συμμετέχων οδηγούσε υπό την επήρεια ή όχι των παραγόντων απόσπασης. Επίσης, υποδεικνύονταν στον οδηγό να ξεκινήσει την διαδικασία φαγητού/ποτού χωρίς να γνωρίζουν αν σε πραγματικές συνθήκες θα υπήρχε αυτή η πρωτοβουλία από το μέρος του (ελευθερία επιλογής). Παρόλα αυτά, καταλήγει ότι τα συμπεράσματα της έρευνας συμπίπτουν με αυτά άλλων παρόμοιων ερευνών (Haigney et al., 2000, Strayer et al., 2003, Törnros and Bolling 2005, 2006). Παράλληλα, επισημαίνει ότι δεν είναι η διαδικασία αυτή καθ' αυτή της κατανάλωσης φαγητού/ποτού κρίσιμη για την πιθανότητα ατυχήματος, αλλά η διαδικασία προετοιμασίας και η εναπόθεση της συσκευασίας. Αυτό υποστηρίζεται από την έρευνα των Stutts et al. οι οποίοι προτείνουν την επανεξέταση της μορφής της συσκευασίας των σνακ και την δημιουργία περισσότερο συμβουλευτικής παρά απαγορευτικής καμπάνιας προς τους οδηγούς. Τονίζει ότι οι οδηγοί δεν αντιλαμβάνονται τον κίνδυνο που διατρέχουν κατά τη διάρκεια κατανάλωσης σνακ (White et al., 2004), γι' αυτό και απαιτείται περεταίρω έρευνα και μελέτες πάνω σε αυτό το φαινόμενο. Ακόμη, παραθέτει μία έρευνα του NHTSA βάσει της οποίας οι οδηγοί υποστηρίζουν ότι μάλλον επωφελούνται παρά κινδυνεύουν από την κατανάλωση καφέ ή σνακ με ζάχαρη, καθώς τους βοηθάει να καταπολεμήσουν την κούραση. Η παρούσα

έρευνα αποτελεί την πρώτη πειραματική απόπειρα εξέτασης της επιρροής της κατανάλωσης φαγητού/ποτού με χρήση προσομοιωτή οδήγησης.

2.2.8 McEvoy et al. (2006)

(Η συχνότητα και οι παράγοντες των σοβαρών ατυχημάτων λόγω απόσπασης προσοχής)

Ο στόχος της μελέτης ήταν ο προσδιορισμός της συχνότητας και του είδους των δραστηριοτήτων που αποσπούν την προσοχή του οδηγού, και η διερεύνηση των παραγόντων που συνδέονται με την πιθανότητα ατυχήματος. Για τις ανάγκες της έρευνας οι Suzanne P. McEvoy, Mark R. Stevenson και Mark Woodward έθεσαν ερωτήσεις σε 1.367 οδηγούς οι οποίοι νοσηλεύτηκαν στο νοσοκομείο του Περθ στη Δυτική Αυστραλία μεταξύ Απριλίου 2002 και Ιουλίου 2004. **Τα στοιχεία συλλέχθηκαν από ένα διαρθρωμένο ερωτηματολόγιο** το οποίο δόθηκε σε κάθε οδηγό, από συμπληρωματικά στοιχεία που συλλέχθηκαν από το ασθενοφόρο καθώς και από ιατρικά αρχεία.

Η μελέτη αυτή πραγματοποιήθηκε στο Περθ της Δυτικής Αυστραλίας, μια πόλη με 1,3 εκατομμύρια κατοίκους (Αυστραλιανή Στατιστική Υπηρεσία, 2002). Με βάση τις στατιστικές που αφορούν άδειες οδήγησης στο Περθ, το 75% των ατόμων ηλικίας 17 ετών και άνω κατέχουν άδεια οδήγησης. Οι συμμετέχοντες ήταν οδηγοί ηλικίας 17 ετών και άνω οι οποίοι είχαν εμπλακεί σε ένα τροχαίο ατύχημα μεταξύ του Απριλίου του 2002 και του Ιουλίου του 2004 και νοσηλεύτηκαν σε ένα από τα τρία νοσοκομεία της περιοχής. Οι οδηγοί είχαν αποκλειστεί αν είχαν υποστεί μέτριο ή σοβαρό τραυματισμό στο κεφάλι, συμμετείχαν σε ένα θανατηφόρο δυστύχημα ή είχαν δυσκολίες στην ομιλία. Μοτοσικλετιστές και ποδηλάτες είχαν επίσης αποκλειστεί. Σε μερικές περιπτώσεις, ορισμένοι οδηγοί είχαν αποκλειστεί με τη συμβουλή του ιατρικού προσωπικού.

Στην παρούσα μελέτη οι αποσπάσεις χωρίστηκαν στις εξής κατηγορίες: άτομα, αντικείμενα, γεγονότα έξω από το όχημα, ηλεκτρονικά συστήματα μέσα στο όχημα (κλιματισμός, ραδιόφωνο, καθρέπτες), άλλα αντικείμενα, έντομα, ζώα μέσα στο όχημα, φαγητό/ποτό/κάπνισμα, ομιλία με συνεπιβάτη(τες), χρήση κινητού τηλεφώνου, έλλειψη συγκέντρωσης και

άλλες ασχολίες όπως το χασμουρητό ή ο βήχας. Ατυχήματα στα οποία οι οδηγοί δήλωσαν ότι “κοίταγαν αλλά δεν έβλεπαν” το επερχόμενο όχημα δεν συμπεριλήφθησαν στην έρευνα.

Οι συνεντεύξεις των οδηγών λάμβαναν χώρα λίγες ώρες μετά τα ατυχήματα μετά από συναίνεση του νοσηλευτικού προσωπικού. Οι ερωτήσεις αφορούσαν τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των οδηγών, τις συνήθειές τους, τις συνθήκες του ατυχήματος και τα γεγονότα που οδήγησαν σε αυτό συμπεριλαμβανομένης της παρουσίας κάποιου παράγοντα απόσπασης της προσοχής. Οι παράγοντες αυτοί χωρίστηκαν σε 14 κατηγορίες και οι ερωτήσεις εστίαζαν τόσο στην παρουσία τους την ώρα της οδήγησης όσο και στη συμβολή τους στο ατύχημα. Πρόσθετες πληροφορίες σχετικά με το ατύχημα, την παρουσία άλλων ατόμων και των τραυματισμών που υπέστησαν ελήφθησαν από τα ιατρικά αρχεία. Άλλοι παράγοντες που εξετάστηκαν ήταν η ταχύτητα, το αλκοόλ, τα ναρκωτικά, η κόπωση και άλλες παράμετροι που αφορούσαν στην σωματική και ψυχική κατάσταση του οδηγού.

Τα δεδομένα αναλύθηκαν με το στατιστικό πακέτο SPSS (Statistical Package for Social Sciences) έκδοσης 12.0.1.

Αποτελέσματα

- Τετρακόσιοι τριάντα τρεις **οδηγοί** (31,7%) που ενεπλάκησαν σε 419 ατυχήματα δήλωσαν την ύπαρξη τουλάχιστον ενός παράγοντα τη στιγμή το ατυχήματος. Οι πιο συχνοί ήταν η ομιλία με συνεπιβάτη (155 οδηγοί, 11,3%), έλλειψη συγκέντρωσης (148 οδηγοί, 10,8%) και άτομα, αντικείμενα ή γεγονότα εξωτερικά του οχήματος (121 οδηγοί, 8,9%). Ενενήντα δύο άτομα (6,7%) δήλωσαν πως αποσπάστηκαν από παραπάνω από έναν παράγοντα τη στιγμή του ατυχήματος.

- Το ένα τρίτο όλων των **ατυχημάτων** (419, 33,3%) οφείλονταν σε απόσπαση προσοχής. Ανάμεσα σε αυτά, 84 αφορούσαν ένα όχημα, 121 αφορούσαν σύγκρουση από πίσω και 158 ατυχήματα έγιναν σε διασταυρώσεις. Οι παράγοντες απόσπασης φάνηκαν στατιστικά να έχουν τη μεγαλύτερη επιρροή στα ατυχήματα που αφορούσαν ένα όχημα καθώς και στις συγκρούσεις από πίσω. (OR 2,95, 95% CI 1,93-4,52, $p < 0,001$ και OR

1,55, 95% CI 1,14-2,11, $p=0,005$ αντίστοιχα). Από τους 433 οδηγούς που δήλωσαν την παρουσία τουλάχιστον ενός παράγοντα απόσπασης τη στιγμή του ατυχήματος, 231 ανέλαβαν την ευθύνη, 162 κατηγόρησαν τον άλλον οδηγό και 38 δεν μπορούσαν να αποδώσουν ευθύνες σε κάποια από τις δυο πλευρές.

- Ατυχήματα που συνδέονται με απόσπαση προσοχής αφορούσαν κυρίως νέους οδηγούς (39,1% των οδηγών ηλικίας 17-29 ετών έναντι 21,9% των οδηγών ηλικίας άνω των 50 ετών, τεστ χ^2 για έλεγχο γραμμικής τάσης 30,63, $p<0,001$), οδηγούς με μικρότερη οδηγική εμπειρία (38,3% των οδηγών με 0-9 χρόνια εμπειρίας έναντι 21,0% των οδηγών με πάνω από 30 χρόνια εμπειρίας οδήγησης, τεστ χ^2 για έλεγχο γραμμικής τάσης 33,52, $p<0,001$). Το φύλο, οι καιρικές συνθήκες και η παρουσία (ή η απουσία) οδήγησης σε διαδρομή ρουτίνας δεν είχαν σχέση με τα ατυχήματα που οφείλονταν σε απόσπαση προσοχής. Σε ένα λογιστικό μοντέλο παλινδρόμησης, συμπεριλαμβανομένων όλων των μεταβλητών, με $p < 0,10$, οι ηλικιακές ομάδες δεν ήταν ανεξάρτητες με την πιθανότητα ατυχήματος (OR 1,09, 95% CI 0,78 - 1,50, $p = 0.62$) και η συσχέτιση Pearson έδειξε ότι η ηλικία και η οδηγική εμπειρία είχαν πολύ υψηλή συσχέτιση ($r=0,90$, $p<0,001$). Ως εκ τούτου, η ηλικία δεν είχε συμπεριληφθεί στα δύο τελικά μοντέλα. Στο τελικό μοντέλο η οδηγική εμπειρία αντιμετωπίζεται ως μία κατηγορική μεταβλητή, η μικρή εμπειρία οδήγησης είχε συνδεθεί με τα ατύχημα λόγω παράγοντα απόσπασης (OR 1,29, 95% CI 1,16 - 1,42, $p < 0,001$). Όσον αφορά στην εμπειρία οδήγησης, για κάθε επιπλέον χρόνο εμπειρίας ο οδηγός είχε 2% λιγότερες πιθανότητες να εμπλακεί σε ατύχημα λόγω απόσπασης προσοχής (OR 0,98, 95% CI 0,97 - 0,99, $p < 0,001$).

Τα δεδομένα της συγκεκριμένης έρευνας αφορούσαν στην μελέτη τόσο των παραγόντων απόσπασης όσο και στις μαρτυρίες των οδηγών και δεν ήταν άμεσα συσχετισμένα. Υπήρξαν διαφορές ως προς το είδος και τη χρονική διάρκεια της απόσπασης, τα χαρακτηριστικά της οδού, τις καιρικές συνθήκες, την οδηγική εμπειρία, τη λήψη στιγμιαίων αποφάσεων των οδηγών για την ενασχόληση ή μη με κάποια δραστηριότητα.

Περιορισμοί έρευνας

Αρχικά, τα δεδομένα προήλθαν από προσωπικές μαρτυρίες οδηγών. Η δυσκολία ανάκλησης της μνήμης καθώς και ο πιθανός δισταγμός των οδηγών να συνδέσουν το ατύχημα με την απόσπαση της προσοχής τους ενδεχομένως να επηρέασαν την ορθότητα των απαντήσεων. Δεύτερον, η ερώτηση που αφορούσε την χρονική διάρκεια που ο οδηγός μετείχε σε κάποια δραστηριότητα απόσπασης προστέθηκε μετά τους πρώτους 100 οδηγούς. Τρίτον, αν εξαιρεθούν τα ατυχήματα που αφορούσαν ένα όχημα, υπήρχαν περιπτώσεις όπου από ατυχήματα με πολλούς εμπλεκόμενους η συνέντευξη γινόταν με μόνο έναν οδηγό. Με το να μην λαμβάνονται δεδομένα και απαντήσεις από όλους τους οδηγούς που ενεπλάκησαν σε τέτοια ατυχήματα υπήρξε κίνδυνος να υποτιμήθηκε η επιρροή των παραγόντων απόσπασης προσοχής των οδηγών τη στιγμή του ατυχήματος. Τέλος, η έρευνα αγνόησε ατυχήματα κατά τη διάρκεια της νύχτας και των σαββατοκύριακων και έτσι τα αποτελέσματα μπορεί να μην αντικατοπτρίζουν τον συνολικό αριθμό των ατυχημάτων.

2.2.9 Kristie Young, Michael Lenné (2009)

Μελέτη στο Πανεπιστήμιο του Monash χρησιμοποίησε δείγμα 287 ατόμων για την καταγραφή της συχνότητας απόσπασης της προσοχής τους κατά τη διάρκεια της οδήγησης. **Η καταγραφή πραγματοποιήθηκε μέσω ερωτηματολογίων.** Η ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε από τους Kristie Young και Michael Lenné και τα αποτελέσματα δημοσιεύτηκαν το 2009. Το δείγμα χωρίστηκε σε τρεις ηλικιακές ομάδες (νέοι- μεσήλικες- ηλικιωμένοι) και οι απαντήσεις τους αναλύθηκαν με χρήση προγράμματος SPSS. Πάνω από το 80% των ερωτηθέντων απάντησαν ότι καταναλώνουν φαγητό/ποτό κατά τη διάρκεια της οδήγησης. Η πλειοψηφία του δείγματος δήλωσε ότι δεν καπνίζει και έτσι δεν ήταν δυνατόν να παρουσιαστεί κάποιο αποτέλεσμα που να αφορά τον συγκεκριμένο παράγοντα απόσπασης. Τέλος, από τις απαντήσεις που δόθηκαν, φάνηκε ότι οι οδηγοί όταν οδηγούν και ταυτόχρονα συμμετέχουν σε άλλες ενέργειες μεταβάλλουν τη συμπεριφορά τους. Μειώνουν την ταχύτητά τους, οδηγούν στην άκρη του δρόμου ή σταματούν το όχημά τους.

2.3 Σύνοψη

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάστηκαν οι σημαντικότερες από ένα πλήθος ερευνών που αφορούν στις επιπτώσεις της συνομιλίας, της κατανάλωσης φαγητού και του καπνίσματος κατά την οδήγηση, στην κυκλοφορία και στην οδική ασφάλεια. **Από την σύνθεση των βασικών σημείων των ερευνών προκύπτουν οι εξής παρατηρήσεις.**

- ❖ Το **ποσοστό επιρροής** του παράγοντα απόσπασης προσοχής το οδηγού **διαφέρει σημαντικά** στις διάφορες έρευνες και κυμαίνεται από 3% έως 25%.
- ❖ Η απόσπαση και η **απώλεια προσοχής** των οδηγών συμβάλλει σε πάνω από το ένα τέταρτο των καταγεγραμμένων ατυχημάτων (**Stutts et al., 2005**).
- ❖ Οι **Wang et al.** (1996) μέσα από έρευνά τους διαπίστωσαν ότι το 7,8% των οδηγών και το 13,3% των ατυχημάτων συνδέονται με την **απόσπαση της προσοχής** του οδηγού.
- ❖ Η έρευνα των **McEnvoy et al.** έδειξε ότι ατυχήματα που συνδέονται με **απόσπαση προσοχής** αφορούσαν κυρίως **νέους οδηγούς** (39,1% των οδηγών ηλικίας 17-29 ετών έναντι 21,9% των οδηγών ηλικίας άνω των 50 ετών), οδηγούς με μικρότερη οδηγική εμπειρία (38,3% των οδηγών με 0-9 χρόνια εμπειρίας έναντι 21,0% των οδηγών με πάνω από 30 χρόνια εμπειρίας οδήγησης).
- ❖ Οι **Glaze και Eliz** (2003) παρέθεσαν μια κατάταξη των **παραγόντων απόσπασης** της προσοχής του οδηγού **εσωτερικά του οχήματος** ανάλογα με τη συχνότητα που εμφανίζονταν από καταγραφές ατυχημάτων στην Πενσυλβανία.
 - Φαγητό, ποτό 4,2%
 - Κάπνισμα 2,1%
 - Καλλωπισμός 0,4%
 - Συνεπιβάτης/παιδιά 8,7%
 - Κατοικίδιο ζώο 0,6%
 - Άλλοι παράγοντες 26,3%

- ❖ Από την έρευνα των **McEvoy et al.** (2006) πάνω από το 30% των οδηγών (31,7%) δήλωσαν ότι την ώρα του ατυχήματος είχαν μειωμένη συγκέντρωση λόγω κάποιου παράγοντα. Επίσης, φάνηκε ότι το 13,6 % όλων των ατυχημάτων οφείλονταν αποκλειστικά σε έναν από αυτούς τους παράγοντες. Οι κυριότερες δραστηριότητες που αποσπούν την προσοχή των οδηγών ήταν η **ομιλία με συνεπιβάτες** (11,3%), η έλλειψη συγκέντρωσης (10,8%) και εξωγενείς παράγοντες (8,9%).
- ❖ Το Πανεπιστήμιο της **Βόρειας Καρολίνας** κωδικοποίησε δεδομένα από 207 ώρες οδηγικής συμπεριφοράς και βρήκε ότι η συχνότητα απόσπασης προσοχής από **συνοδηγούς** είναι σχεδόν ίση με αυτή που προέρχεται από την χρήση **κινητού τηλεφώνου**. (**Stutts et al**, 2003).
- ❖ Τα πρώτα αποτελέσματα της έρευνας των 100-οχημάτων από το VTTI έδειξαν ότι η αλληλεπίδραση με συνεπιβάτες αποτελούσε το 20% των παρατηρουμένων **ατυχημάτων**, παρ' ολίγον ατυχημάτων και επικίνδυνων συμβάντων (**MUARC**, 2005).
- ❖ Οι **Lam et al.** (2003) έδειξαν ότι οι **οδηγοί νεαρής ηλικίας** έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα όταν βρίσκονται συνεπιβάτες στο όχημα. Οι πιθανότητες είναι ακόμη μεγαλύτερες όταν οι συνεπιβάτες είναι επίσης νεαρής ηλικίας. Σε παρόμοια συμπεράσματα κατέληξαν και άλλοι ερευνητές (Faucett et al., 1998, Preusser et al., 1998, Williams, 2003).
- ❖ Ο οργανισμός διαχείρισης οδικής ασφάλειας στην Αμερική (**NHTSA**-National Highway Traffic Safety, 2003) ανέφερε ότι περίπου οι μισοί οδηγοί παραδέχτηκαν την κατανάλωση φαγητού και ποτού, επηρεάζοντας το ένα τρίτο όλων των διαδρομών τους. Η **ομιλία με συνοδηγό** και ο χειρισμός του ραδιοφώνου παρατηρήθηκαν επίσης με μεγαλύτερη συχνότητα.
- ❖ Οι **Stutts et al.** (2005) σε έρευνά τους κατέληξαν ότι περίπου τα τρία τέταρτα των οδηγών έτρωγαν/έπιναν/ μιλούσαν σε συνοδηγό και το 90% χειρίζονταν το ραδιόφωνο. Αξίζει να σημειωθεί ότι παρὰ

την αυξημένη ενασχόληση των οδηγών με τις συγκεκριμένες ασχολίες, οι ίδιοι δεν τις θεωρούν επικίνδυνες και πιστεύουν ότι δεν συνδέονται με την πιθανότητα να συμβεί **ατύχημα**. Σε αυτό το συμπέρασμα καταλήγουν και οι White et al. (2004).

- ❖ Ο χρόνος **κατανάλωσης φαγητού και ποτού** μετρήθηκε και βρέθηκε ότι είναι το 4,6 % της συνολικής ώρας οδήγησης, σύμφωνα με το Πανεπιστήμιο της Βόρειας Καρολίνας. Η προετοιμασία για την κατανάλωση φαγητού και ποτού, αποτελεί το 3,1% του χρόνου κατανάλωσης, η κατανάλωση (η κίνηση του χεριού προς το στόμα) το 0,8%, και η κατανάλωση ποτού 0,7% (**Stutts, et al.**, 2003).
- ❖ Η **έρευνα της Νέας Ζηλανδίας** έδειξε ότι το φαγητό και το ποτό ευθύνεται για το 3% των ατυχημάτων που συνδέονται με παράγοντες απόσπασης προσοχής. Οι κύριες κατηγορίες των ενεργειών του οδηγού ήταν:
 - Η αναζήτηση του φαγητού/ποτού και η ενέργεια να το φτάσουν ή να το μετακινήσουν αποτελούσε το 40%
 - Το άνοιγμα της συσκευασίας, αποτελούσε το 26%
 - Οι ενέργειες που γίνονται για την προσωρινή εναπόθεση του προϊόντος, αποτελούσε το 18%
 - Και η αντίδραση σε ένα φαγητό που πέφτει ή ενός ποτού που χύνεται, αποτελούσε το 11% (**Gordon**, 2006).
- ❖ Οι **Stutts et al.** (2005) στη μελέτη τους παρατήρησαν ότι το **φαγητό και το ποτό** αύξαναν τον χρόνο που οι οδηγοί δεν είχαν και τα δύο τους χέρια στο τιμόνι και ότι είχαν δυσκολίες στην διατήρηση σταθερής πορείας του οχήματος.
- ❖ Η έρευνα των **Stutts et al.** (2005) δείχνει ότι τα **ατυχήματα** που προκαλούνται κατά τη διάρκεια κατανάλωσης **φαγητού/ποτού** είναι περίπου ισάριθμα με αυτά που προκαλούνται κατά τη διάρκεια ομιλίας στο κινητό.
- ❖ Μία μελέτη που έγινε στο **Πανεπιστήμιο της Βιρτζίνια** (2002) σε 2.792 αναφορές της αστυνομίας κατέληξε ότι το 4,2% των

ατυχημάτων λόγω απόσπασης προσοχής οφείλονταν σε κατανάλωση **φαγητού/ποτού (MUARC)**.

- ❖ Μία από τις λίγες μελέτες που εξέτασαν με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης την επιρροή της κατανάλωσης φαγητού κατά τη διάρκεια της οδήγησης ήταν εκείνη των **Jenness et al.** (2002). Κατέληξαν ότι το **φαγητό** δεν είχε ιδιαίτερη επιρροή στην οδήγηση (σε σχέση με άλλους παράγοντες απόσπασης προσοχής), παρόλα αυτά όμως υπήρχαν διαφοροποιήσεις σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση.
- ❖ Η **συμπεριφορά των οδηγών**, η προσοχή των οποίων έχει αποσπαστεί από κάποιον παράγοντα **χαρακτηρίζεται από**:
 - αδυναμία ελέγχου της ταχύτητας (Rakauskas et al., 2004, Strayer και Drews, 2004)
 - αδυναμία διατήρησης σταθερής απόστασης από το άκρο της οδού (Engström et al. 2005, Reed and Green, 1999)
 - μειωμένη ετοιμότητα αντίδρασης σε συμβάντα εκτός οχήματος (Kass et al., 2007)
 - αφιέρωση λιγότερου χρόνου στον έλεγχο των καθρεπτών και των υπολοίπων συστημάτων ελέγχου (Nunes και Recarte, 2002)
 - έλλειψη προσοχής στα σήματα οδικής σήμανσης όπως επίσης βραδύτερη αντίδραση σε απρόοπτα συμβάντα (Burns et al., 2002, Lee et al., 2001).
- ❖ Οι **Haigney και Westerman**, (2001) σε έρευνα τους υποστηρίζουν ότι αν και οι επιπτώσεις της απόσπασης της προσοχής από τα κινητά τηλέφωνα αφορούν τη νοητική απόσπαση του οδηγού, το **φαγητό/ποτό** είναι κατ' ανάγκην «χειρονακτικές δραστηριότητες» και έτσι αναμένεται να επηρεάσουν την οδήγηση και την πιθανότητα ατυχήματος αμεσότερα.
- ❖ Στην έρευνα των **Young et al.** το 2007 οι μεταβλητές που καταμετρήθηκαν από τον **προσομοιωτή** κατά τη διάρκεια των πειραμάτων ήταν σχετικά ανεπηρέαστες από την **κατανάλωση φαγητού** και ποτού. Παρ' όλα αυτά το ποσοστό απόσπασης του οδηγού ήταν ιδιαίτερα υψηλό και τα καταγεγραμμένα ατυχήματα

κατά τη διάρκεια της απόσπασης ήταν περισσότερα, σε σύγκριση με την ανεπηρέαστη οδήγηση.

- ❖ Έρευνες οι οποίες έχουν αναφέρει μία σχέση ανάμεσα στο κάπνισμα και στα **ατυχήματα** περιλαμβάνουν:
 - Έρευνα στη Νέα Ζηλανδία- 2,2% από περίπου 2000 ατυχήματα σχετιζόμενα με απόσπαση προσοχής το 2002 και 2003 (**Gordon** 2006),
 - Έρευνα του Πανεπιστημίου της Βόρειας Καρολίνας-0,9% των ατυχημάτων σχετιζόμενα με απόσπαση προσοχής από το CDS (Crashworthiness Data System) από το 1995 έως το 1999 (**Stutts et al.** 2001),
 - Έρευνα του Πανεπιστημίου της πολιτείας της Βιρτζίνια (**Glaze et al.** 2002), 2,1% ατυχημάτων σχετιζόμενα με απόσπαση προσοχής του οδηγού
 - Την έρευνα των 100-οχημάτων 2% των ατυχημάτων που σχετίζονται με ενέργειες απόσπασης προσοχής (**Neale et al.** 2005).
- ❖ Η έρευνα της **Νέας Ζηλανδίας** (Ministry of Transport, 2005) αποκάλυψε ότι περίπου τα μισά από τα ατυχήματα που έγιναν ενώ ο οδηγός κάπνιζε αφορούσαν την ενέργεια να πάρουν το τσιγάρο, το ένα τέταρτο το άναμμά τους και το υπόλοιπο ένα τέταρτο τις αντιδράσεις τους σε ένα πεσμένο τσιγάρο. Στο 22% των ατυχημάτων που αφορούσαν το **κάπνισμα** πιθανολογείται ότι συμμετείχε και το αλκοόλ.
- ❖ Το **MUARC** (Monash University Accident Research Centre) ανέφερε ότι αρκετές έρευνες κατέληξαν ότι το κάπνισμα εν ώρα οδήγησης αυξάνει τον κίνδυνο **ατυχήματος**. Η αναφορά τους περιελάμβανε και μία έρευνα του Brison (1990) η οποία βρήκε ότι οι καπνιστές έχουν 1,5 μεγαλύτερη πιθανότητα να εμπλακούν σε ατύχημα.

Κεφάλαιο 3

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

3.1 Γενικά

Στο παρόν κεφάλαιο επιδιώκεται η περιγραφή του **θεωρητικού υποβάθρου**, πάνω στο οποίο θα βασιστεί η στατιστική ανάλυση της διερεύνησης της επιρροής της συνομιλίας, της κατανάλωσης φαγητού και του καπνίσματος στην συμπεριφορά του οδηγού και στην πιθανότητα ατυχήματος. Η μέθοδος που αρχικά επιλέχθηκε για την ανάλυση των στοιχείων ήταν η **γραμμική παλινδρόμηση** (linear regression). Ο κύριος λόγος στον οποίο στηρίχθηκε η επιλογή της μεθόδου αυτής συνίσταται στο ότι, οι εξαρτημένες μεταβλητές του προβλήματος (ταχύτητα διαδρομής, απόσταση από τον άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας, χρόνος αντίδρασης) αφενός λαμβάνουν **συνεχείς τιμές** και αφετέρου ακολουθούν **κανονική κατανομή**. Ένας πρόσθετος λόγος που οδήγησε στη χρήση της μεθόδου αυτής είναι ότι, πρόκειται περί μιας απλής, ευρέως χρησιμοποιούμενης μεθόδου πρόβλεψης κάποιας μεταβλητής. Στην πορεία αναζήτησης μιας καλύτερης συσχέτισης μεταξύ των μεταβλητών επιλέχθηκε η **λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση** (lognormal regression). Σχετικά με τη πιθανότητα να συμβεί ατύχημα επιλέχθηκε η μέθοδος της **λογιστικής ανάλυσης παλινδρόμησης** (binary logistic regression). Η επιλογή της μεθόδου αυτής έγινε διότι η **εξαρτημένη μεταβλητή είναι διακριτή** και λαμβάνει μόνο δύο τιμές. Στη συνέχεια του παρόντος κεφαλαίου, και αφού γίνει αναφορά σε κάποιες βασικές στατιστικές έννοιες, αναλύονται τα επιμέρους θεωρητικά στοιχεία που αφορούν τόσο στην γραμμική όσο και στην λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση, στη λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης, καθώς και στα κριτήρια αποδοχής ενός προτύπου. Τέλος, αναπτύσσονται κάποιες βασικές λειτουργίες του ειδικού στατιστικού λογισμικού που χρησιμοποιήθηκε (SPSS 13.0).

3.2 Βασικές έννοιες της στατιστικής

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

Ο όρος **δείγμα** (sample) αναφέρεται σε ένα υποσύνολο του πληθυσμού. Οι περισσότερες στατιστικές έρευνες στηρίζονται σε δείγματα, αφού οι ιδιότητες του πληθυσμού είναι συνήθως αδύνατο να καταγραφούν. Όλα τα στοιχεία που ανήκουν στο δείγμα ανήκουν και στον πληθυσμό, χωρίς να ισχύει το αντίστροφο. Τα συμπεράσματα που θα προκύψουν από τη μελέτη του δείγματος θα ισχύουν με ικανοποιητική ακρίβεια για ολόκληρο τον πληθυσμό μόνο εάν το δείγμα είναι αντιπροσωπευτικό του πληθυσμού.

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

- **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. Παραδείγματα ποιοτικών μεταβλητών είναι το φύλο, το επίπεδο μόρφωσης, η περιοχή καταγωγής κ.λπ.
- **Ποσοτικές μεταβλητές** (quantitative variables). Είναι οι μεταβλητές με τιμές αριθμούς, που όμως έχουν τη σημασία της μέτρησης. Παραδείγματα ποσοτικών μεταβλητών είναι η ταχύτητα του οχήματος, η επιτάχυνση, η ηλικία κ.λπ.

Οι ποσοτικές μεταβλητές ειδικότερα διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: **Συνεχείς** είναι οι μεταβλητές οι οποίες μπορούν να πάρουν οποιαδήποτε τιμή μέσα σε ένα συνεχές διάστημα (ταχύτητα), ενώ ασυνεχείς ή **διακριτές** είναι οι μεταβλητές οι οποίες μπορούν να πάρουν μόνον διακεκριμένες τιμές (άνδρας- γυναίκα).

Ανάλογα με την κλίμακα μέτρησης που επιλέγεται στη συλλογή δεδομένων από ορισμένη μεταβλητή προκύπτουν διαφορετικά δεδομένα. Για παράδειγμα όταν συλλέγονται δεδομένα για την ποσοτική μεταβλητή “οδηγική εμπειρία σε έτη” μπορεί να επιλέγεται ο προσδιορισμός του ακριβή αριθμού ετών οδήγησης ή απλώς η κατάταξη σε μία από τις ακόλουθες τρεις κατηγορίες: “1-4”, “5-9”, “>10”. Είναι προφανές ότι η στατιστική ανάλυση θα είναι διαφορετική στα δύο είδη δεδομένων.

Γενικά, ανάλογα με την κλίμακα μέτρησης τα δεδομένα διακρίνονται σε κατηγορικά δεδομένα όταν αυτά είναι απλώς επίπεδα ή κατηγορίες, και σε μετρήσεις.

Τα κατηγορικά δεδομένα διακρίνονται ακόμη σε:

- **Ονομαστικά** όταν οι παρατηρήσεις είναι κατηγορίες που η σειρά τους δεν έχει καμία σημασία. Τα ονομαστικά δεδομένα προκύπτουν από την παρατήρηση ποιοτικών μεταβλητών (μέσο μεταφοράς από και προς την εργασία).
- **Διατακτικά** είναι εκείνα τα κατηγορικά δεδομένα στα οποία η διάταξη έχει σημασία. Παραδείγματα διατακτικών δεδομένων είναι οι παρατηρήσεις της συχνότητας οδήγησης σε ορεινή περιοχή (ποτέ, σπάνια, συχνά, πάντα).

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:

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

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

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \times \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

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:

$$s = \sqrt{s^2} = \left(\frac{1}{n-1} \times \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

Για την περίπτωση συμμετρικά κατανομημένου 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.

$$cov(X, Y) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$$

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 Συσχέτιση μεταβλητών- συντελεστής συσχέτισης

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:

$$\rho = \left(\frac{\sigma_{XY}}{\sigma_X} \right) \left(\frac{1}{\sigma_Y} \right)$$

Ο συντελεστής 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 :

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

3.4 Κανονική κατανομή ή κατανομή Gauss

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:

$$F(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x-\mu^2}{2\sigma^2}}$$

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

3.5 Μαθηματικά πρότυπα

Παρακάτω παρουσιάζονται κάποιες βασικές έννοιες για τα μαθηματικά πρότυπα που θα χρησιμοποιηθούν στη συγκεκριμένη Διπλωματική Εργασία.

3.5.1 Γραμμική παλινδρόμηση

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

Η ανάπτυξη ενός μαθηματικού μοντέλου αποτελεί μια στατιστική διαδικασία που συμβάλλει στην **ανάπτυξη εξισώσεων** που περιγράφουν τη σχέση μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών και της εξαρτημένης. Επισημαίνεται ότι η επιλογή της μεθόδου ανάπτυξης ενός μοντέλου βασίζεται στο αν η εξαρτημένη μεταβλητή είναι συνεχές ή διακριτό μέγεθος.

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

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

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

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

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

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

Για την ανάλυση της γραμμικής παλινδρόμησης γίνονται οι παρακάτω υποθέσεις:

- ❖ Η μεταβλητή X είναι ελεγχόμενη για το πρόβλημα που μελετάμε, δηλαδή γνωρίζουμε τις τιμές της χωρίς καμιά αμφιβολία.
- ❖ Η εξάρτηση της Y από τη X είναι γραμμική.
- ❖ Το σφάλμα παλινδρόμησης έχει μέση τιμή μηδέν για κάθε τιμή της X και η διασπορά του είναι σταθερή και δεν εξαρτάται από τη X , δηλαδή $E(\varepsilon_i) = 0$ 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 ει της παλινδρόμησης (όπως και η τυχαία μεταβλητή Y για κάθε τιμή της X) ακολουθούν κανονική κατανομή με σταθερή διασπορά. Γενικά το πρόβλημα και η εκτίμηση της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης δεν διαφέρει ουσιαστικά από εκείνο της απλής γραμμικής παλινδρόμησης. Ένα καινούριο στοιχείο στην πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση είναι ότι πριν προχωρήσει κανείς στην εκτίμηση των παραμέτρων πρέπει να ελέγξει αν πράγματι πρέπει να συμπεριληφθούν όλες οι ανεξάρτητες μεταβλητές στο μοντέλο. Εκείνο που απαιτείται να εξασφαλιστεί είναι η μηδενική συσχέτιση των ανεξάρτητων μεταβλητών ($\rho(x_i, x_j) \forall i \neq j \rightarrow 0$).

3.5.2 Λογαριθμοκανονική Παλινδρόμηση

Στην πορεία αναζήτησης μιας καταλληλότερης μεθόδου επιλέχθηκε η **λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση** (lognormal regression). Μέσω της μεθόδου αυτής δίνεται η δυνατότητα ανάπτυξης ενός μοντέλου που συσχετίζει δύο ή περισσότερες μεταβλητές. 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:

$$S = \sum_{i=1}^n [y_i - \hat{y}_i]^2 = \sum_{i=1}^n [y_i - (\beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \dots + \beta_k x_{ki})]^2$$

Η **λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση** βασίζεται στην υπόθεση ότι ο δεκαδικός 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 δεκαδικός 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 τιμών που έχουν παρατηρηθεί $\mu_i (i=1,2,\dots,q)$ της εξαρτημένης μεταβλητής και των τιμών των ανεξάρτητων μεταβλητών (Bauer, Harwood, 1988).

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

$x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ki}$: είναι οι ανεξάρτητες μεταβλητές

Εναλλακτικά μπορεί να διατυπωθεί με την παρακάτω μορφή:

$$y_i = 10^{(\beta_0)} \cdot 10^{(\beta_1 x_{i1})} \dots 10^{(\beta_q x_{iq})}$$

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

3.5.3 Λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης

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:

$$Y = \text{logit}(P) = \ln\left(\frac{P_i}{1-P_i}\right) = B_0 + B_i X_i \text{ (Εξίσωση 1)}$$

όπου:

B_0 : είναι η σταθερά του μοντέλου

B_i : είναι παραμετρικές εκτιμήτριες για τις ανεξάρτητες μεταβλητές

$X_i=1,...,n$: το σύνολο των εξαρτημένων μεταβλητών

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

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

Η θεμελιώδης εξίσωση για τη λογιστική παλινδρόμηση δείχνει ότι όταν η τιμή μιας ανεξάρτητης μεταβλητής αυξηθεί κατά μια μονάδα και όλες οι

υπόλοιπες μεταβλητές παραμένουν σταθερές ο νέος λόγος πιθανοφάνειας $(P_i/1-P_i)$ δίνεται από την παρακάτω σχέση:

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

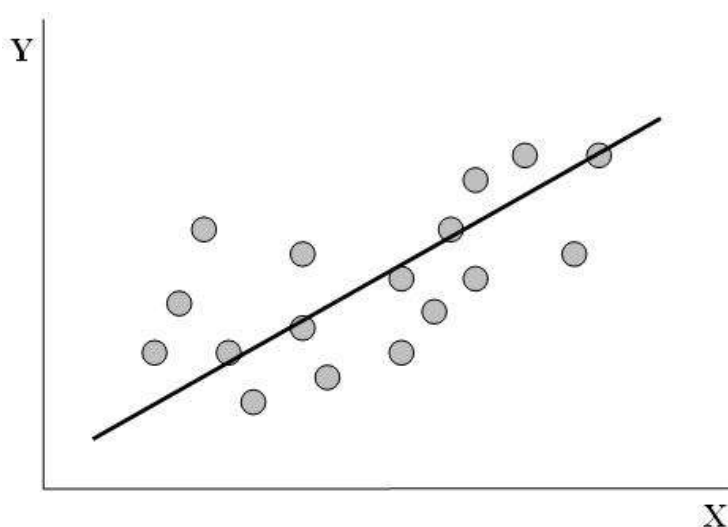
Έτσι παρατηρείται ότι όταν η ανεξάρτητη μεταβλητή X_i αυξηθεί κατά μια μονάδα, με όλες τις υπόλοιπες μεταβλητές να παραμένουν σταθερές, η πιθανότητα $P_i/(1-P_i)$ αυξάνεται κατά ένα συντελεστή e^{B_i} .

3.5.4 Εκτίμηση των παραμέτρων

Η εκτίμηση των παραμέτρων του μοντέλου τόσο της πολλαπλής γραμμικής όσο και της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης γίνεται με τη **μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων** (method of least squares).

Ο προσδιορισμός των B_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 συνέχεια δίνεται ένα ενδεικτικό διάγραμμα της ευθείας ελαχίστων τετραγώνων.



Διάγραμμα 3.1: Ευθεία ελαχίστων τετραγώνων

3.6 Διαδικασίας ανάπτυξης και κριτήρια αποδοχής μοντέλου

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

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

Τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση ενός μοντέλου **μετά τη διαμόρφωσή του** είναι τα πρόσημα και οι τιμές των συντελεστών B_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 πρόσημών 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 B_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 B_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 κατά 1% μεταβολή της ανεξάρτητης. Η ελαστικότητα, για γραμμικά πρότυπα, δίνεται από την σχέση:

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

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:

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

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.

Πίνακας 3.1: Κρίσιμες τιμές του συντελεστή t

Βαθμός ελευθερίας	Επίπεδο εμπιστοσύνης				
	0.9	0.95	0.975	0.99	0.995
80	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660
120	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617
∞	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576

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

είναι αποδεκτή η μεταβλητή ως στατιστικά σημαντική για το 95% των περιπτώσεων.

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

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

Όπου:

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

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, $\rho(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0 \forall i \neq j$

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 στα 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 για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%, και 1,3 για επίπεδο εμπιστοσύνης 90% όπως ακριβώς και για το συντελεστή t.

Σημαντικό ρόλο στην επιλογή των μεταβλητών των μοντέλων της λογιστικής ανάλυσης παλινδρόμησης έχει 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 $LRT = -2 \times (L(\hat{\beta}) - L(0))$, όπου $L(\hat{\beta}) = L(\text{μοντέλο με τις } p \text{ μεταβλητές})$ 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: $\rho^2 = 1 - \frac{L(\hat{b})}{L(0)}$ όπου $L(\hat{b}) = L(\text{μοντέλο με τις } p \text{ μεταβλητές})$ 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 απορριπτή, 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. Είναι επιθυμητό 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 Λειτουργία του ειδικού στατιστικού λογισμικού

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων που συγκεντρώθηκαν έγινε με τη χρήση του ειδικού στατιστικού λογισμικού SPSS (Statistical Package for Social Sciences) Version 13.0. Αφού καταχωρήθηκαν τα δεδομένα σε πίνακες, μεταφέρθηκαν στο στατιστικό λογισμικό στο πεδίο δεδομένων και ακολουθήθηκαν οι ενέργειες που συνοπτικά παρουσιάζονται στη συνέχεια.

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

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

❖ **Descriptive Statistics:** Διαδικασίες για την παραγωγή περιγραφικών αποτελεσμάτων. Εδώ βρίσκεται η επιλογή **Options**. Πρόκειται για χρήσιμες στατιστικές περιγραφικές συναρτήσεις (μέσος όρος, 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 γράφονται εκεί.

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

- ❖ Ο **συντελεστής συσχέτισης R^2** να είναι κατά το δυνατό μεγαλύτερος στα μοντέλα γραμμικής και λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης ενώ, στα μοντέλα λογιστικής ανάλυσης 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 1,3 για επίπεδο εμπιστοσύνης 90%

Κεφάλαιο 4

ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

4.1 Εισαγωγή

Σε προηγούμενο κεφάλαιο πραγματοποιήθηκε η βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών συναφών με το αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, όπου και 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. Με την εφαρμογή του πειράματος έγινε η συλλογή των απαραίτητων στοιχείων. Η στατιστική επεξεργασία των στοιχείων αυτών, θα οδηγήσει στην επίτευξη του στόχου της Διπλωματικής Εργασίας, δηλαδή τη διερεύνηση της επιρροής της συνομιλίας με συνοδηγό, της κατανάλωσης φαγητού και του καπνίσματος σε ορεινή οδό, στη συμπεριφορά και στην πιθανότητα ατυχήματος του οδηγού με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης.

Το κεφάλαιο αυτό αναφέρεται στη **συλλογή και επεξεργασία των στοιχείων** που συλλέχθηκαν τόσο από το πείραμα στον προσομοιωτή όσο και από το ερωτηματολόγιο που δόθηκε προς συμπλήρωση στους συμμετέχοντες. Αρχικά παρουσιάζονται κάποια βασικά στοιχεία που αφορούν στη χρήση και στα χαρακτηριστικά των **προσομοιωτών οδήγησης**. Στην συνέχεια αναπτύσσεται η διαδικασία που ακολουθήθηκε για τη διάρθρωση και εφαρμογή του πειράματος. Ακολουθώς αναφέρονται τα **στάδια της επεξεργασίας των στοιχείων** ώστε να μορφοποιηθούν για τη μετέπειτα εισαγωγή τους στο ειδικό λογισμικό στατιστικής επεξεργασίας (SPSS 13.0). Στην ίδια ενότητα έχουν συμπεριληφθεί κάποια **περιγραφικά χαρακτηριστικά του δείγματος**, τα οποία παρουσιάζονται υπό μορφή γραφημάτων και πινάκων.

4.2 Εισαγωγικά στοιχεία προσομοιωτών

Οι προσομοιωτές οδήγησης χρησιμοποιούνται για ερευνητικούς σκοπούς σε ζητήματα που αφορούν στον ανθρώπινο παράγοντα και σε ιατρικές έρευνες για τη συμπεριφορά του οδηγού, των επιδόσεών του, τη προσοχή του καθώς και στη βιομηχανία αυτοκινήτων για το σχεδιασμό και την αξιολόγηση νέων οχημάτων ή εξελιγμένων συστημάτων υποβοήθησης του οδηγού (advanced driver assistance systems-ADAS). Επίσης χρησιμοποιούνται για ψυχαγωγία καθώς και για την κατάρτιση οδηγών στα εκπαιδευτικά μαθήματα που διδάσκονται σε εκπαιδευτικά ιδρύματα και ιδιωτικές επιχειρήσεις.

4.2.1 Εκπαίδευση

Οι προσομοιωτές οδήγησης χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο για την **εκπαίδευση οδηγών** σε όλο τον κόσμο. Μετά από έρευνες έχει αποδειχτεί ότι προσομοιωτές οδήγησης αποτελούν πρακτικά και αποτελεσματικά εκπαιδευτικά εργαλεία που παρέχουν δυνατότητες ασφαλούς οδήγησης για όλους τους οδηγούς. Υπάρχουν διάφοροι τύποι προσομοιωτών οδήγησης που χρησιμοποιούνται ευρέως που αφορούν στον τύπο του οχήματος όπως προσομοιωτές τραίνων, λεωφορείων, αυτοκινήτων, φορτηγών και άλλοι.

4.2.2 Έρευνα

Οι προσομοιωτές οδήγησης χρησιμοποιούνται σε **ερευνητικούς τομείς** για πολλούς λόγους. Ορισμένοι κατασκευαστές αυτοκινήτων χρησιμοποιούν προσομοιωτές οδήγησης. Επίσης πολλά Πανεπιστήμια χρησιμοποιούν προσομοιωτές για ερευνητικούς λόγους. Εκτός από την εκπαίδευση των οδηγών, οι προσομοιωτές οδήγησης επιτρέπουν στους ερευνητές να αναπαραστήσουν συνθήκες για τους οδηγούς που στην οδήγηση σε πραγματικό περιβάλλον θα ήταν επικίνδυνες και μη ηθικά αποδεκτές και να μελετήσουν τη συμπεριφορά τους, όπως για παράδειγμα σε μελέτες απόσπασης της προσοχής του οδηγού. Με την αυξανόμενη χρήση συστημάτων πληροφοριών όπως τα δορυφορικά συστήματα πλοήγησης, τα κινητά τηλέφωνα και οι συσκευές αναπαραγωγής μουσικής (π.χ. DVD

players) οι προσομοιωτές οδήγησης παίζουν σημαντικό ρόλο στην αξιολόγηση της ασφάλειας και της χρησιμότητας των συσκευών αυτών.

4.2.3 Πλεονεκτήματα προσομοιωτών οδήγησης

Υπάρχουν πολλοί λόγοι που συντελούν στην ολοένα και αυξανόμενη χρήση των προσομοιωτών οδήγησης στους τομείς της έρευνας και ανάπτυξης. Ένας από τους κυριότερους είναι ότι σε μελέτες ατυχημάτων **εξαλείφεται ο κίνδυνος τραυματισμού** του χρήστη. Επίσης παρέχεται η **δυνατότητα αναπαραγωγής σεναρίων** με βάση το είδος και το αντικείμενο της έρευνας είτε αυτό αφορά σε καιρικές συνθήκες, είτε σε οδικό περιβάλλον. Παράλληλα καθίσταται εφικτός ο **αυστηρός έλεγχος των παραμέτρων** που υπεισέρχονται στα σενάρια. Με αυτόν τον τρόπο είναι δυνατή η σε πολύ μεγαλύτερο εύρος αλλαγή των πειραματικών συνθηκών από εκείνη που μπορεί να επιτευχθεί σε πραγματικές συνθήκες. Επιπλέον τα δεδομένα που εξάγονται από τον προσομοιωτή είναι πολύ περισσότερα και μεγαλύτερης ακρίβειας (χρόνος αντίδρασης σε τυχαίο συμβάν, στιγμιαίες ταχύτητες και επιταχύνσεις). Ακόμα, **δεν επηρεάζεται ο οδηγός από ανεπιθύμητους εξωτερικούς παράγοντες** οι οποίοι αφορούν στη συμπεριφορά των άλλων οδηγών καθώς οι συνθήκες οδήγησης ελέγχονται εξ' ολοκλήρου από τον ερευνητή. Η ακρίβεια καθορισμού συγκεκριμένων συνθηκών συντελεί και στη δυνατότητα **μέτρησης πολλών χρηστών στις ίδιες πάντα συνθήκες** για την πραγματοποίηση στατιστικών και ερευνών. Στα πλεονεκτήματα, αξίζει να αναφερθεί και η **μηδενική κατανάλωση καυσίμων** κατά τη διάρκεια των ερευνητικών πειραμάτων (άρα φιλικά προς το περιβάλλον).

4.2.4 Μειονεκτήματα προσομοιωτών οδήγησης

Ένα πολύ σημαντικό ζήτημα που προκύπτει από την χρήση του προσομοιωτή οδήγησης είναι η **εγκυρότητα** των αποτελεσμάτων του σε σύγκριση με αυτά που θα προέκυπταν σε πραγματικές συνθήκες. Επισημαίνεται ακόμα ότι οι συνθήκες οδήγησης στον προσομοιωτή δεν μπορεί να είναι απολύτως όμοιες με εκείνες που αντιλαμβάνεται ο οδηγός στην πραγματικότητα (**πιστότητα**). Ακόμη, έχει παρατηρηθεί ότι η χρήση προσομοιωτή μπορεί να **προκαλέσει**

αδιαθεσία σε συγκεκριμένες ομάδες ατόμων (Simulator Adaptation Syndrome –SAS).

Η **πιστότητα** του λογισμικού προγράμματος του προσομοιωτή ίσως περιορίζει το πρίσμα μέσω του οποίου εξετάζεται ένα ερευνητικό θέμα (πιθανές κακοτεχνίες οδοστρώματος, περιορισμός απρόσμενων γεγονότων). Μειονεκτήματα σχετιζόμενα με το είδος και τις δυνατότητες του λογισμικού προγράμματος του προσομοιωτή (πιστότητα) είναι η μικρή κυκλοφοριακή κίνηση που συνήθως παρουσιάζουν, ενώ παρατηρείται πολλές φορές έλλειψη προσπερασμάτων, δικύκλων κτλ. Ακόμα παρατηρείται έλλειψη διαφόρων χαρακτηριστικών του περιβάλλοντος όπως οι διαφημίσεις, τα φώτα της πόλης κτλ. Επιπρόσθετα ενδεχομένως να παρουσιάζεται μειωμένη αίσθηση του οχήματος καθώς πολλές φορές δεν υπάρχει τεχνολογικά ειδική βάση που να εξασφαλίζει τραντάγματα, κλίσεις και αίσθηση “φυγοκέντρου” δύναμης.

Τα μειονεκτήματα που αφορούν την **εγκυρότητα** των προσομοιωτών και σχετίζονται με την διαδικασία του πειράματος αφορούν στη συμπεριφορά των συμμετεχόντων σε κάποιο πείραμα. Συγκεκριμένα, οι συμμετέχοντες γνωρίζουν ότι παρακολουθούνται οπότε υπάρχει η ένταση της δοκιμασίας, ενώ υπάρχει προσήλωση σε έναν κίνδυνο που αναμένουν να εμφανιστεί (και πολλές φορές έχουν προειδοποιηθεί για αυτόν). Ακόμα, οι οδηγοί γνωρίζουν ότι οδηγούν σε προσομοιωτή, οπότε έχουν μία αίσθηση ασφάλειας καθώς γνωρίζουν ότι δεν υπάρχουν συνέπειες (σωματική βλάβη) σε πράξεις μη ασφαλείς. Αυτά τα χαρακτηριστικά ενδεχομένως διαφοροποιούν την συμπεριφορά τους από την πραγματική. Τέλος ο κυριότερος παράγοντας καλής οδήγησης, δηλαδή η κοινωνική τοποθέτηση του οδηγού, η νοοτροπία του, εξουδετερώνεται ή παίζει πολύ αδύναμο ρόλο.

4.2.5 Προσομοιωτής Διπλωματικής Εργασίας (Driving Simulator FPF)

Για τις ανάγκες του πειράματος χρησιμοποιήθηκε ο **προσομοιωτής** οδήγησης του Εργαστηρίου Κυκλοφοριακής Τεχνικής Ε.Μ.Π. που έχει κατασκευαστεί από τη γερμανική εταιρεία FOERST, Type Trainer (F12PT-3L40) (Εικόνα 4.1). Αποτελείται από μία μονοθέσια καμπίνα οδήγησης και τρεις οθόνες LCD40” με οπτικό πεδίο από 60 έως 180 μοίρες. Η καμπίνα οδήγησης έχει διαστάσεις 230x180 εκατοστά και ζυγίζει 170 κιλά. Διαθέτει ρυθμιζόμενο κάθισμα

οδήγησης, τιμόνι διαμέτρου 27 cm, ποδόπληκτρα χειρισμού (γκάζι, φρένο, συμπλέκτης), πίνακα οργάνων οχήματος (ταχογράφος, στροφόμετρο) καθώς και έναν κεντρικό και δύο εξωτερικούς καθρέπτες που εμφανίζονται στην κεντρική και στις πλάγιες οθόνες αντίστοιχα και απεικονίζουν σε πραγματικό χρόνο αντικείμενα και συμβάντα που συμβαίνουν πίσω από το “όχημα”. Στα χειριστήρια που έχει στη διάθεσή του ο οδηγός συμπεριλαμβάνονται το φλας, οι υαλοκαθαριστήρες, τα φώτα, η κόρνα, το χειρόφρενο και η μίζα (Εικόνες 4.2, 4.3).



Εικόνα 4.1: Προσομοιωτής οδήγησης

Στις τρεις οθόνες απεικονίζονται το οδόστρωμα και το οδικό περιβάλλον τα οποία παράγονται μέσω υπολογιστή (Εικόνα 4.4).

Τέλος υπάρχει ένα **ειδικό πληκτρολόγιο** ελέγχου το οποίο παρέχει τη δυνατότητα ρύθμισης των συνθηκών οδήγησης. Αποτελείται από δυο πλήκτρα (Mode, Line). Το πλήκτρο Mode χρησιμοποιείται για την περιήγηση σε διαφορετικά μενού επιλογών του κυρίου προγράμματος και για την αλλαγή στις επιλογές στο εσωτερικό ενός συγκεκριμένου μενού, ενώ το πλήκτρο Line δίνει τη δυνατότητα περιήγησης εντός των επιλογών κάθε μενού (Εικόνα 4.5).



Εικόνες 4.2, 4.3: Φωτογραφίες της θέσης οδήγησης του προσομοιωτή



Εικόνα 4.4: Οθόνες προσομοιωτή



Εικόνα 4.5: Ειδικό πληκτρολόγιο ελέγχου

Το λογισμικό του προσομοιωτή δίνει τη δυνατότητα προσομοίωσης σε αστική-υπεραστική οδό, ορεινό περιβάλλον και αυτοκινητόδρομο όσον αφορά στο τύπο της οδού, κανονική/μειωμένη/χωρίς/μόνο συνοδευτική ή επερχόμενη κυκλοφορία όσον αφορά στις **κυκλοφοριακές συνθήκες** καθώς και ευμενείς καιρικές συνθήκες, βροχή, ομίχλη, χιόνι όσον αφορά στο **περιβάλλον οδήγησης**. Τέλος δίνεται η επιλογή καθορισμού **απρόοπτων καταστάσεων** ανάμεσα σε προκαθορισμένη από τον ερευνητή ή τυχαία από το πρόγραμμα εμφάνισης εμποδίου και σε μη αναμενόμενη πορεία κάποιου προπορευόμενου οχήματος. (Εικόνες 4.6, 4.7)



Εικόνες 4.6, 4.7: Βασικός κατάλογος επιλογών

Στις επόμενες παραγράφους περιγράφεται η διαδικασία του πειράματος.

4.3 Το πείραμα

Προκειμένου να μετρηθεί η επίδραση του φαγητού, του καπνίσματος και της συνομιλίας κατά τη διάρκεια της οδήγησης επιλέχθηκε ένα δείγμα 42 ατόμων που κλήθηκε **να οδηγήσει στον προσομοιωτή οδήγησης και να απαντήσει σε ένα ερωτηματολόγιο** προκειμένου να προσδιοριστούν οι οδηγικές του συνήθειες.

4.3.1 Διαδικασία πειράματος

Για τις ανάγκες του πειράματος χρειάστηκε να διαμορφωθεί κατάλληλα ο περιβάλλον χώρος του προσομοιωτή. Όσον αφορά στο κάπνισμα δόθηκε η δυνατότητα στο χρήστη να επιλέξει τη χρήση είτε ενός σταχτοδοχείου που είχε τοποθετηθεί μπροστά από το λεβιέ ταχυτήτων (προσομοίωση σταχτοδοχείου εντός αυτοκινήτου), είτε σε έναν αυτοσχέδιο χώρο αριστερά του (προσομοίωση περιβάλλοντος εκτός αυτοκινήτου) ανάλογα με τις οδηγικές του συνήθειες (Εικόνες 4.8, 4.9). Συγκεκριμένα δημιουργήθηκε ένα υπερυψωμένο πεπλατυσμένο δοχείο έτσι ώστε να δίνεται η εντύπωση στο χρήστη ότι ρίχνει τη στάχτη έξω από το “παράθυρο” του οχήματος. Όσον αφορά στη συνομιλία λόγω του γεγονότος ότι η καμπίνα του προσομοιωτή ήταν μονοθέσια χρειάστηκε να ελευθερωθεί ο χώρος δεξιά του προσομοιωτή και να τοποθετηθεί μια θέση για τον συνοδηγό με τον οποίο θα γινόταν η συζήτηση (Εικόνα 4.11). Όσον αφορά στο σνακ τοποθετήθηκε σε εύκολα προσβάσιμο χώρο σε απόσταση περίπου 45 εκατοστών από τον χρήστη (Εικόνα 4.10). Επίσης κατά τη διάρκεια του πειράματος μέσα στην αίθουσα βρισκόταν και ο δεύτερος ερευνητής ο οποίος κατέγραφε σε **ειδικό έντυπο** συμπληρωματικές σημειώσεις πάνω στο εκάστοτε πείραμα και ενεργοποιούσε σε καθορισμένα σημεία της διαδρομής από τους ερευνητές **τα απρόοπτα συμβάντα** (Βλέπε παράρτημα). Κατά τη διάρκεια του πειράματος ο χρήστης του προσομοιωτή ήταν απαλλαγμένος από οποιοδήποτε άλλο εξωτερικό ερέθισμα.



Εικόνα 4.8, 4.9: Εσωτερικό και εξωτερικό σταχτοδοχείο



Εικόνα 4.10: Θέση σνακ



Εικόνα 4.11: Θέση συνοδηγού

4.3.2 Συμμετέχοντες

Το πειραματικό δείγμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν **42 άτομα νεαρής ηλικίας**, 20 γυναίκες και 22 άντρες. Όλοι οι συμμετέχοντες διέθεταν δίπλωμα οδήγησης και εξαιρουμένων 5 ατόμων, οι υπόλοιποι κάπνιζαν. Το δείγμα που επιλέχθηκε ήταν συμπαγές και παρουσίαζε ομοιογένεια στα χαρακτηριστικά του (ηλικία, οδηγική εμπειρία). Η πλειοψηφία των συμμετεχόντων ήταν φοιτητές του Πολυτεχνείου.

4.3.3 Επιλογή σεναρίου οδήγησης

Ο προσομοιωτής ως εργαλείο για τη διερεύνηση της επιρροής της συνομιλίας, του καπνίσματος και της κατανάλωσης φαγητού στη συμπεριφορά και την ασφάλεια του οδηγού διαθέτει ένα πλήθος σεναρίων οδήγησης και επιλογών. Από όλα τα πιθανά σενάρια που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο επιλέχθηκε να μελετηθεί η επιρροή των ανωτέρω παραγόντων σε **ορεινή οδό**. Το συγκεκριμένο περιβάλλον χαρακτηρίζεται από απότομες και κλειστές στροφές καθώς και έντονες κατά μήκος κλίσεις της οδού. Στην οδό δεν υπήρχαν στηθαία ασφαλείας ούτε διαχωριστική νησίδα για τις δύο λωρίδες κυκλοφορίας. Επίσης στην διαδρομή υπήρχαν 1 γέφυρα και 1 σήραγγα (Εικόνες 4.12, 4.13, 4.14).



Εικόνα 4.12: Εικόνα γέφυρας από τη διαδρομή σε ορεινή οδό



Εικόνα 4.13: Εικόνα σήραγγας από τη διαδρομή σε ορεινή οδό



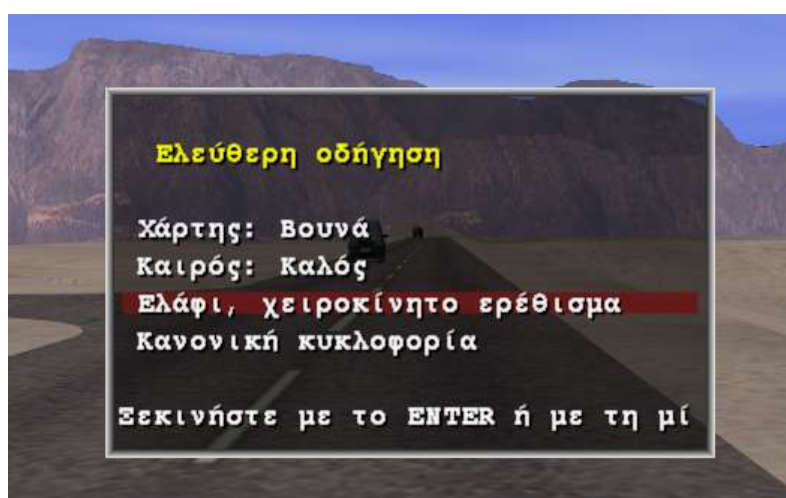
Εικόνα 4.14: Εικόνα κλειστής στροφής στη διαδρομή σε ορεινή οδό

4.3.4 Εφαρμογή πειράματος

Το πείραμα έλαβε χώρα στο Εργαστήριο Κυκλοφοριακής Τεχνικής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου όπου και στεγάζεται ο προσομοιωτής οδήγησης. Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν από τέλη Μαρτίου μέχρι τέλη Απριλίου. Οι 42 συνολικά συμμετέχοντες κλήθηκαν να απαντήσουν σε ένα **ερωτηματολόγιο** (βλέπε παράρτημα) και να οδηγήσουν στον προσομοιωτή οδήγησης τρεις φορές ο καθένας. Μετά τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου ακολούθησε μια σύντομη **ενημερωτική περιγραφή** της πορείας του πειράματος. Οι συμμετέχοντες πληροφορήθηκαν για το είδος της διαδρομής (συνοδευτική κυκλοφορία οχημάτων, μεγάλη κατά μήκος κλίση οδού, συνεχείς κλειστές στροφές, πιθανότητα απρόσμενων συμβάντων). Επίσης τονίστηκε στους χρήστες να οδηγήσουν όσο το δυνατόν πιο κοντά στην πραγματική τους συμπεριφορά. Η **πρώτη διαδρομή** αφορούσε την **εξοικείωση** με τη χρήση του προσομοιωτή και το περιβάλλον οδήγησης και διαρκούσε περίπου 6 λεπτά. Κατόπιν ακολούθησαν οι **δύο βασικές διαδρομές** από τις οποίες ελήφθησαν τα δεδομένα για την επεξεργασία. Ανάμεσα στις τρεις διαδρομές μεσολαβούσαν ολιγόλεπτα διαλείμματα διότι η παρατεταμένη οδήγηση πιθανόν να προκαλούσε παρενέργειες στους οδηγούς όπως για παράδειγμα ναυτία που έχει

παρατηρηθεί σε παρόμοιες έρευνες και έχει προαναφερθεί σε προηγούμενη παράγραφο. Η **συνολική διάρκεια του πειράματος διαρκούσε περίπου τριάντα λεπτά** (συμπλήρωση ερωτηματολογίου, ενημέρωση συμμετέχοντα, διαδρομές και ενδιάμεσα διαλείμματα). Παρακάτω αναπτύσσεται αναλυτικά η διάρθρωση του πειράματος στις επιμέρους διαδρομές που πραγματοποιήθηκαν.

Το **σενάριο οδήγησης** που επιλέχθηκε και για τις δύο διαδρομές ήταν ορεινό περιβάλλον, ευνοϊκές καιρικές συνθήκες, συνοδευτική και επερχόμενη κυκλοφορία και χειροκίνητο ερέθισμα απρόοπτου συμβάντος. (Εικόνα 4.15)

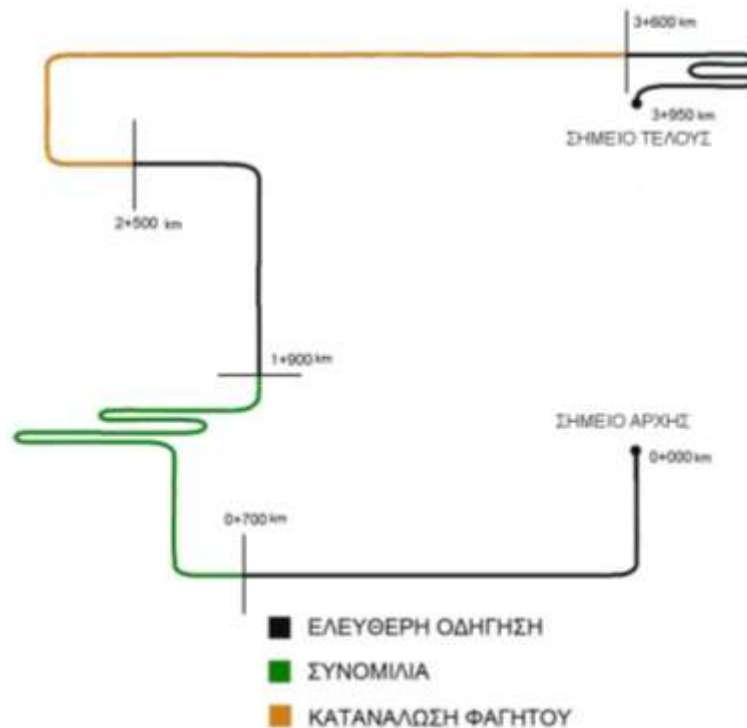


Εικόνα 4.15: Σενάριο οδήγησης προσομοιωτή

Στην **πρώτη διαδρομή** ο χρήστης διένυε 3.950 m κατά τη διάρκεια της οποίας ο συντονιστής σε ορισμένο τμήμα της οδού συζητούσε μαζί του ενώ σε κάποιο άλλο του ζητούσε να καταναλώσει ένα σνακ όπως φαίνεται στα παρακάτω σχήματα (Πίνακας 4.1, Εικόνα 4.16).

Πίνακας 4.1: Λεπτομέρειες πρώτης διαδρομής
ΔΙΑΔΡΟΜΗ 1

	ΧΙΛΙΟΜΕΤΡΙΚΗ ΘΕΣΗ			
ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΟΔΗΓΗΣΗ	ΑΡΧΗ:	0,00 Km	ΤΕΛΟΣ:	0,70 Km
ΣΥΝΟΜΙΛΙΑ	ΑΡΧΗ:	0,70 Km	ΤΕΛΟΣ:	1,90 Km
ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΟΔΗΓΗΣΗ	ΑΡΧΗ:	1,90 Km	ΤΕΛΟΣ:	2,50 Km
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΦΑΓΗΤΟΥ	ΑΡΧΗ:	2,50 Km	ΤΕΛΟΣ:	3,60 Km
ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΟΔΗΓΗΣΗ	ΑΡΧΗ:	3,60 Km	ΤΕΛΟΣ:	3,95 Km



Εικόνα 4.16: Σκαρίφημα πρώτης διαδρομής

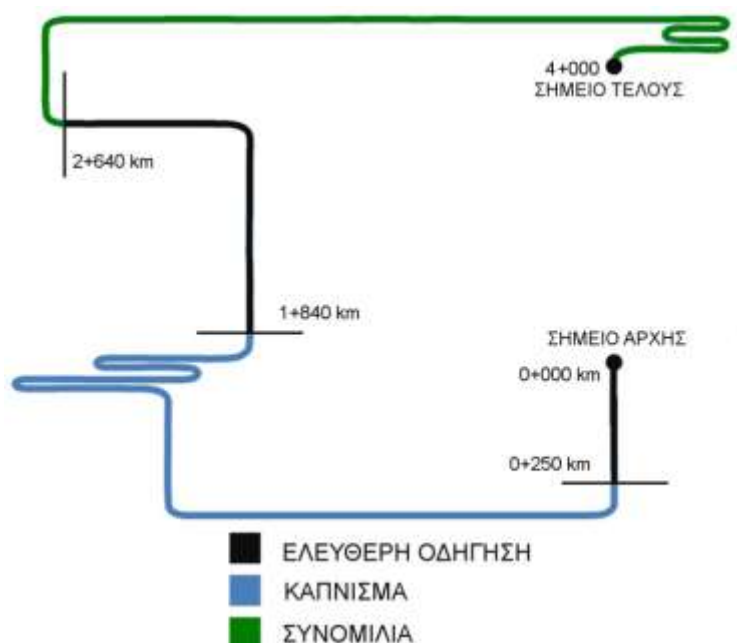
Η **συζήτηση** που έγινε στην πρώτη διαδρομή αφορούσε μια πρώτη **γνωριμία** του συντονιστή-συνοδηγού με το χρήστη και περιελάμβανε **ερωτήσεις γενικού περιεχομένου** (καταγωγή, καθημερινές ασχολίες, αγαπημένες συνήθειες, απασχόληση) καθώς και συζητήσεις για την επικαιρότητα. Το σνακ που καταναλώθηκε επιλέχθηκε να είναι μια σοκολάτα τέτοιου μεγέθους ώστε ο χρόνος που απαιτείται από τον χρήστη για το άνοιγμα και την κατανάλωσή της να μην είναι πολύ μεγάλος ώστε ο χρόνος του πειράματος να είναι εύλογος αλλά ταυτόχρονα το διάστημα που διανύεται κατά την κατανάλωσή του σνακ να είναι ικανοποιητικό ως προς το πλήθος των καταγραφέντων δεδομένων.

Στην συνέχεια ακολουθούσε ολιγόλεπτο διάλειμμα ώστε να προετοιμαστεί ο χρήστης για την δεύτερη διαδρομή.

Στην **δεύτερη διαδρομή** ο χρήστης διένυε 4.000m κατά την διάρκεια της οποίας σε ορισμένο τμήμα της οδού κάπνιζε ένα τσιγάρο ενώ σε κάποιο άλλο συνομιλούσε με τον συντονιστή-συνοδηγό. (Πίνακας 4.2, Εικόνα 4.17)

Πίνακας 4.2: Λεπτομέρειες δεύτερης διαδρομής
ΔΙΑΔΡΟΜΗ 2

	ΧΙΛΙΟΜΕΤΡΙΚΗ ΘΕΣΗ			
	ΑΡΧΗ:		ΤΕΛΟΣ:	
ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΟΔΗΓΗΣΗ	ΑΡΧΗ:	0,00 Km	ΤΕΛΟΣ:	0,25 Km
ΚΑΠΝΙΣΜΑ	ΑΡΧΗ:	0,25 Km	ΤΕΛΟΣ:	1,84 Km
ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΟΔΗΓΗΣΗ	ΑΡΧΗ:	1,84 Km	ΤΕΛΟΣ:	2,64 Km
ΣΥΝΟΜΙΛΙΑ	ΑΡΧΗ:	2,64 Km	ΤΕΛΟΣ:	4,00 Km

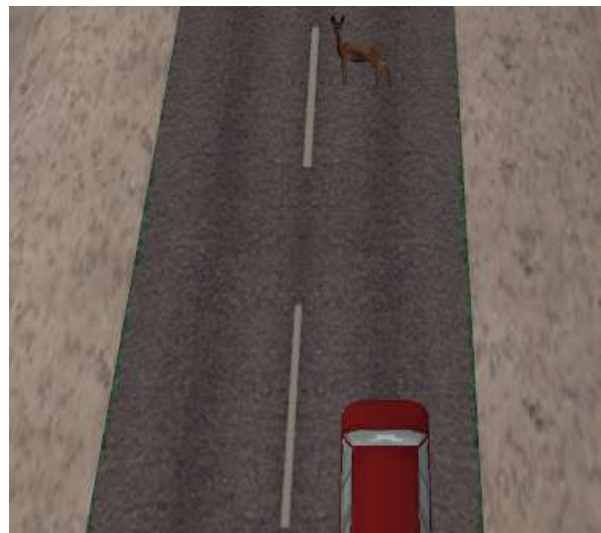


Εικόνα 4.17: Σκαρίφημα δεύτερης διαδρομής

Όπως προαναφέρθηκε δινόταν στους χρήστες η δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν τόσο το εσωτερικό όσο και το “εξωτερικό” σταχτοδοχείο. Όσον αφορά στο **κάπνισμα** ο συντονιστής υποδείκνυε τόσο την έναρξη όσο και το πέρας του καπνίσματος (συγκεκριμένες χιλιομετρικές θέσεις όπως φαίνεται στον πίνακα 4.2). Εκτός από το κάπνισμα στη συγκεκριμένη διαδρομή πραγματοποιούνταν μια **δεύτερη συνομιλία** στη διάρκεια της οποίας ο χρήστης κλήθηκε να δώσει απαντήσεις σε κάποια προβλήματα που του έθετε ο συνοδηγός. Για αυτή τη συνομιλία απαιτούνταν **συγκέντρωση και μαθηματική-λογική σκέψη**.

Και στις δύο διαδρομές σε λογικά καθορισμένες θέσεις ο δεύτερος συντονιστής **ενεργοποιούσε με τη βοήθεια του ειδικού χειριστηρίου τα απρόοπτα συμβάντα** με το πάτημα του πλήκτρου Mode. Συγκεκριμένα στην

πρώτη διαδρομή αποφασίστηκε ο χρήστης να εμπλέκεται σε 6 απρόσμενα συμβάντα ενώ στη δεύτερη σε 4. Το απρόοπτο συμβάν αφορούσε την **ξαφνική εμφάνιση ενός ζώου** (ελάφι) κάποια μέτρα μπροστά από το όχημα στην λωρίδα κυκλοφορίας συναρτήσει της ταχύτητας του οχήματος (Εικόνες 4.18, 4.19). Καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος ένας από τους συντονιστές κατέγραφε σε **ειδικό έντυπο** (βλέπε παράρτημα) διάφορες χρήσιμες πληροφορίες για το εκάστοτε πείραμα. Ειδικότερα σημειωνόταν ο αύξων αριθμός του συμμετέχοντα, η ημερομηνία και ώρα πραγματοποίησης του πειράματος, η απόσταση που διανύθηκε σε κάθε διαδρομή, ο χρόνος αντίδρασης του οδηγού σε απρόβλεπτα συμβάντα καθώς και οι χιλιομετρικές θέσεις που έγιναν τα ατυχήματα. Τέλος σημείωνε τις όποιες παρατηρήσεις θα βοηθούσαν στην επεξεργασία των δεδομένων, διαδικασία που θα περιγραφεί στις επόμενες παραγράφους.

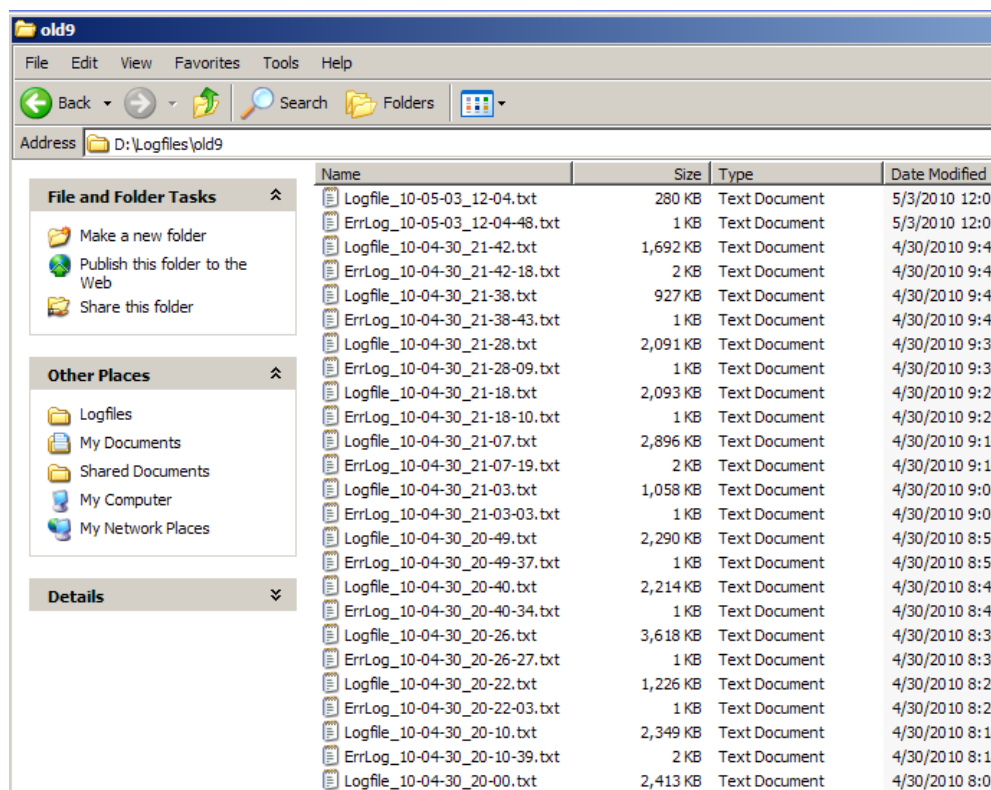


Εικόνες 4.18, 4.19: Απρόοπτο συμβάν, εμφάνιση ζώου

4.3.5 Αποθήκευση δεδομένων

Η αποθήκευση των δεδομένων των πειραμάτων πραγματοποιείται αυτόματα στο τέλος της διαδικασίας. Τα δεδομένα αποθηκεύονται στον φάκελο D:\Logfiles σε μορφή κειμένου (*.txt) (Εικόνα 4.20) 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 4.3).



Εικόνα 4.20: Φάκελος που αποθηκεύονται οι μετρήσεις στον προσομοιωτή

Πίνακας 4.3: Πίνακας συλλεγόμενων μεταβλητών(Πηγή: DR-ING. REINER FOERST GMBG)

A/A	ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ
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/sA2
25	AccLon	acceleration longitudinal, in m/sA2
26	EvVis	event-visible-flag/event-indication, 0 = no event, 1 = event.
27	EvDist	event-distance in m.
28	ErrINo	number of the most important driving failure since the last data set
29	ErrIVal	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.

Στην συνέχεια θα ακολουθήσει η περιγραφή επεξεργασίας των δεδομένων.

4.4 Επεξεργασία στοιχείων

Στην συγκεκριμένη παράγραφο θα αναπτυχθεί η διαδικασία επεξεργασίας των στοιχείων που συλλέχθηκαν μέσω των ερωτηματολογίων και της πειραματικής διαδικασίας. Παράλληλα θα δοθούν κάποια στατιστικά αποτελέσματα ορισμένων μεγεθών που παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Στην συνέχεια θα γίνει μια σύντομη αναφορά στα προγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν για την επεξεργασία.

4.4.1 Επεξεργασία ερωτηματολογίου

Η **κωδικοποίηση των απαντήσεων των ερωτηματολογίων** έχει σκοπό τη διευκόλυνση της διαλογής των στοιχείων που περιέχονται σε αυτά, καθώς και στην κατάταξη των αποτελεσμάτων σε μορφή πινάκων.

Το ερωτηματολόγιο που δόθηκε στους συμμετέχοντες περιείχε ερωτήσεις που αφορούσαν τόσο στα **δημογραφικά χαρακτηριστικά** των χρηστών όσο και στις **οδηγικές τους συνήθειες**. Οι μεταβλητές που εξάχθηκαν από το ερωτηματολόγιο ήταν είτε ποσοτικές (ηλικία, εβδομαδιαία διανυόμενη απόσταση) είτε ποιοτικές (φύλο). Υπάρχει και μία ειδική κατηγορία ποιοτικών μεταβλητών οι οποίες ονομάζονται δίτιμες. Οι μεταβλητές αυτές προκύπτουν όταν η ερώτηση αναφέρεται στην διερεύνηση της ύπαρξης ή όχι μιας ιδιότητας και η απάντηση στην ερώτηση μπορεί να γίνει είτε με ένα “ναι” είτε με ένα “όχι”. Τέτοιο παράδειγμα είναι η ερώτηση του ερωτηματολογίου που αφορούσε στο αν ο οδηγός είχε εμπλακεί σε οδικό ατύχημα ενώ κάπνιζε.

Στην συνέχεια **μεταφέρθηκαν οι απαντήσεις** των ερωτηματολογίων σε **φύλλο εργασίας Excel** υπό μορφή πίνακα (Εικόνα 4.21). Σε αυτόν τον πίνακα κάθε ερωτηματολόγιο χρήστη αντιστοιχεί και μεταφέρεται σε μια σειρά χωρισμένη σε στήλες, κάθε μία εκ των οποίων αντιστοιχεί σε μία μεταβλητή. Στην κατάσταση όπου μεταφέρθηκαν οι απαντήσεις έπρεπε να υπάρχουν τόσες γραμμές όσα είναι και τα ερωτηματολόγια και τόσες στήλες όσες είναι και οι ερωτήσεις και μία στήλη στην αρχή όπου αναγράφονταν ο αύξων αριθμός του συμμετέχοντα, για να μπορεί να γίνει η αντιπαραβολή. Στον πίνακα 4.4 παρουσιάζονται όλες οι μεταβλητές που δημιουργήθηκαν από την επεξεργασία του ερωτηματολογίου.

Πίνακας 4.4: Πίνακας μεταβλητών που προέκυψαν από το ερωτηματολόγιο

	ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΤΙΜΕΣ	ΤΥΠΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ
Q1	age	ηλικία		συνεχής
Q2	sex	φύλο	0=άντρας, 1=γυναίκα	δίτιμη
Q3		οδηγική εμπειρία σε έτη		
	1_4	1-4 έτη	0=ψευδής, 1=αληθής	δίτιμη
	5_9	5-9 έτη	0=ψευδής, 1=αληθής	δίτιμη
	ovr10	πάνω από 10 έτη	0=ψευδής, 1=αληθής	δίτιμη
Q4	DISt	εβδομαδιαία διανύμενη απόσταση με Ι.Χ.		συνεχής
Q5	LIKDR	σας αρέσει η οδήγηση;	0=όχι, 1=ναι	δίτιμη
Q6	SMOKE	καπνίζετε;	0=όχι, 1=ναι	δίτιμη
Q7		συχνότητα οδήγησης σε ορεινό περιβάλλον		
	mntnev	ποτέ	0=ψευδής, 1=αληθής	δίτιμη
	mntrare	σπάνια	0=ψευδής, 1=αληθής	δίτιμη
	mntoften	συχνά	0=ψευδής, 1=αληθής	δίτιμη
	mntalw	πάντα	0=ψευδής, 1=αληθής	δίτιμη
Q8	behmnt	αλλαγή οδικής συμπεριφοράς σε ορεινό περιβάλλον	0=αλλάζω, 1=δεν αλλάζω	δίτιμη
Q9	acceat	έχετε εμπλακεί σε ατύχημα ενώ καταναλώνετε φαγητό;	0=ψευδής, 1=αληθής	δίτιμη
	accsmk	έχετε εμπλακεί σε ατύχημα ενώ καπνίζατε;	0=ψευδής, 1=αληθής	δίτιμη
	acctalk	έχετε εμπλακεί σε ατύχημα ενώ συνομιλούσατε;	0=ψευδής, 1=αληθής	δίτιμη
Q10		συχνότητα κατανάλωσης φαγητού		δίτιμη
	eatlot	πολλές φορές την ημέρα	0=ψευδής, 1=αληθής	δίτιμη
	eatoft	περισσότερο από μια φορά την ημέρα	0=ψευδής, 1=αληθής	δίτιμη
	eat1d	μία φορά την ημέρα	0=ψευδής, 1=αληθής	δίτιμη
	eat1w	μία φορά την εβδομάδα	0=ψευδής, 1=αληθής	δίτιμη
	eat1m	μία φορά το μήνα	0=ψευδής, 1=αληθής	δίτιμη
	eatnever	ποτέ	0=ψευδής, 1=αληθής	δίτιμη
		συχνότητα καπνίσματος		
	smlot	πολλές φορές την ημέρα	0=ψευδής, 1=αληθής	δίτιμη
	smoft	περισσότερο από μια φορά την ημέρα	0=ψευδής, 1=αληθής	δίτιμη
	sm1d	μία φορά την ημέρα	0=ψευδής, 1=αληθής	δίτιμη
	sm1w	μία φορά την εβδομάδα	0=ψευδής, 1=αληθής	δίτιμη
	sm1m	μία φορά το μήνα	0=ψευδής, 1=αληθής	δίτιμη
	smnever	ποτέ	0=ψευδής, 1=αληθής	δίτιμη
Q11		κατά ποιο τρόπο αλλάζετε την οδική σας συμπεριφορά ενώ:		
		καταναλώνετε φαγητό:		
	beheatnc	δεν αλλάζει	0=ψευδής, 1=αληθής	δίτιμη
	beheatst	σταματάει το όχημα	0=ψευδής, 1=αληθής	δίτιμη
	beheatej	οδηγεί στην άκρη του δρόμου	0=ψευδής, 1=αληθής	δίτιμη
	beheatsl	μειώνει ταχύτητα	0=ψευδής, 1=αληθής	δίτιμη
	beheatne	δεν καταναλώνει φαγητό	0=ψευδής, 1=αληθής	δίτιμη
		καπνίζετε:		
	behsmmc	δεν αλλάζει	0=ψευδής, 1=αληθής	δίτιμη
	behsmtst	σταματάει το όχημα	0=ψευδής, 1=αληθής	δίτιμη
	behsmej	οδηγεί στην άκρη του δρόμου	0=ψευδής, 1=αληθής	δίτιμη
	behsmsl	μειώνει ταχύτητα	0=ψευδής, 1=αληθής	δίτιμη
	behsmsns	δεν καπνίζει	0=ψευδής, 1=αληθής	δίτιμη
		συνομιλείτε:		
	behtanc	δεν αλλάζει	0=ψευδής, 1=αληθής	δίτιμη
	behtast	σταματάει το όχημα	0=ψευδής, 1=αληθής	δίτιμη
	behtaej	οδηγεί στην άκρη του δρόμου	0=ψευδής, 1=αληθής	δίτιμη
	behtasl	μειώνει ταχύτητα	0=ψευδής, 1=αληθής	δίτιμη
	behtant	δεν συνομιλεί	0=ψευδής, 1=αληθής	δίτιμη
Q12		Αξιολογήστε και τοποθετήστε σε αύξουσα σειρά (1-2-3) τις παρακάτω ενέργειες με βάση τον βαθμό επιρροής τους στην οδήγησή σας (3 για την μεγαλύτερη)		
	evfood1	1	0=ψευδής, 1=αληθής	δίτιμη
	evfood2	2	0=ψευδής, 1=αληθής	δίτιμη
	evfood3	3	0=ψευδής, 1=αληθής	δίτιμη
	evsmoke1	1	0=ψευδής, 1=αληθής	δίτιμη
	evsmoke2	2	0=ψευδής, 1=αληθής	δίτιμη
	evsmoke3	3	0=ψευδής, 1=αληθής	δίτιμη
	evtalk1	1	0=ψευδής, 1=αληθής	δίτιμη
	evtalk2	2	0=ψευδής, 1=αληθής	δίτιμη
	evtalk3	3	0=ψευδής, 1=αληθής	δίτιμη
Q13	drivalon	οδηγείτε μονος/μόνη σας ή με συνοδηγό	0=με συνοδηγό, 1=μόνος	δίτιμη

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	Q1_AGE	Q2_SEX	Q3_EXPR.1-4	Q3_EXPR.5-9	Q3_EXPR.>10	Q4_DIST.KM	Q5_LIKE.DR	Q6_SMOKE	Q7_MOUNT.FREQ.	Q7_MOUNT.FREQ.	
									NEVER	RARE	
1	P01	23	0	0	1	0	1	1	0	1	
2	P02	23	1	1	0	0	1	0	0	1	
3	P03	23	1	1	0	0	1	0	0	1	
4	P04	23	0	0	1	0	1	1	0	1	
5	P05	22	1	1	0	0	0	0	1	0	
6	P06	23	0	0	1	0	1	1	0	1	
7	P07	αύταν	1	1	0	0	1	1	1	0	
8	P08	αριθμός	0	1	0	0	1	1	0	0	
9	P09	συμμετέχοντα	1	0	1	0	1	1	0	0	
10	P10	27	0	0	1	0	1	1	0	1	
11	P11	23	1	0	1	0	1	1	0	1	
12	P12	26	1	0	1	0	1	1	0	0	
13	P13	23	1	1	0	0	1	1	0	1	
14	P14	24	0	0	1	0	1	1	0	1	
15	P15	23	0	0	1	0	1	1	0	1	
16	P16	23	1	0	1	0	1	1	0	1	
17	P17	23	0	0	0	1	0	1	1	0	
18	P18	23	0	0	1	0	1	1	0	0	
19	P19	21	1	1	0	0	0	1	0	1	
20	P20	24	0	0	1	0	1	1	0	0	
21	P21	23	1	1	0	0	1	1	0	1	
22	P22	19	0	1	0	0	1	1	0	0	

Εικόνα 4.21: Μεταφορά ερωτηματολογίου σε φύλλο εργασίας Excel

4.4.2 Επεξεργασία μετρήσεων προσομοιωτή

Το πρώτο βήμα που έγινε για την επεξεργασία των δεδομένων αφορούσε **την είσοδό τους στο κατάλληλο πρόγραμμα**. Καθώς τα αρχεία που ελήφθησαν από τον προσομοιωτή ήταν σε μορφή κειμένου δεν ήταν δυνατή η άμεση επεξεργασία τους. Για το λόγο αυτό έγινε η εισαγωγή τους σε **φύλλο επεξεργασίας Excel**. Από αυτή τη διαδικασία προέκυψαν τα αρχεία που είχαν μέσα όλες τις μετρήσεις που είχαν γίνει από τον προσομοιωτή κατά τη διάρκεια του πειράματος. Κάθε σειρά του αρχείου αφορούσε μια σειρά δεδομένων τα οποία καταγράφονταν μια ορισμένη χρονική στιγμή. Ο προσομοιωτής έχει τη δυνατότητα να πραγματοποιήσει μετρήσεις σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα που απείχαν μεταξύ τους 33 έως 50 χιλιοστά του δευτερολέπτου.

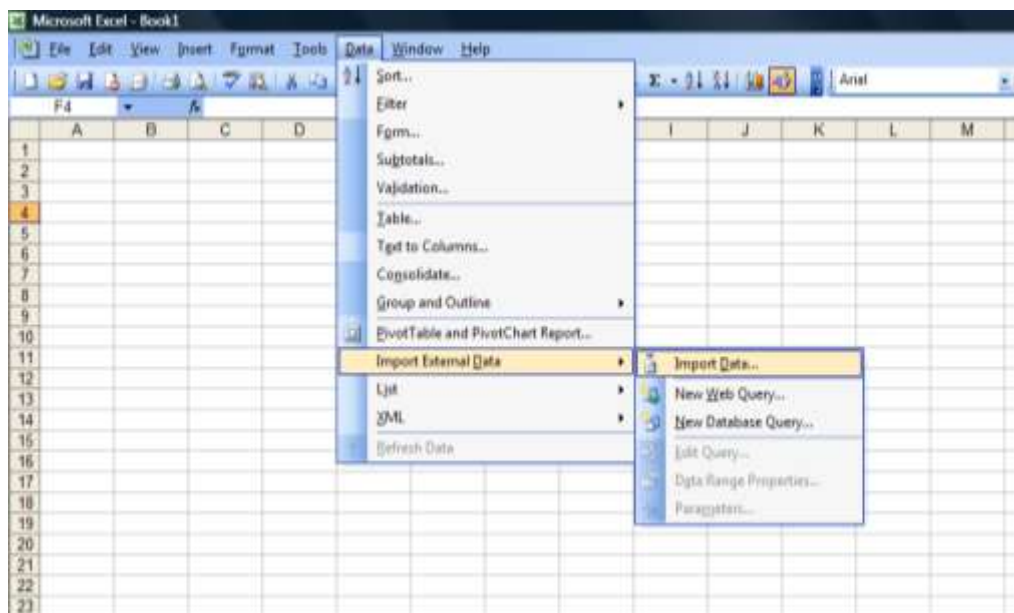
Στην συνέχεια **χωρίστηκαν οι διαδρομές σε επιμέρους οδικά τμήματα** κάθε ένα εκ των οποίων **αφορούσε την παρουσία ή μη** ενός από τους παράγοντες απόσπασης της προσοχής (συνομιλία, κατανάλωση φαγητού, κάπνισμα, ελεύθερη οδήγηση). Σε αυτά τα τμήματα καθορίστηκαν και κωδικοποιήθηκαν τα **οδικά χαρακτηριστικά** της οριζοντιογραφίας και της μηκοτομής.

Τέλος υπολογίστηκαν οι μέσοι όροι, τα μέγιστα και τα ελάχιστα των πλέον σημαντικών, κατά την κρίση των ερευνητών, μεταβλητών της πειραματικής διαδικασίας.

Παρακάτω παρουσιάζονται με λεπτομέρεια οι φάσεις επεξεργασίας των στοιχείων του προσομοιωτή μέσω των οποίων προέκυψαν οι μεταβλητές που ερευνήθηκαν.

4.4.2.1 Φάση 1: Εισαγωγή στοιχείων σε φύλλο εργασίας Excel

Τα αρχεία που συλλέχθηκαν από τον προσομοιωτή για κάθε οδηγό εισήχθησαν στο λογισμικό EXCEL μέσω της εντολής **Data→Import External Data→Import Data** (Εικόνα 4.22). Για κάθε συμμετέχοντα δημιουργήθηκε ένα φύλλο εργασίας. Οι διαφορετικές διαδρομές σε κάθε φάση του πειράματος αποθηκεύτηκαν σε διαφορετική καρτέλα στο ίδιο αρχείο (Εικόνα 4.23). Στις δύο πρώτες καρτέλες περιλαμβάνονται τα στοιχεία των δύο πρώτων διαδρομών (Logfile*.txt) ενώ στην τρίτη καρτέλα τα αρχεία με τα λάθη και τις παρατηρήσεις που αφορούν τον συγκεκριμένο οδηγό (Err_log*.txt).



Εικόνα 4.22: Διαδικασία εισαγωγής μετρήσεων στο Excel

Microsoft Excel - Book1																									
Type a question for help																									
File Edit View Insert Format Tools Data Windows Help																									
A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S																									
Logfile																									
2																									
3 Time x-pos y-pos z-pos road richt rolist rspur ralpha Dist Speed Brk Acc Clutch Gear RPM HWay DLeft DRight W																									
4 28 -452.00 0.00 55.00 8.00 1 20.00 2.00 0.0000 0.00 0.0 36 0 100 0 0 9999.9 1.20 1.20																									
5 61 -452.00 0.00 55.00 8.00 1 20.00 2.00 0.0000 0.00 0.0 36 100 100 0 0 9999.9 1.20 1.20																									
6 94 -452.00 0.00 55.00 8.00 1 20.00 2.00 0.0000 0.00 0.0 36 100 100 0 0 9999.9 1.20 1.20																									
7 127 -452.00 0.00 55.00 8.00 1 20.00 2.00 0.0000 0.00 0.0 39 100 100 0 0 9999.9 1.20 1.20																									
8 160 -452.00 0.00 55.00 8.00 1 20.00 2.00 0.0000 0.00 0.0 41 0 100 0 0 9999.9 1.20 1.20																									
9 194 -452.00 0.00 55.00 8.00 1 20.00 2.00 0.0000 0.00 0.0 43 0 100 0 0 9999.9 1.20 1.20																									
10 227 -452.00 0.00 55.00 8.00 1 20.00 2.00 0.0000 0.00 0.0 45 0 100 0 787 9999.9 1.20 1.20																									
11 260 -452.00 0.00 55.00 8.00 1 20.00 2.00 0.0000 0.00 0.0 42 0 100 0 870 9999.9 1.20 1.20																									
12 294 -452.00 0.00 55.00 8.00 1 20.00 2.00 0.0000 0.00 0.0 42 0 100 0 946 9999.9 1.20 1.20																									
13 327 -452.00 0.00 55.00 8.00 1 20.00 2.00 0.0000 0.00 0.0 39 0 100 0 1011 9999.9 1.20 1.20																									
14 360 -452.00 0.00 55.00 8.00 1 20.00 2.00 0.0000 0.00 0.0 31 0 100 0 1072 9999.9 1.20 1.20																									
15 393 -452.00 0.00 55.00 8.00 1 20.00 2.00 0.0000 0.00 0.0 34 0 100 0 1128 9999.9 1.20 1.20																									
16 427 -452.00 0.00 55.00 8.00 1 20.00 2.00 0.0000 0.00 0.0 0 0 100 0 1182 9999.9 1.20 1.20																									
17 460 -452.00 0.00 55.00 8.00 1 20.00 2.00 0.0000 0.00 0.0 15 0 100 0 1231 9999.9 1.20 1.20																									
18 493 -452.00 0.00 55.00 8.00 1 20.00 2.00 0.0000 0.00 0.0 28 0 100 0 1277 9999.9 1.20 1.20																									
19 526 -452.00 0.00 55.00 8.00 1 20.00 2.00 0.0000 0.00 0.0 32 0 100 0 1320 9999.9 1.20 1.20																									
20 560 -452.00 0.00 55.00 8.00 1 20.00 2.00 0.0000 0.00 0.0 33 0 100 0 1363 9999.9 1.20 1.20																									
21 593 -452.00 0.00 55.00 8.00 1 20.00 2.00 0.0000 0.00 0.0 34 0 100 0 1403 9999.9 1.20 1.20																									
22 626 -452.00 0.00 55.00 8.00 1 20.00 2.00 0.0000 0.00 0.0 32 0 100 0 1440 9999.9 1.20 1.20																									
23 659 -452.00 0.00 55.00 8.00 1 20.00 2.00 0.0000 0.00 0.0 28 0 100 0 1476 9999.9 1.20 1.20																									
24 693 -452.00 0.00 55.00 8.00 1 20.00 2.00 0.0000 0.00 0.0 29 0 100 0 1510 9999.9 1.20 1.20																									
25 726 -452.00 0.00 55.00 8.00 1 20.00 2.00 0.0000 0.00 0.0 28 0 100 0 1543 9999.9 1.20 1.20																									
26 759 -452.00 0.00 55.00 8.00 1 20.00 2.00 0.0000 0.00 0.0 31 0 100 0 1574 9999.9 1.20 1.20																									
PS2_01 / PS2_02 / PS2_ERRORS /																									

Εικόνα 4.23: Αρχείο πειράματος

4.4.2.2 Φάση 2: Διαχωρισμός της διαδρομής σε τμήματα

Τα αρχεία δεδομένων που προέρχονται από τον προσομοιωτή αφορούν στις μετρήσεις της συνολικής διαδρομής. Για τη διερεύνηση της επιρροής **της συνομιλίας, της κατανάλωσης φαγητού και του καπνίσματος** έπρεπε να μελετηθούν ξεχωριστά τα διαστήματα που κάποιος ήταν υπό την επήρεια του εκάστοτε παράγοντα με εκείνα που οδηγούσε ανεπηρέαστος. Με **βάση το ειδικό έντυπο του πειράματος** που είχε συμπληρώσει ο συντονιστής ήταν δυνατός ο **διαχωρισμός της συνολικής διαδρομής** σε επιμέρους τμήματα (Πίνακας 4.5, Εικόνα 4.24).

Πίνακας 4.5: Διαχωρισμός συνολικής διαδρομής σε επιμέρους τμήματα

ΔΙΑΔΡΟΜΗ 1	ΔΙΑΔΡΟΜΗ 2
1. FREE_1 (ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΟΔΗΓΗΣΗ)	6. FREE_4 (ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΟΔΗΓΗΣΗ)
2. TALK_E (ΣΥΝΟΜΙΛΙΑ)	7. SMOKE (ΚΑΠΝΙΣΜΑ)
3. FREE_2 (ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΟΔΗΓΗΣΗ)	8. FREE_5 (ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΟΔΗΓΗΣΗ)
4. EAT (ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΦΑΓΗΤΟΥ)	9. TALK_D (ΣΥΝΟΜΙΛΙΑ)
5. FREE_3 (ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΟΔΗΓΗΣΗ)	

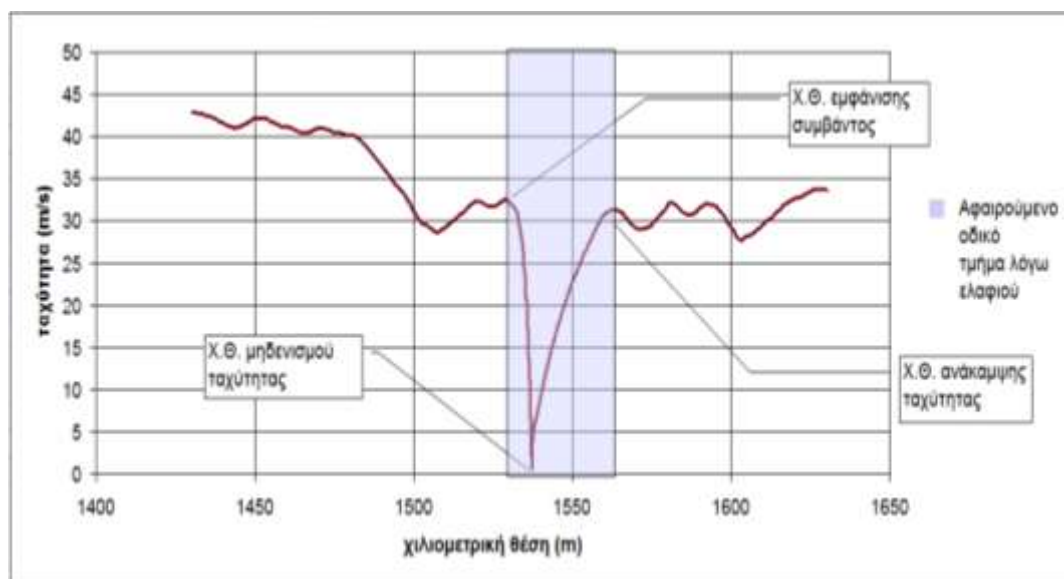
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1	Logfile																			
2																				
3	Time	x-pos	y-pos	z-pos	road	richt	rdist	rspur	ralpha	Dist	Speed	Brk	Acc	Clutch	Gear	RPM	HWay	OLeft	ORight	
8973	269787	-1008,7	76,8	702,2	3	0	1669,4	2,2	0,005	2496,2	47,8	0	35	55	2	2436	10000	1,39	1,5	
8974	269821	-1009,2	76,8	702,2	3	0	1669,8	2,2	0,005	2496,7	47,4	0	38	55	2	2690	10000	1,39	1,5	
8975	269854	-1009,6	76,8	702,2	3	0	1670,2	2,2	0,004	2497,1	47	0	40	64	2	2994	10000	1,39	1,5	
8976	269887	-1010,1	76,8	702,2	3	0	1670,7	2,2	0,004	2497,5	46,5	0	41	64	2	3294	10000	1,39	1,5	
8977	269920	-1010,5	76,8	702,2	3	0	1671,1	2,2	0,004	2497,9	45,9	0	41	68	2	3618	10000	1,39	1,49	
8978	269954	-1010,9	76,8	702,2	3	0	1671,5	2,2	0,004	2498,4	45,3	0	40	68	2	3939	10000	1,4	1,49	
8979	269987	-1011,3	76,8	702,2	3	0	1671,9	2,2	0,004	2498,8	44,9	0	39	68	2	4068	10000	1,4	1,49	
8980	270020	-1011,7	76,8	702,2	3	0	1672,3	2,2	0,003	2499,2	44,5	0	38	68	2	4069	10000	1,4	1,49	
8981	270053	-1012,1	76,8	702,2	3	0	1672,7	2,2	0,003	2499,6	44,2	0	37	68	2	4069	10000	1,4	1,49	
8982	EAT	270087	-1012,5	76,8	702,2	3	0	1673,2	2,2	0,005	2500	44	0	36	71	2	4068	10000	1,4	1,49
8983		270120	-1012,9	76,8	702,2	3	0	1673,6	2,2	0,003	2500,4	43,8	0	34	71	2	4066	10000	1,4	1,49
8984		270153	-1013,3	76,8	702,2	3	0	1674	2,2	0,003	2500,8	43,7	0	30	71	2	4061	10000	1,4	1,49
8985		270187	-1013,8	76,8	702,2	3	0	1674,4	2,2	0,002	2501,2	43,6	0	28	71	2	4055	10000	1,4	1,49
8986		270220	-1014,2	76,8	702,2	3	0	1674,8	2,2	0,002	2501,6	43,4	0	27	77	2	4048	10000	1,4	1,49
8987		270253	-1014,5	76,8	702,2	3	0	1675,2	2,2	0,002	2502	43,4	0	27	77	2	4042	10000	1,4	1,49
8988		270286	-1014,9	76,8	702,2	3	0	1675,6	2,2	0,002	2502,4	43,2	0	16	88	2	4030	10000	1,4	1,49
8989		270320	-1015,4	76,8	702,2	3	0	1676	2,2	0,002	2502,8	43,1	0	10	88	2	4016	10000	1,4	1,49
8990		270353	-1015,7	76,8	702,2	3	0	1676,4	2,2	0,002	2503,2	43	0	13	85	2	4004	10000	1,4	1,49
8991		270386	-1016,1	76,8	702,2	3	0	1676,8	2,2	0,001	2503,6	42,9	0	14	85	2	3992	10000	1,4	1,49
8992		270419	-1016,5	76,8	702,2	3	0	1677,2	2,2	0,001	2504	42,8	0	10	87	2	3978	10000	1,4	1,49
8993		270453	-1016,9	76,8	702,2	3	0	1677,6	2,2	0,001	2504,4	42,6	0	6	87	2	3964	10000	1,4	1,5
8994		270486	-1017,3	76,9	702,3	3	0	1677,9	2,2	0,001	2504,8	42,5	0	10	87	2	3950	10000	1,4	1,5

Εικόνα 4.24: Διαχωρισμός της διαδρομής σε τμήματα

Κατά τη διάρκεια της παραπάνω διαδικασίας εντοπίστηκαν και διαγράφηκαν τα δεδομένα που αφορούσαν τα πρώτα 50 μέτρα του πειράματος και τα δεδομένα που καταγράφηκαν από το προσομοιωτή μετά το προκαθορισμένο πέρας της κάθε διαδρομής (3.950 m για την πρώτη διαδρομή και 4.000 m για την δεύτερη διαδρομή).

4.4.2.3 Φάση 3: Αφαίρεση των τμημάτων που αφορούσαν τα απρόοπτα συμβάντα

Όπως προαναφέρθηκε, είχαν καθοριστεί από τους συντονιστές του πειράματος οι χιλιομετρικές θέσεις στις οποίες θα συνέβαιναν απρόοπτα συμβάντα (εμφάνιση ελαφιού). Κρίθηκε αναγκαίο για την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων να εντοπιστούν σε κάθε αρχείο πειράματος με την βοήθεια της στήλης Err1No και να **αφαιρεθούν τα αντίστοιχα τμήματα που επηρεάζονταν από τα συγκεκριμένα συμβάντα**. Η διαδικασία αυτή έγινε ως εξής: Απομονώθηκε η περιοχή των δεδομένων που είχε ως αρχή τη χρονική στιγμή της ενεργοποίησης του απρόοπτου συμβάντος από το συντονιστή (με τη βοήθεια του πλήκτρου Mode) και ως πέρας τη χρονική στιγμή που ο οδηγός ανακτούσε την ταχύτητα που είχε πριν το συμβάν (Εικόνες 4.25, 4.26).



Εικόνα 4.25: Διάγραμμα ταχύτητας-θέσης όπου φαίνεται το οδικό τμήμα που αφαιρείται λόγω απρόσμενου γεγονότος

	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG
2																				
3	Acc	Clutch	Gear	RPM	HWay	DLeft	DRight	Wheel	ThHead	TTL	TTC	AccLat	AccLon	Event	EvVis	EvDist	IoDat	Err1No	Err1Val	Err2
4617	31	100	3	1997	10000	-0,08	2,23	242	10000	0,8	10000	-0,13	-0,412	0	0	100000	7fbbd7ff			
4618	29	100	3	1991	10000	-0,06	2,21	244	10000	0,8	10000	-0,15	-0,478	0	0	100000	7fbbd7ff			
4619	27	100	3	1985	10000	-0,04	2,19	248	10000	0,8	10000	-0,17	-0,545	0	0	100000	7fbbd7ff			
4620	27	100	3	1979	10000	-0,03	2,18	251	10000	0,8	10000	-0,19	-0,601	15	1	22,61	7fbbd7ff			
4621	29	100	3	1974	10000	-0,01	2,17	255	10000	0,8	10000	-0,19	-0,606	15	1	22,35	7fbbd7ff			
4622	32	100	3	1971	10000	0	2,15	255	10000	0,8	10000	-0,18	-0,569	15	1	22,09	7fbbd7ff			
4623	36	100	3	1970	10000	0,02	2,14	260	10000	0,8	10000	-0,14	-0,466	15	1	21,83	7fbbd7ff			
4624	39	100	3	1970	10000	0,03	2,14	260	10000	0,8	10000	-0,1	-0,336	15	1	21,58	7fbbd7ff			
4625	41	100	3	1971	10000	0,04	2,13	262	10000	0,8	10000	-0,07	-0,212	15	1	21,32	7fbbd7ff			
4626	43	100	3	1973	10000	0,05	2,12	262	10000	0,8	10000	-0,03	-0,1	15	1	21,06	7fbbd7ff			
4627	44	75	3	1976	10000	0,06	2,11	262	10000	0,8	10000	0	-0,001	15	1	20,8	7fbbd7ff			
4628	44	100	3	1978	10000	0,07	2,11	261	10000	0,8	10000	0,02	0,066	15	1	20,55	7fbbd7ff			
4629	45	100	3	1980	10000	0,08	2,1	261	10000	0,8	10000	0,041	0,137	15	1	20,29	7fbbd7ff			
4630	50	100	3	1984	10000	0,09	2,09	261	10000	0,8	10000	0,067	0,228	15	1	20,03	7fbbd7ff			
4631	52	100	3	1989	10000	0,1	2,09	261	10000	0,8	10000	0,092	0,314	15	1	19,77	7fbbd7ff			
4632	56	100	3	1994	10000	0,11	2,08	261	10000	0,8	10000	0,118	0,404	15	1	19,51	7fbbd7ff			
4633	59	100	3	2000	10000	0,12	2,08	261	10000	0,8	10000	0,141	0,487	15	1	19,26	7fbbd7ff			
4634	62	100	3	2006	10000	0,12	2,08	261	10000	0,8	10000	0,161	0,56	15	1	18,99	7fbbd7ff			
4635	60	100	3		10000				10000	0,8	10000	0,176	0,614	15	1	18,73	7fbbd7ff			
4636	60	100	3		10000				10000	0,9	10000	0,184	0,647	15	1	18,47	7fbbd7ff			
4637	62	100	3		10000				10000	0,9	10000	0,192	0,68	15	1	18,21	7fbbd7ff			
4638	60	100	3	2030	10000			261	10000	0,9	10000	0,196	0,699	15	1	18,0	7fbbd7ff			

Εικόνα 4.26: Αφαίρεση τμημάτων που αφορούν τα απρόοπτα συμβάντα

Στο τέλος αυτής της φάσης δημιουργήθηκε και ένα συγκεντρωτικό αρχείο όλων των χρηστών που αφορούσε στους χρόνους αντίδρασης στα απρόσμενα συμβάντα (Πίνακας 4.6) Αυτό έγινε με τη βοήθεια των νέων καρτέλων που δημιουργήθηκαν σε αυτή τη φάση σε συνδυασμό με την καρτέλα των συγκεντρωμένων σφαλμάτων που έγιναν στην διαδρομή κάθε χρήστη (Εικόνα 4.27).

Πίνακας 4.6: Χρόνοι αντίδρασης (sec) όλων των συμμετεχόντων στα απρόοπτα συμβάντα στα επιμέρους οδικά τμήματα μελέτης

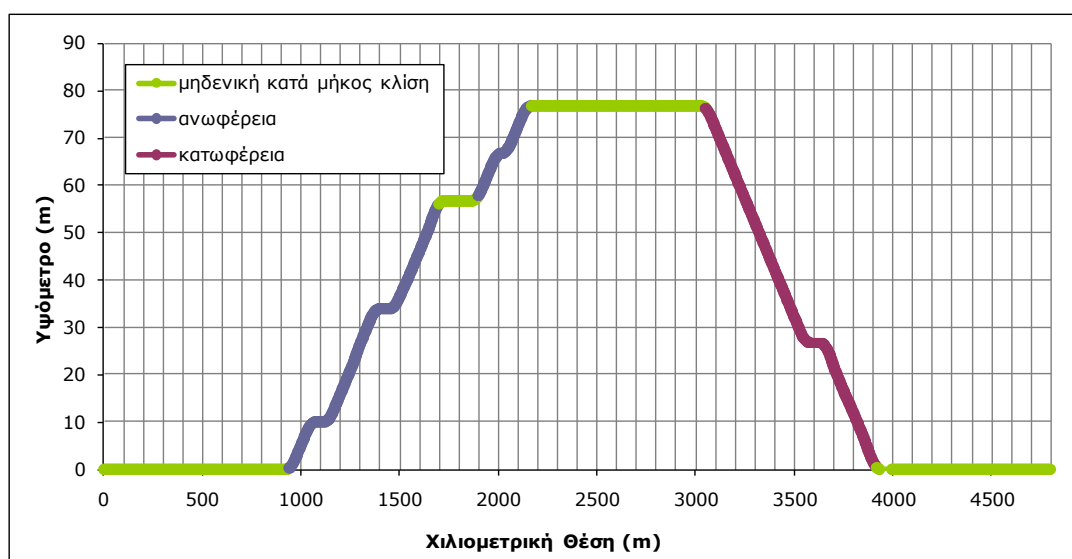
	FREE_1	TALK_E	TALK_E	FREE_2	EAT	FREE_3	SMOKE	FREE_5	TALK_D	TALK_D
A/A απρόσμενων συμβάντων A/A συμμετέχοντα	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1.264	1.297	1.397	1.098	1.895	1.33	1.962	1.23	0.865	1.431
2	0.798	0.665	0.864	0.831	0.798	1.264	0.765	0.732	0.798	0.765
3	0.865	0.865	0.998	1.097	0.964	0.831	1.729	0.865	0.931	0.864
4	0.698	0.798	0.765	0.832	0.699	1.064	1.364	0.765	0.898	0.731
5	0.881	0.964	0.765	0.865	0.997	1.563	1.463	0.898	0.997	1.03
6	1.098	0.499	0.798	1.031	0.798	0.765	1.297	0.898	1.73	0.765
7	0.831	0.765	0.865	0.965	0.898	0.599	1.397	0.998	0.964	0.864
8	0.631	0.931	Αδυναμία καταγραφής	0.964	0.931	Αδυναμία καταγραφής	1.264	1.197	0.898	1.031
9	0.931	0.931	0.898	1.131	0.864	1.098	1.297	0.965	0.732	0.865
10	1.865	0.764	0.831	0.765	0.632	0.831	1.497	1.063	0.864	0.865
11	0.964	0.898	0.931	0.566	0.964	1.031	0.532	0.998	1.031	0.932
12	0.965	0.798	0.932	0.732	1.031	0.864	1.164	0.732	1.197	1.097
13	0.832	0.732	0.299	0.765	0.964	0.731	1.131	0.798	2.361	0.964
14	0.998	0.864	0.765	0.599	0.898	0.898	0.831	0.565	0.831	0.864
15	0.831	0.898	0.732	0.666	0.765	1.031	0.699	0.565	0.731	0.665
16	1.164	0.764	0.831	1.197	0.698	0.832	0.798	0.765	0.865	0.698
17	0.566	0.898	0.665	0.865	0.632	0.965	0.931	0.632	0.765	0.931
18	0.632	0.765	0.798	1.596	1.164	0.765	0.632	0.566	0.765	0.699
19	0.998	0.798	1.33	1.297	1.297	1.197	1.198	Αδυναμία καταγραφής	1.231	1.064
20	0.864	0.898	1.064	0.599	1.198	1.097	1.563	1.065	1.031	1.031
21	1.098	0.932	1.364	0.898	1.331	0.998	1.131	1.064	1.031	0.832
22	1.164	0.865	1.829	1.098	1.097	1.197	1.098	0.965	1.031	0.632
23	0.998	0.898	1.164	1.064	1.098	0.865	2.095	0.965	0.931	2.095
24	1.364	1.065	0.765	0.765	0.765	0.765	0.665	0.832	0.798	0.832
25	1.164	0.665	0.799	0.865	0.865	0.831	1.597	0.732	0.831	0.964
26	0.799	0.799	0.965	0.898	0.831	0.798	1.197	0.864	0.964	0.964
27	0.632	0.831	0.532	0.798	0.832	0.798	0.765	0.532	0.799	0.864
28	0.831	0.765	1.297	1.065	0.499	0.898	2.328	0.632	0.732	0.765
29	0.732	0.932	1.164	0.675	0.732	0.898	1.33	1.031	0.965	0.699
30	1.064	1.164	1.13	1.165	0.998	Αδυναμία καταγραφής	0.832	1.131	1.065	1.264
31	0.932	0.865	0.898	1.197	0.865	0.731	0.965	1.065	0.832	0.865
32	0.899	1.097	0.599	0.831	1.131	1.131	0.598	1.097	0.965	0.931
33	0.765	0.997	0.931	1.031	1.097	1.064	1.364	0.898	0.931	1.031
34	1.098	1.297	1.297	1.097	0.932	1.064	1.197	1.596	1.53	0.898
35	0.466	0.499	1.098	0.865	0.865	0.898	0.798	0.665	0.532	0.898
36	1.031	1.064	0.932	0.898	0.831	0.532	1.696	0.998	1.031	0.898
37	1.497	0.831	0.865	0.832	0.632	0.731	1.796	0.731	0.764	0.598
38	0.898	0.798	1.031	0.964	0.931	0.965	2.229	0.831	0.931	0.831
39	1.164	0.964	0.898	0.898	0.765	1.264	0.997	0.964	0.931	0.898
40	0.532	0.632	0.732	0.699	0.965	0.465	0.798	0.665	0.731	0.665
41	0.798	0.632	0.998	0.832	0.865	0.831	1.297	1.065	1.097	0.765
42	1.13	0.765	0.931	1.098	1.131	1.197	1.065	0.732	1.031	1.064

No.	Time	Typ	Comment
1	5.750	37	Η μηχανή έσβησε
2	16.626	13	Δεν δόσατε τη ζώνη ασφαλείας
3	58.699	86	Μονάδα ελέγχου: 2
4	59.763	57	Χρόνος αντίδρασης: 0.97 δευτ.
5	120.960	86	Μονάδα ελέγχου: 2
6	121.857	57	Χρόνος αντίδρασης: 0.80 δευτ.
7	137.423	86	Μονάδα ελέγχου: 8
8	183.586	86	Μονάδα ελέγχου: 2
9	184.617	57	Χρόνος αντίδρασης: 0.93 δευτ.
10	226.657	86	Μονάδα ελέγχου: 2
11	227.488	57	Χρόνος αντίδρασης: 0.73 δευτ.
12	230.548	86	Μονάδα ελέγχου: 8
13	232.078	37	Η μηχανή έσβησε
14	339.570	86	Μονάδα ελέγχου: 2
15	340.701	57	Χρόνος αντίδρασης: 1.03 δευτ.
16	343.695	86	Μονάδα ελέγχου: 8
17	408.249	86	Μονάδα ελέγχου: 2
18	409.213	57	Χρόνος αντίδρασης: 0.86 δευτ.
19	435.949	103	Τέλος διαδρομής

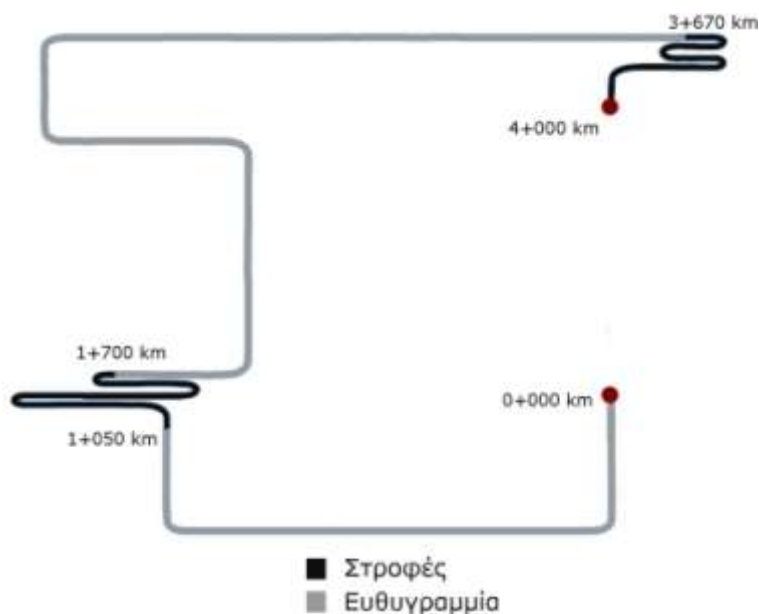
Εικόνα 4.27: Καρτέλα σφαλμάτων

4.4.2.4 Φάση 4 Επιμέρους διαχωρισμός των οδικών τμημάτων

Σε αυτή τη φάση μελετήθηκε η διαδρομή της ορεινής οδού από τους συντονιστές του πειράματος έτσι ώστε να εισαχθούν τα στοιχεία της οριζοντιογραφίας και της μηκοτομής. (Εικόνες 4.28, Γράφημα 4.1)



Διάγραμμα 4.1: Διάγραμμα μηκοτομής



Εικόνα 4.28: Σκαρίφημα οριζοντιογραφίας

Έτσι, προστέθηκαν σε κάθε αρχείο δύο στήλες F:ORIZOD (Οριζοντιογραφία), G:ΜΗΚΟΤ (Μηκοτομή).

Τέλος δημιουργήθηκαν οι **τελικές ονομασίες των τμημάτων** που αφορούσαν την ύπαρξη ή μη παράγοντα απόσπασης προσοχής καθώς και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οδού (οριζοντιογραφία και μηκοτομή) (Εικόνα 4.29).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1	Logfile																			
2																				
3		Time	x-pos	y-pos	z-pos	orizod	mikot	road	richt	rdist	rspur	ralpha	Dist	Brk	Acc	Clutch	Gear	RPM	HWay	Dleft
4	14/11	15992	-451,69	0	4,86	0	0	4	0	10,14	1,69	0,002	50,15	0	42	100	2	3284	10000	0,89
5		16009	-451,69	0	4,69	0	0	4	0	10,31	1,69	0,002	50,31	0	42	100	2	3288	10000	0,89
6		16025	-451,69	0	4,54	0	0	4	0	10,46	1,69	0,002	50,46	0	47	100	2	3296	10000	0,89
7		16042	-451,69	0	4,37	0	0	4	0	10,63	1,69	0,002	50,63	0	48	100	2	3304	10000	0,89
8		16059	-451,69	0	4,21	0	0	4	0	10,79	1,69	0,002	50,79	0	50	100	2	3312	10000	0,89
9		16075	-451,69	0	4,05	0	0	4	0	10,95	1,69	0,002	50,95	0	51	100	2	3321	10000	0,89
10		16092	-451,69	0	3,89	0	0	4	0	11,11	1,69	0,002	51,11	0	46	100	2	3328	10000	0,89
11		16108	-451,69	0	3,73	0	0	4	0	11,27	1,69	0,002	51,27	0	45	100	2	3336	10000	0,89
12		16125	-451,69	0	3,57	0	0	4	0	11,43	1,69	0,002	51,43	0	44	100	2	3344	10000	0,89
13		16142	-451,69	0	3,4	0	0	4	0	11,6	1,69	0,003	51,6	0	43	100	2	3352	10000	0,89
14		16158	-451,69	0	3,24	0	0	4	0	11,76	1,69	0,003	51,76	0	42	100	2	3360	10000	0,89
15		16175	-451,69	0	3,08	0	0	4	0	11,92	1,69	0,003	51,92	0	38	100	2	3345	10000	0,89
16		16192	-451,69	0	2,92	0	0	4	0	12,09	1,69	0,003	52,09	0	37	100	2	3347	10000	0,89
17		16208	-451,7	0	2,75	0	0	4	0	12,25	1,7	0,003	52,25	0	43	100	2	3352	10000	0,89
18		16225	-451,7	0	2,59	0	0	4	0	12,41	1,7	0,003	52,41	0	45	100	2	3358	10000	0,89
19		16242	-451,7	0	2,42	0	0	4	0	12,58	1,7	0,002	52,58	0	45	100	2	3364	10000	0,89
20		16258	-451,7	0	2,26	0	0	4	0	12,74	1,7	0,002	52,74	0	44	100	2	3369	10000	0,89
21		16275	-451,7	0	2,09	0	0	4	0	12,91	1,7	0,002	52,91	0	43	100	2	3374	10000	0,89
22		16291	-451,7	0	1,93	0	0	4	0	13,07	1,7	0,002	53,07	0	42	100	2	3378	10000	0,89
23		16308	-451,7	0	1,77	0	0	4	0	13,24	1,7	0,002	53,24	0	42	100	2	3382	10000	0,89
24		16325	-451,7	0	1,6	0	0	4	0	13,4	1,7	0,002	53,4	0	41	100	2	3385	10000	0,89
25		16341	-451,7	0	1,44	0	0	4	0	13,56	1,7	0,002	53,56	0	41	100	2	3389	10000	0,89

Εικόνα 4.29: Δημιουργία νέων στηλών οριζοντιογραφίας και μηκοτομής

4.4.2.5 Φάση 5: Υπολογισμός των μεταβλητών

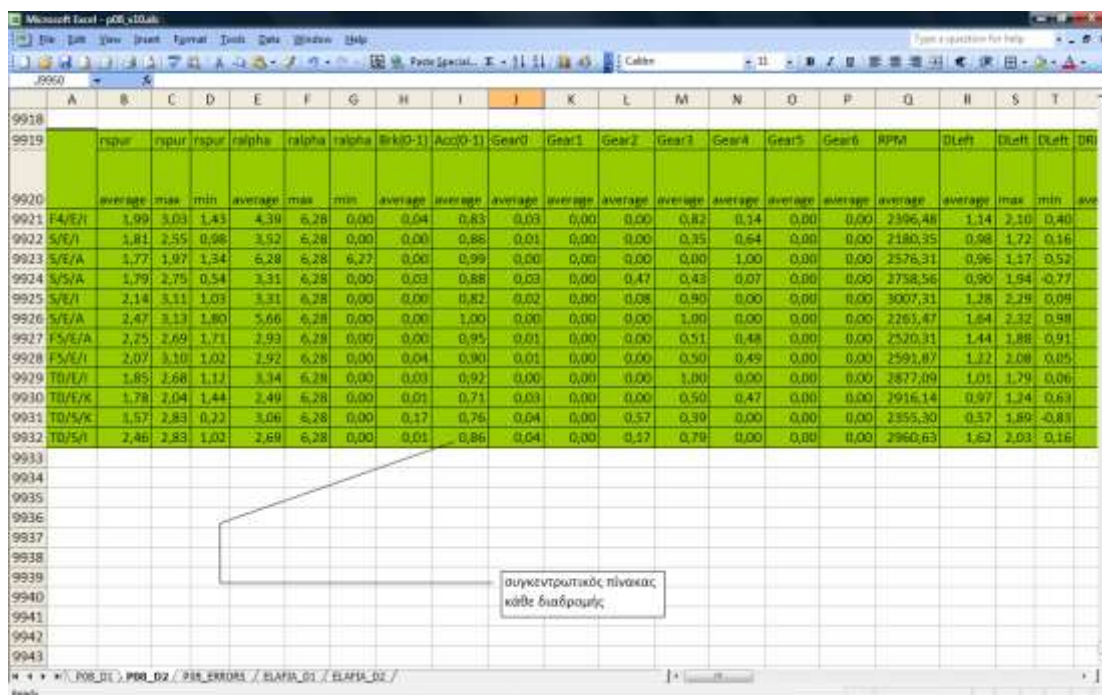
Στο στάδιο αυτό θα περιγραφούν οι **μεταβλητές** που προέκυψαν για τη διερεύνηση της επιρροής της συνομιλίας, του φαγητού και του καπνίσματος στη συμπεριφορά και την πιθανότητα ατυχήματος του οδηγού.

Στην προηγούμενη φάση είχε γίνει ο τελικός διαχωρισμός της διαδρομής σε επιμέρους τμήματα. Για κάθε **ένα από αυτά τα τμήματα υπολογίστηκαν μέσοι όροι, μέγιστες και ελάχιστες τιμές των παραμέτρων που παρουσίαζαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον.**

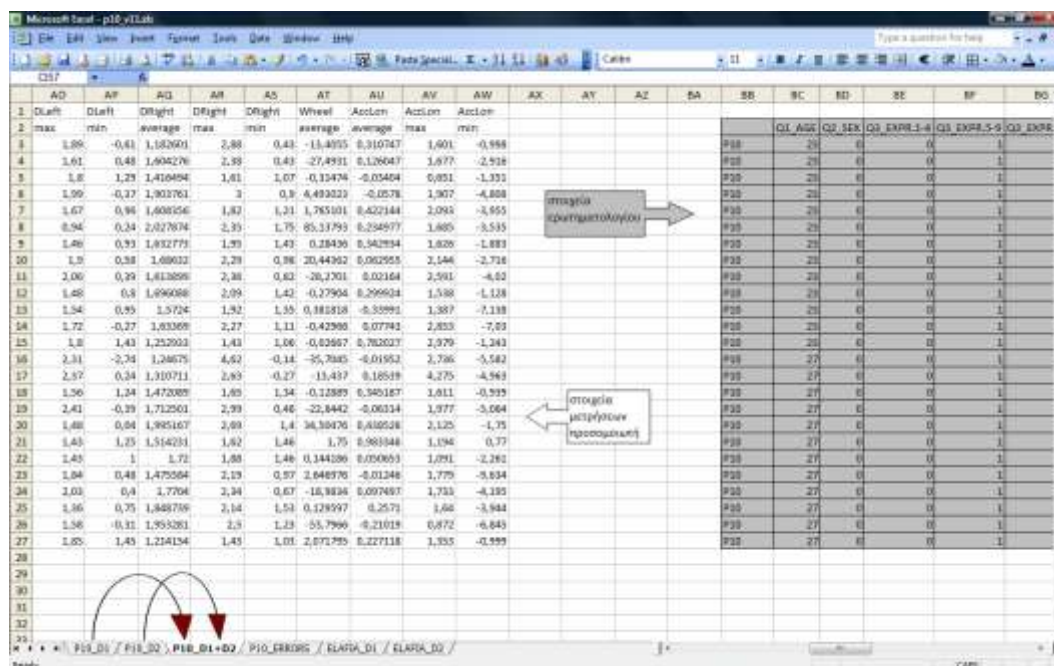
Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 4.7) παρουσιάζονται και επεξηγούνται οι συγκεκριμένες μεταβλητές. Ακολούθως δημιουργήθηκε ένας πίνακας στο τέλος κάθε καρτέλας όπου συγκεντρώθηκαν τα ανωτέρω στοιχεία (Εικόνα 4.30). Στη συνέχεια στο αρχείο κάθε χρήστη ενώθηκαν τα δεδομένα των παραπάνω πινάκων από τις δύο διαδρομές όπου και προστέθηκαν νέες στήλες με τα κωδικοποιημένα δεδομένα από το ερωτηματολόγιο (Εικόνα 4.31).

Πίνακας 4.7: Πίνακας μεταβλητών

A/A	ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ	A/A	ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ
1	free	ελεύθερη οδήγηση (χωρίς αποσπαστικό παράγοντα) (1=NAI, 0=OXI)	27	Gear0	ποσοστό τμήματος διαδρομής που χρησιμοποιήθηκε "νεκρά"
2	eat	φαγητό (1=NAI, 0=OXI)	28	Gear1	ποσοστό τμήματος διαδρομής που χρησιμοποιήθηκε 1η ταχύτητα
3	smokedr	κάπνισμα (1=NAI, 0=OXI)	29	Gear2	ποσοστό τμήματος διαδρομής που χρησιμοποιήθηκε 2η ταχύτητα
4	talk	συνομιλία (1=NAI, 0=OXI)	30	Gear3	ποσοστό τμήματος διαδρομής που χρησιμοποιήθηκε 3η ταχύτητα
5	te	"εύκολη" συνομιλία (1=NAI, 0=OXI)	31	Gear4	ποσοστό τμήματος διαδρομής που χρησιμοποιήθηκε 4η ταχύτητα
6	td	"δύσκολη" συνομιλία (1=NAI, 0=OXI)	32	Gear5	ποσοστό τμήματος διαδρομής που χρησιμοποιήθηκε 5η ταχύτητα
7	orizod	παρουσία έντονων στροφών (1=NAI, 0=OXI)	33	G2	εάν ο οδηγός χρησιμοποιούσε τη 2η ταχύτητα κιβωτίου (1=NAI, 2=OXI)
8	iswma	μηδενική κατά μήκος κλίση (1=NAI, 0=OXI)	34	RPMav	μέσος αριθμός στροφών κινητήρα (min^{-1})
9	katwf	κατωφέρεια (1=NAI, 0=OXI)	35	dRPM	διαφορά αριθμού στροφών κινητήρα από μέσο αριθμό στροφών σε κάθε επικίνδυνο συμβάν
10	anwf	ανωφέρεια (1=NAI, 0=OXI)	36	DLeftA	μέση απόσταση οχήματος από το αριστερό
11	rspurA	μέση απόσταση οχήματος από τη μέση της οδού (m)	37	DLeftM	μέγιστη απόσταση οχήματος από το αριστερό άκρο της οδού (m)
12	rspurM	μέγιστη απόσταση οχήματος από τη μέση της οδού (m)	38	Dleftmin	ελάχιστη απόσταση οχήματος από το αριστερό άκρο της οδού (m)
13	rspurmin	ελάχιστη απόσταση οχήματος από τη μέση της οδού (m)	39	DRightA	μέση απόσταση οχήματος από το δεξί άκρο της οδού (m)
14	Dcenter	μέση απόσταση οχήματος από το μέσο της λωρίδας (m)	40	DRightM	μέγιστη απόσταση οχήματος από το δεξί άκρο της οδού (m)
15	ralphaA	μέση τιμή της κατεύθυνσης του οχήματος συγκρινόμενη με την κατεύθυνση της οδού σε μοίρες	41	Drightmn	ελάχιστη απόσταση οχήματος από το δεξί άκρο της οδού (m)
16	ralphaM	μέγιστη τιμή της κατεύθυνσης του οχήματος συγκρινόμενη με την κατεύθυνση της οδού σε μοίρες	42	dDright	διαφορά απόστασης οχήματος από το δεξί άκρο της οδού από τη μέση απόσταση από το δεξί άκρο της οδού (m)
17	ralphamn	ελάχιστη τιμή της κατεύθυνσης του οχήματος συγκρινόμενη με την κατεύθυνση της οδού σε μοίρες	43	platoslwr	πλάτος λωρίδας κυκλοφορίας
18	SpeedorA	μέση ταχύτητα (km/h)	44	WheelA	θέση του τιμονιού σε μοίρες
19	LogV	λογάριθμος μέσης ταχύτητας	45	AccLonA	μέση επιτάχυνση οχήματος (m/s^2)
20	dv	διαφορά ταχύτητας από τη μέση ταχύτητα (km/h)	46	AccLonM	μέγιστη επιτάχυνση οχήματος (m/s^2)
21	DV	διαφορά στιγμιαίας ταχύτητας από τη μέση στιγμιαία ταχύτητα (km/h)	47	AcLonmn	ελάχιστη επιτάχυνση οχήματος (m/s^2)
22	SpeedorM	μέγιστη ταχύτητα (km/h)	48	ev_easy	η πραγματοποίηση κάποιου "εύκολου" μη αναμενόμενου γεγονότος (1=NAI, 0=OXI)
23	Spedormn	ελάχιστη ταχύτητα (km/h)	49	ev_dif	η πραγματοποίηση κάποιου "δύσκολου" μη αναμενόμενου γεγονότος (1=NAI, 0=OXI)
24	Speed(M-m)^0,5	τετραγωνική ρίζα της διαφοράς ελάχιστης από μέγιστη ταχύτητα (km/h) σε ένα οδικό τμήμα	50	event	η πραγματοποίηση κάποιου μη αναμενόμενου γεγονότος (1=NAI, 0=OXI)
25	BrkA	ποσοστό τμήματος διαδρομής που ο οδηγός φρέναρε	51	accid	ατύχημα (1=NAI, 0=OXI)
26	AccA	ποσοστό τμήματος διαδρομής που ο οδηγός πατούσε γκάζι			



Εικόνα 4.30: Συγκεντρωτικός πίνακας στο τέλος κάθε διαδρομής



Εικόνα 4.31: Συγκεντρωτικός πίνακας δεδομένων προσομοιωτή και ερωτηματολογίου

4.4.2.6 Φάση 6: Τελικές βάσεις δεδομένων

Στην φάση αυτή επεξηγείται η διαδικασία κατά την οποία δημιουργήθηκαν οι τελικοί πίνακες δεδομένων τα στοιχεία των οποίων θα εισαχθούν στο **πρόγραμμα στατιστικής ανάλυσης SPSS 13.0**. Το πρώτο βήμα που έγινε

ήταν η δημιουργία ενός συγκεντρωτικού πίνακα που αφορούσε όλους τους συμμετέχοντες στον οποίο περιέχονταν τα στοιχεία που είχαν δημιουργηθεί στην προηγούμενη φάση. Χρησιμοποιώντας τον πίνακα αυτό, προέκυψαν τέσσερις νέοι πίνακες που αφορούσαν σε κάθε έναν από τους παράγοντες απόσπασης προσοχής που μελετώνται στη συγκεκριμένη Διπλωματική Εργασία (Εικόνες 4.32, 4.33, 4.34, 4.35).

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet with a data table. The table has 16 columns labeled A through O and 29 rows numbered 1 through 29. The data is organized as follows:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	free	te	eat	smokedr	td	orizod	iswma	katwf	anwf	rspurA	rspurM	rspurmin	Dcenter	ralphaA	ralphaM
2	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2,19	3,05	0,63	0,04	4,03	6,28
3	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1,65	2,33	1,29	0,60	3,58	6,28
4	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1,82	2,91	0,84	0,41	3,75	6,28
5	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1,83	2,04	1,69	0,42	2,43	6,28
6	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2,27	3,95	1,51	-0,04	4,00	6,28
7	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1,70	2,10	1,35	0,54	3,30	6,28
8	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2,04	3,41	1,36	0,19	3,27	6,28
9	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1,82	2,35	1,31	0,43	3,59	6,28
10	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2,15	3,18	1,38	0,08	4,19	6,28
11	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1,79	2,20	1,43	0,46	3,41	6,28
12	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1,95	2,69	1,49	0,28	4,24	6,28
13	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1,84	2,64	1,44	0,41	3,37	6,28
14	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1,96	2,70	-0,03	0,27	3,59	6,28
15	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1,93	2,79	1,13	0,31	3,58	6,28
16	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1,98	2,93	0,75	0,24	3,42	6,28
17	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1,97	2,44	1,50	0,28	2,66	6,28
18	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1,78	3,09	1,04	0,44	3,06	6,28
19	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1,71	2,08	1,24	0,54	2,92	6,28
20	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2,04	2,87	1,30	0,19	3,26	6,28
21	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2,00	2,28	1,61	0,25	2,59	6,28
22	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1,75	3,11	1,14	0,48	3,82	6,28
23	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1,86	2,28	1,47	0,38	2,77	6,28
24	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1,81	2,67	0,89	0,42	3,66	6,28
25	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1,97	2,29	1,65	0,27	3,65	6,28
26	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2,45	3,31	1,11	-0,22	3,89	6,28
27	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2,11	2,89	1,31	0,13	3,05	6,28
28	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1,98	3,12	1,26	0,25	3,00	6,28
29	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2,13	3,03	1,10	0,11	4,11	6,28

Εικόνα 4.32: Συγκεντρωτικό αρχείο για όλους τους χρήστες (σύνολο της διαδρομής)

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet with a data table. The table has 16 columns labeled A through M and 25 rows numbered 1 through 25. The data is organized as follows:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	free	smokedr	orizod	iswma	katwf	anwf	rspurA	rspurM	rspurmin	Dcenter	ralphaA	ralphaM	ralphamn
2	1	0	0	1	0	0	1,99	2,89	1,44	0,00	3,34	6,28	0,00
3	1	0	0	0	0	1	2,15	2,57	1,99	0,10	4,04	6,28	0,00
4	1	0	0	1	0	0	1,83	2,35	0,16	0,39	2,99	6,28	0,00
5	1	0	0	0	1	0	1,35	1,84	1,21	0,89	2,33	6,28	0,00
6	1	0	1	0	1	0	1,52	2,60	-0,09	0,66	1,99	6,28	0,00
7	1	0	1	1	0	0	1,65	1,96	1,41	0,68	0,02	6,28	0,01
8	1	0	0	1	0	0	1,84	2,18	1,41	0,16	4,07	6,28	0,00
9	1	0	0	1	0	0	1,69	2,89	0,34	0,45	2,20	6,27	0,00
10	1	0	0	0	0	1	2,01	3,14	1,42	0,23	4,23	6,28	0,00
11	1	0	0	1	0	0	1,79	2,56	0,47	0,43	2,51	6,28	0,00
12	1	0	0	1	0	0	1,80	2,92	1,37	0,18	3,84	6,28	0,00
13	1	0	0	0	0	1	2,10	2,74	1,81	0,15	3,67	6,28	0,00
14	1	0	0	1	0	0	1,80	2,71	1,06	0,43	2,07	6,28	0,00
15	1	0	0	0	1	0	1,79	2,05	1,50	0,45	3,55	6,28	0,00
16	1	0	1	0	1	0	1,67	2,51	0,35	0,51	2,99	6,28	0,00
17	1	0	1	1	0	0	1,70	1,97	1,50	0,54	0,01	0,02	0,00
18	1	0	0	1	0	0	1,72	2,29	1,42	0,28	3,67	6,28	0,00
19	1	0	0	1	0	0	1,76	2,90	1,12	0,26	3,46	6,28	0,00
20	1	0	0	0	0	1	1,70	1,79	1,63	0,55	3,73	6,28	0,00
21	1	0	1	0	0	1	1,77	2,93	0,56	0,44	2,95	6,28	0,00
22	1	0	0	1	0	0	1,68	1,95	0,92	0,68	2,95	6,28	0,00
23	1	0	0	1	0	0	1,38	2,25	0,89	0,80	0,09	0,17	0,01
24	1	0	0	0	0	1	1,96	2,25	1,74	0,28	4,17	6,28	0,00
25	1	0	0	1	0	0	1,90	2,81	0,93	0,32	2,52	6,28	0,00

Εικόνα 4.33: Συγκεντρωτικό αρχείο για όλους τους χρήστες (κάπνισμα)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	free	eat	orizod	iswma	katwf	anwf	rspurA	rspurM	rspurmin	Dcenter	ralphaA	ralphaM	ralphamn
2	1	0	0	1	0	0	1,99	2,89	1,44	0,00	3,34	6,28	0,00
3	1	0	0	0	0	1	2,15	2,57	1,99	0,10	4,04	6,28	0,00
4	1	0	0	1	0	0	1,83	2,35	0,16	0,39	2,99	6,28	0,00
5	1	0	0	0	1	0	1,35	1,64	1,21	0,89	2,33	6,28	0,00
6	1	0	1	0	1	0	1,52	2,60	-0,09	0,66	1,99	6,28	0,00
7	1	0	1	1	0	0	1,65	1,96	1,41	0,58	0,02	0,02	0,01
8	1	0	0	1	0	0	1,84	2,18	1,41	0,16	4,07	6,28	0,00
9	1	0	0	1	0	0	1,69	2,89	0,34	0,45	2,20	6,27	0,00
10	1	0	0	0	0	1	2,01	3,14	1,42	0,23	4,23	6,28	0,00
11	1	0	0	1	0	0	1,79	2,56	0,47	0,43	2,51	6,28	0,00
12	1	0	0	1	0	0	1,80	2,92	1,37	0,18	3,84	6,28	0,00
13	1	0	0	0	0	1	2,10	2,74	1,61	0,15	3,67	6,28	0,00
14	1	0	0	1	0	0	1,80	2,71	1,06	0,43	2,07	6,28	0,00
15	1	0	0	0	1	0	1,79	2,05	1,50	0,45	3,55	6,28	0,00
16	1	0	1	0	1	0	1,67	2,51	0,35	0,51	2,99	6,28	0,00
17	1	0	1	1	0	0	1,70	1,97	1,50	0,54	0,01	0,02	0,00
18	1	0	0	1	0	0	1,72	2,29	1,42	0,28	3,67	6,28	0,00
19	1	0	0	1	0	0	1,76	2,90	1,12	0,26	3,46	6,28	0,00
20	1	0	0	0	0	1	1,70	1,79	1,63	0,55	3,73	6,28	0,00
21	1	0	1	0	0	1	1,77	2,93	0,56	0,44	2,95	6,28	0,00
22	1	0	0	1	0	0	1,68	1,95	0,92	0,56	2,95	6,28	0,00
23	1	0	0	1	0	0	1,38	2,25	0,89	0,80	0,09	0,17	0,01
24	1	0	0	0	0	1	1,96	2,25	1,74	0,28	4,17	6,28	0,00
25	1	0	0	1	0	0	1,90	2,81	0,93	0,32	2,52	6,28	0,00
26	1	0	0	1	0	0	1,99	3,49	0,99	-0,01	4,13	6,28	0,00

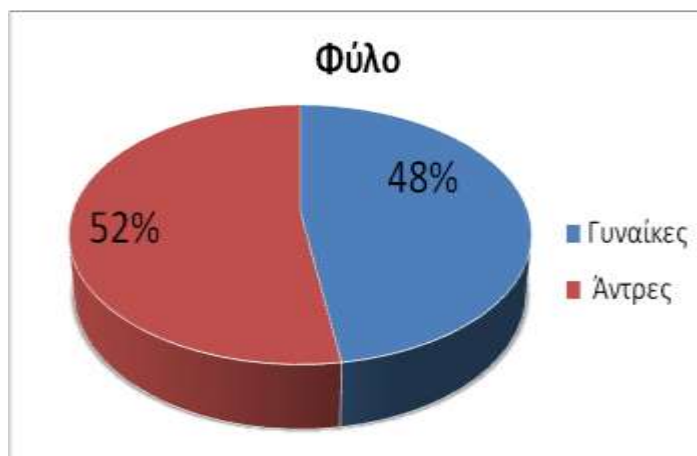
Εικόνα 4.34: Συγκεντρωτικό αρχείο για όλους τους χρήστες (συνομιλία)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	free	eat	orizod	iswma	katwf	anwf	rspurA	rspurM	rspurmin	Dcenter	ralphaA	ralphaM	ralphamn
2	1	0	0	1	0	0	1,99	2,89	1,44	0,00	3,34	6,28	0,00
3	1	0	0	0	0	1	2,15	2,57	1,99	0,10	4,04	6,28	0,00
4	1	0	0	1	0	0	1,83	2,35	0,16	0,39	2,99	6,28	0,00
5	1	0	0	0	1	0	1,35	1,64	1,21	0,89	2,33	6,28	0,00
6	1	0	1	0	1	0	1,52	2,60	-0,09	0,66	1,99	6,28	0,00
7	1	0	1	1	0	0	1,65	1,96	1,41	0,58	0,02	0,02	0,01
8	1	0	0	1	0	0	1,84	2,18	1,41	0,16	4,07	6,28	0,00
9	1	0	0	1	0	0	1,69	2,89	0,34	0,45	2,20	6,27	0,00
10	1	0	0	0	0	1	2,01	3,14	1,42	0,23	4,23	6,28	0,00
11	1	0	0	1	0	0	1,79	2,56	0,47	0,43	2,51	6,28	0,00
12	1	0	0	1	0	0	1,80	2,92	1,37	0,18	3,84	6,28	0,00
13	1	0	0	0	0	1	2,10	2,74	1,61	0,15	3,67	6,28	0,00
14	1	0	0	1	0	0	1,80	2,71	1,06	0,43	2,07	6,28	0,00
15	1	0	0	0	1	0	1,79	2,05	1,50	0,45	3,55	6,28	0,00
16	1	0	1	0	1	0	1,67	2,51	0,35	0,51	2,99	6,28	0,00
17	1	0	1	1	0	0	1,70	1,97	1,50	0,54	0,01	0,02	0,00
18	1	0	0	1	0	0	1,72	2,29	1,42	0,28	3,67	6,28	0,00
19	1	0	0	1	0	0	1,76	2,90	1,12	0,26	3,46	6,28	0,00
20	1	0	0	0	0	1	1,70	1,79	1,63	0,55	3,73	6,28	0,00
21	1	0	1	0	0	1	1,77	2,93	0,56	0,44	2,95	6,28	0,00
22	1	0	0	1	0	0	1,68	1,95	0,92	0,56	2,95	6,28	0,00
23	1	0	0	1	0	0	1,38	2,25	0,89	0,80	0,09	0,17	0,01
24	1	0	0	0	0	1	1,96	2,25	1,74	0,28	4,17	6,28	0,00
25	1	0	0	1	0	0	1,90	2,81	0,93	0,32	2,52	6,28	0,00

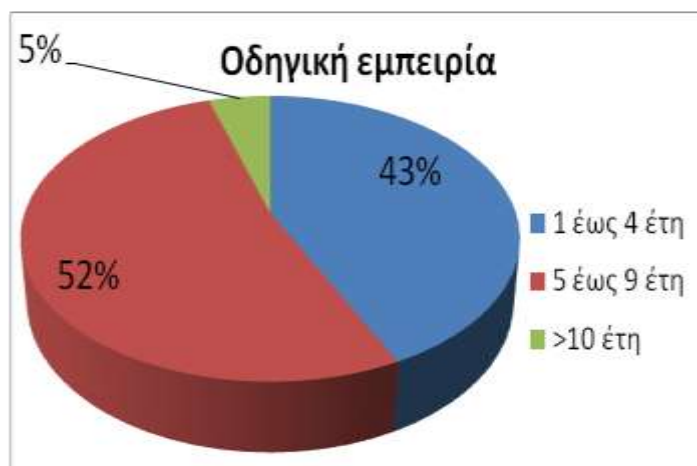
Εικόνα 4.35: Συγκεντρωτικό αρχείο για όλους τους χρήστες (φαγητό)

4.4.3 Περιγραφικά χαρακτηριστικά του δείγματος

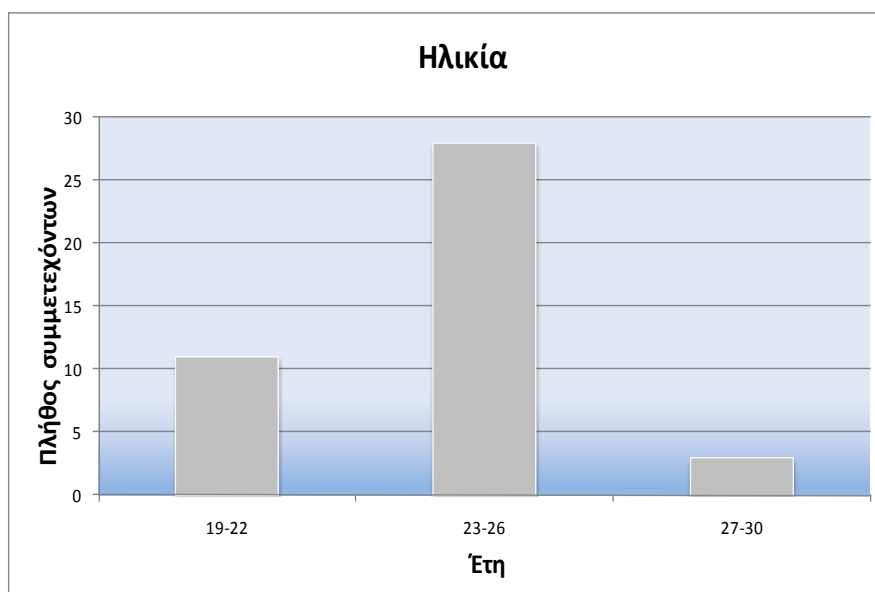
Στη συγκεκριμένη παράγραφο παρουσιάζονται ορισμένα **περιγραφικά χαρακτηριστικά του δείγματος** που προέκυψαν από την επεξεργασία των απαντήσεων στο ερωτηματολόγιο και των αποτελεσμάτων του πειράματος.



Διάγραμμα 4.2: Κατανομή του φύλου των συμμετεχόντων



Διάγραμμα 4.3: Κατανομή της οδηγικής εμπειρίας των συμμετεχόντων



Διάγραμμα 4.4: Κατανομή ηλικιών των συμμετεχόντων

Πίνακας 4.8: Πίνακας ταχυτήτων εξεταζόμενων οδικών τμημάτων για τα δύο φύλα και το σύνολο του δείγματος

SpeedorA (km/h)

	ΑΝΤΡΕΣ	ΓΥΝΑΙΚΕΣ	ΣΥΝΟΛΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ
ΣΥΝΟΜΙΛΙΑ	45.4	42.5	44.0
ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΟΔΗΓΗΣΗ	50.7	45.3	48.0
ΚΑΠΝΙΣΜΑ	47.4	44.0	45.7

Πίνακας 4.9: Πίνακας επιτάχυνσης εξεταζόμενων οδικών τμημάτων για τα δύο φύλα και το σύνολο του δείγματος

AccLonA (m/s²)

	ΑΝΤΡΕΣ	ΓΥΝΑΙΚΕΣ	ΣΥΝΟΛΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ
ΣΥΝΟΜΙΛΙΑ	0.128	0.103	0.115
ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΟΔΗΓΗΣΗ	0.175	0.170	0.173
ΚΑΠΝΙΣΜΑ	0.128	0.088	0.108

Πίνακας 4.10: Πίνακας μέσης απόστασης από το δεξί άκρο της οδού για τα δύο φύλα και το σύνολο του δείγματος

DRightA (m)

	ΑΝΤΡΕΣ	ΓΥΝΑΙΚΕΣ	ΣΥΝΟΛΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ
ΣΥΝΟΜΙΛΙΑ	1.75	1.73	1.74
ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΟΔΗΓΗΣΗ	1.56	1.51	1.54
ΚΑΠΝΙΣΜΑ	1.71	1.73	1.72

Πίνακας 4.11: Μεταβολή ποσοστού στο τμήμα διαδρομής που ο οδηγός φρέναρε σε σχέση με την ελεύθερη οδήγηση

Ποσοστιαία μεταβολή

	ΣΥΝΟΜΙΛΙΑ	ΚΑΠΝΙΣΜΑ
ΑΝΤΡΕΣ	-16%	-25%
ΓΥΝΑΙΚΕΣ	20%	23%

Πίνακας 4.12: Μέσες τιμές χρόνων αντιδράσεων ανάλογα με το είδος δυσκολίας του συμβάντος και το οδικό τμήμα μελέτης

	Τμήμα διαδρομής	Χρόνος αντίδρασης (sec)
"Εύκολο" συμβάν	TALK_E	0.861
	FREE EASY	0.920
	EAT	0.932
	TALK_D	0.945
	SMOKE	1.223
"Δύσκολο" συμβαν	FREE_3	0.942
	TALK_E	0.945

Στο επόμενο κεφάλαιο αφού δοθούν κάποια βασικά στοιχεία του ειδικού λογισμικού στατιστικής ανάλυσης που χρησιμοποιήθηκε και η εισαγωγή των τελικών μεταβλητών σε αυτό, θα γίνει η εφαρμογή της μεθόδου και η στατιστική ανάλυση για την εξαγωγή των κατάλληλων μαθηματικών μοντέλων.

Κεφάλαιο 5

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΥ-ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.1 Γενικά

Στο προηγούμενο κεφάλαιο πραγματοποιήθηκε η περιγραφή της διαδικασίας συλλογής και επεξεργασίας των στοιχείων. Τα στοιχεία αυτά αποτέλεσαν τη βάση δεδομένων της έρευνας και προέκυψαν από μετρήσεις στον προσομοιωτή οδήγησης και από τα ερωτηματολόγια. Στο ίδιο κεφάλαιο παρουσιάστηκαν και τα διαδοχικά βήματα που ακολουθήθηκαν κατά τη διαδικασία διαμόρφωσης της τελικής μορφής της βάσης δεδομένων. Το συγκεκριμένο κεφάλαιο περιλαμβάνει την **αναλυτική περιγραφή της εφαρμογής της μεθόδου**, 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.

Συγκεκριμένα, γίνεται αναλυτική περιγραφή των βημάτων που ακολουθήθηκαν κατά την εφαρμογή της μεθόδου 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.

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

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

Στην παρουσίαση των αποτελεσμάτων περιλαμβάνεται τόσο η **μαθηματική σχέση του μοντέλου**, όσο και τα **σχετικά διαγράμματα** που επιτρέπουν τη γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων.

Αξίζει να αναφερθεί ότι πραγματοποιήθηκαν επτά ξεχωριστές στατιστικές αναλύσεις, τέσσερις για το **μοντέλο προσδιορισμού της μέσης ταχύτητας οδήγησης**, μία για τον **χρόνο αντίδρασης**, μία για την **σχετική θέση του οχήματος πάνω στο οδόστρωμα** και μία για το **μοντέλο προσδιορισμού της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα**. Όσον αφορά στο μοντέλο προσδιορισμού της μέσης ταχύτητας δημιουργήθηκε και ένας πίνακας όπου συγκεντρώθηκαν τα στοιχεία τόσο της “εύκολης”, όσο και της “δύσκολης” συνομιλίας προκειμένου να μελετηθεί η συνομιλία συνολικά δημιουργώντας τη μεταβλητή *talk* (και “εύκολη” και “δύσκολη” συνομιλία)

5.2 Ανάπτυξη και εφαρμογή μαθηματικών μοντέλων για τη μέση ταχύτητα

Στην παράγραφο αυτή περιγράφεται η **διαδικασία ανάλυσης για τον προσδιορισμό της μέσης ταχύτητας οδήγησης** και θα διερευνηθεί η επιρροή της ομιλίας με συνοδηγό, της κατανάλωσης φαγητού, και του καπνίσματος σε αυτή. Συνολικά θα πραγματοποιηθούν τέσσερις στατιστικές αναλύσεις στις οποίες θα διερευνηθούν οι μεταβλητές που επηρεάζουν τη μέση ταχύτητα οδήγησης ξεχωριστά για κάθε παράγοντα απόσπασης προσοχής. 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 το είδος της ενέργειας απόσπασης.

5.2.1 Δεδομένα εισόδου- καθορισμός μεταβλητών

Στο στατιστικό μοντέλο προσδιορισμού της μέσης ταχύτητας οδήγησης εξετάσθηκαν οι μεταβλητές που περιγράφηκαν στους πίνακες 4.4 και 4.7. Η βάση δεδομένων εισάχθηκε στο **ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης** (SPSS 13.0) 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:

SpeedorA: μέση ταχύτητα

ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ:

eat:	εάν ο οδηγός στο αντίστοιχο τμήμα καταναλώνει φαγητό (1=ΝΑΙ, 0=ΌΧΙ)
smokeDR:	εάν ο οδηγός στο αντίστοιχο τμήμα καπνίζει (1=ΝΑΙ, 0=ΌΧΙ)
talk:	εάν ο οδηγός στο αντίστοιχο τμήμα ομιλεί με συνοδηγό (1=ΝΑΙ, 0=ΌΧΙ)
te:	εάν ο οδηγός στο αντίστοιχο τμήμα ομιλεί με συνοδηγό "εύκολη" συνομιλία (1=ΝΑΙ, 0=ΌΧΙ)
td:	εάν ο οδηγός στο αντίστοιχο τμήμα ομιλεί με συνοδηγό "δύσκολη" συνομιλία (1=ΝΑΙ, 0=ΌΧΙ)
orizod:	παρουσία κλειστών στροφών (1=ΝΑΙ, 0=ΌΧΙ)
katwf:	κατωφέρεια (1=ΝΑΙ, 0=ΌΧΙ)
RPMav:	μέσος αριθμός στροφών κινητήρα (min^{-1})
AccLonA:	μέση τιμή επιτάχυνσης (m/s^2)
platoslwr:	πλάτος λωρίδας κυκλοφορίας (m)
DRightM:	μέγιστη απόσταση οχήματος από το δεξί άκρο της οδού (m)
sex:	φύλο (1=ΓΥΝΑΙΚΑ, 0=ΑΝΤΡΑΣ)
LIKDR:	εάν αρέσει στον συμμετέχοντα η οδήγηση (1=ΝΑΙ, 0=ΌΧΙ)
Gear4:	ποσοστό διαδρομής που ο οδηγός χρησιμοποιούσε την 4 ^η ταχύτητα κιβωτίου
BrkA:	ποσοστό διαδρομής που ο οδηγός πατούσε φρένο

Επισημαίνεται ότι, από τις ανωτέρω μεταβλητές, οι μεταβλητές: **SpeedorA**, **RPMav**, **AccLonA**, **platoslwr**, **DRightM**, **Gear4** και **BrkA** 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.

5.2.2 Περιγραφική στατιστική

Η διαδικασία της ανάλυσης που θα παρουσιαστεί στην παράγραφο αυτή πραγματοποιείται μέσω της εντολής **Analyze** του στατιστικού προγράμματος.

Αυτό που ενδιαφέρει αρχικά, είναι η διαμόρφωση μιας πληρέστερης εικόνας για την κατανομή των τιμών των μεταβλητών, μέσω της περιγραφικής στατιστικής. Αφού επιλεχθεί 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 εκείνες της μέσης τιμής (Mean), της τυπικής απόκλισης (Std. Deviation), της μέγιστης τιμής (Maximum) και της ελάχιστης τιμής (Minimum). Είναι προφανές ότι, οι προαναφερθείσες συναρτήσεις έχουν νόημα μόνο για συνεχείς μεταβλητές. Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα της διαδικασίας φαίνονται στους ακόλουθους πίνακες:

Πίνακας 5.1: Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών
(Παράγοντας απόσπασης προσοχής: Κατανάλωση φαγητού)

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
SpeedorA	502	9,864	83,262	46,126	11,716
platoslwr	502	3,935	4,498	4,368	,189
RPMav	502	896,818	4436,234	2831,577	568,322
AccLonA	502	-3,772	1,786	,133	,452

Πίνακας 5.2: Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών
(Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Εύκολη” ομιλία με συνοδηγό)

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
SpeedorA	590	15,247	76,503	44,477	10,222
platoslwr	590	3,935	4,498	4,358	,182
RPMav	590	896,818	4436,234	2842,124	534,685

Πίνακας 5.3: Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών
(Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό)

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
SpeedorA	579	14,058	77,603	44,074	12,022
platoslwr	579	3,935	4,498	4,368	,178
RPMav	579	896,818	4460,543	2829,927	577,920
AccLonA	579	-3,772	1,786	,119	,415

Πίνακας 5.4: Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών
(Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Εύκολη” και “Δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό)

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
SpeedorA	758	14,058	77,603	43,786	11,243
platoslwr	758	3,935	4,498	4,372	,166
RPMav	758	896,818	4460,543	2845,901	547,219

Πίνακας 5.5: Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών
(Παράγοντας απόσπασης προσοχής: Κάπνισμα)

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
SpeedorA	580	15,247	76,503	45,027	10,332
BrkA	580	,000	,795	,028	,063
DRightM	580	,170	5,270	2,429	,735
Gear4	580	,000	1,000	,190	,286

5.2.3 Συσχέτιση μεταβλητών

Στη συνέχεια πραγματοποιείται η **διερεύνηση της συσχέτισης των μεταβλητών**. Στόχος είναι η μέγιστη δυνατή συσχέτιση μεταξύ εξαρτημένης και ανεξάρτητων μεταβλητών και η 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 μοντέλα, φαίνονται στους πίνακες που ακολουθούν.

Πίνακας 5.6: Συσχέτιση συνεχών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: Κατανάλωση φαγητού)

Correlations				
		platoslwr	RPMav	AccLonA
platoslwr	Pearson Correlation	1	,015	-,064
	Sig. (2-tailed)		,744	,150
	N	502	502	502
RPMav	Pearson Correlation	,015	1	,276**
	Sig. (2-tailed)	,744		,000
	N	502	502	502
AccLonA	Pearson Correlation	-,064	,276**	1
	Sig. (2-tailed)	,150	,000	
	N	502	502	502

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

Πίνακας 5.7: Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: Κατανάλωση φαγητού)

Correlations			eat	orizod	katwf	sex	LIKDR
Spearman's rho	eat	Correlation Coefficient	1,000	-,135**	,368**	-,015	,027
		Sig. (2-tailed)	.	,002	,000	,744	,545
		N	502	502	502	502	502
	orizod	Correlation Coefficient	-,135**	1,000	-,198**	-,004	,017
		Sig. (2-tailed)	,002	.	,000	,934	,703
		N	502	502	502	502	502
	katwf	Correlation Coefficient	,368**	-,198**	1,000	,010	,011
		Sig. (2-tailed)	,000	,000	.	,827	,804
		N	502	502	502	502	502
	sex	Correlation Coefficient	-,015	-,004	,010	1,000	-,209**
		Sig. (2-tailed)	,744	,934	,827	.	,000
		N	502	502	502	502	502
	LIKDR	Correlation Coefficient	,027	,017	,011	-,209**	1,000
		Sig. (2-tailed)	,545	,703	,804	,000	.
		N	502	502	502	502	502

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

Πίνακας 5.8: Συσχέτιση συνεχών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: "Εύκολη" ομιλία με συνοδηγό)

Correlations			
		platoslwr	RPMav
platoslwr	Pearson Correlation	1	-,005
	Sig. (2-tailed)		,906
	N	590	590
RPMav	Pearson Correlation	-,005	1
	Sig. (2-tailed)	,906	
	N	590	590

Πίνακας 5.9: Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: "Εύκολη" ομιλία με συνοδηγό)

Correlations						
			te	orizod	sex	LIKDR
Spearman's rho	te	Correlation Coefficient	1,000	,025	-,022	,012
		Sig. (2-tailed)	.	,548	,593	,770
		N	590	590	590	590
	orizod	Correlation Coefficient	,025	1,000	,002	,012
		Sig. (2-tailed)	,548	.	,968	,777
		N	590	590	590	590
	sex	Correlation Coefficient	-,022	,002	1,000	-,204**
		Sig. (2-tailed)	,593	,968	.	,000
		N	590	590	590	590
	LIKDR	Correlation Coefficient	,012	,012	-,204**	1,000
		Sig. (2-tailed)	,770	,777	,000	.
		N	590	590	590	590

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

Πίνακας 5.10: Συσχέτιση συνεχών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: "Δύσκολη" ομιλία με συνοδηγό)

Correlations				
		platoslwr	AccLonA	RPMav
platoslwr	Pearson Correlation	1	-,058	,041
	Sig. (2-tailed)		,166	,330
	N	579	579	579
AccLonA	Pearson Correlation	-,058	1	,227**
	Sig. (2-tailed)	,166		,000
	N	579	579	579
RPMav	Pearson Correlation	,041	,227**	1
	Sig. (2-tailed)	,330	,000	
	N	579	579	579

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

Πίνακας 5.11: Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών
του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης
(Παράγοντας απόσπασης προσοχής: "Δύσκολη" ομιλία με συνοδηγό)

Correlations

			td	orizod	katwf	sex
Spearman's rho	td	Correlation Coefficient	1,000	,284**	,225**	-,014
		Sig. (2-tailed)	.	,000	,000	,739
		N	579	579	579	579
	orizod	Correlation Coefficient	,284**	1,000	-,253**	-,006
		Sig. (2-tailed)	,000	.	,000	,889
		N	579	579	579	579
	katwf	Correlation Coefficient	,225**	-,253**	1,000	-,010
		Sig. (2-tailed)	,000	,000	.	,803
		N	579	579	579	579
	sex	Correlation Coefficient	-,014	-,006	-,010	1,000
		Sig. (2-tailed)	,739	,889	,803	.
		N	579	579	579	579

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

Πίνακας 5.12: Συσχέτιση συνεχών μεταβλητών
του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης
(Παράγοντας απόσπασης προσοχής: "Εύκολη" και "δύσκολη" ομιλία με συνοδηγό)

Correlations

		platoslwr	RPMav
platoslwr	Pearson Correlation	1	,040
	Sig. (2-tailed)		,276
	N	758	758
RPMav	Pearson Correlation	,040	1
	Sig. (2-tailed)	,276	
	N	758	758

Πίνακας 5.13: Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών
του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης
(Παράγοντας απόσπασης προσοχής: "Εύκολη" και "δύσκολη" ομιλία με συνοδηγό)

Correlations

			talk	orizod	katwf	sex	LIKDR
Spearman's rho	talk	Correlation Coefficient	1,000	,167**	,064	-,019	,018
		Sig. (2-tailed)	.	,000	,076	,599	,623
		N	758	758	758	758	758
	orizod	Correlation Coefficient	,167**	1,000	-,209**	,000	,013
		Sig. (2-tailed)	,000	.	,000	,994	,731
		N	758	758	758	758	758
	katwf	Correlation Coefficient	,064	-,209**	1,000	-,005	,013
		Sig. (2-tailed)	,076	,000	.	,885	,716
		N	758	758	758	758	758
	sex	Correlation Coefficient	-,019	,000	-,005	1,000	-,198**
		Sig. (2-tailed)	,599	,994	,885	.	,000
		N	758	758	758	758	758
	LIKDR	Correlation Coefficient	,018	,013	,013	-,198**	1,000
		Sig. (2-tailed)	,623	,731	,716	,000	.
		N	758	758	758	758	758

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

Πίνακας 5.14: Συσχέτιση συνεχών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: Κάπνισμα)

Correlations		BrkA	DRightM	Gear4
BrkA	Pearson Correlation	1	,158**	,019
	Sig. (2-tailed)		,000	,647
	N	580	580	580
DRightM	Pearson Correlation	,158**	1	-,026
	Sig. (2-tailed)	,000		,531
	N	580	580	580
Gear4	Pearson Correlation	,019	-,026	1
	Sig. (2-tailed)	,647	,531	
	N	580	580	580

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

Πίνακας 5.15: Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: Κάπνισμα)

Correlations			smokeDR	orizod	sex	LIKDR
Spearman's rho	smokeDR	Correlation Coefficient	1,000	,007	-,061	,087*
		Sig. (2-tailed)	.	,860	,139	,036
		N	580	580	580	580
	orizod	Correlation Coefficient	,007	1,000	,001	,009
		Sig. (2-tailed)	,860	.	,974	,825
		N	580	580	580	580
	sex	Correlation Coefficient	-,061	,001	1,000	-,185**
		Sig. (2-tailed)	,139	,974	.	,000
		N	580	580	580	580
	LIKDR	Correlation Coefficient	,087*	,009	-,185**	1,000
		Sig. (2-tailed)	,036	,825	,000	.
		N	580	580	580	580

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

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

Για την ανάπτυξη ενός μαθηματικού μοντέλου, απαιτείται η μη ύπαρξη συσχέτισης μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών που θα συμπεριληφθούν σε αυτό.

Από τους ανωτέρω πίνακες παρατηρούνται τα εξής:

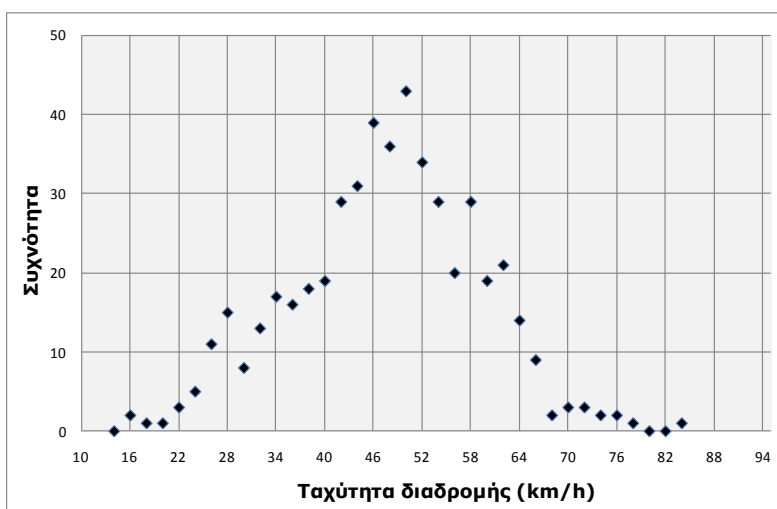
- Όλες οι ανεξάρτητες μεταβλητές δεν παρουσιάζουν συσχέτιση (συντελεστής συσχέτισης $< |\pm 0,4|$).
- Το επίπεδο της στατιστικής σημαντικότητας τόσο των συνεχών όσο και των διακριτών μεταβλητών είναι μικρότερο από 0,05 (5%).

Σημειώνεται ότι εξαιτίας του πολύ μεγάλου αριθμού των διακριτών και συνεχών μεταβλητών, οι πίνακες συσχέτισής τους δεν ήταν δυνατόν να παρουσιαστούν και έτσι οι παραπάνω πίνακες παρουσιάζουν τη συσχέτιση των μεταβλητών οι οποίες ελήφθησαν υπόψη στα τελικά μοντέλα.

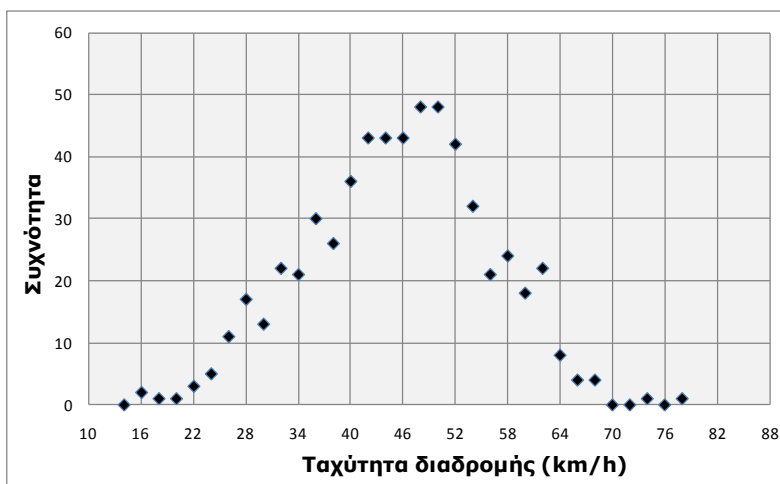
5.2.4 Επιλογή της μεθόδου παλινδρόμησης

Στο επόμενο στάδιο της ανάλυσης γίνεται η **επιλογή του είδους της παλινδρόμησης**, με στόχο την ανάπτυξη κατάλληλων μαθηματικών μοντέλων. Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί η διερεύνηση της επιρροής της ομιλίας με συνοδηγό, της κατανάλωσης φαγητού και του καπνίσματος στη συμπεριφορά και στην πιθανότητα ατυχήματος του οδηγού.

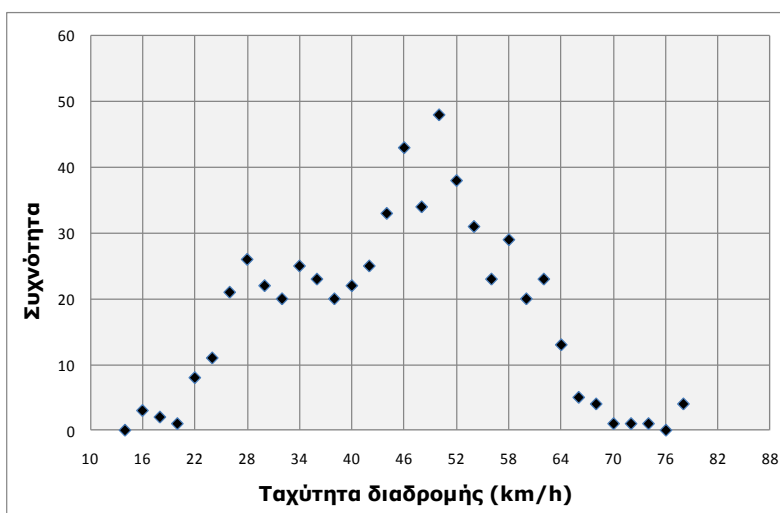
Οι επιρροές των συγκεκριμένων ενεργειών στη συμπεριφορά του οδηγού θα μελετηθούν μέσω των μοντέλων της ταχύτητας. Επομένως, ως εξαρτημένη μεταβλητή θεωρείται η μέση ταχύτητα οδήγησης (**SpeedorA**). Επειδή ένας σημαντικός παράγοντας που καθορίζει την επιλογή της μεθόδου ανάλυσης είναι **η κατανομή που ακολουθεί η εξαρτημένη μεταβλητή** αναπτύχθηκαν τα διαγράμματα της κατανομής.



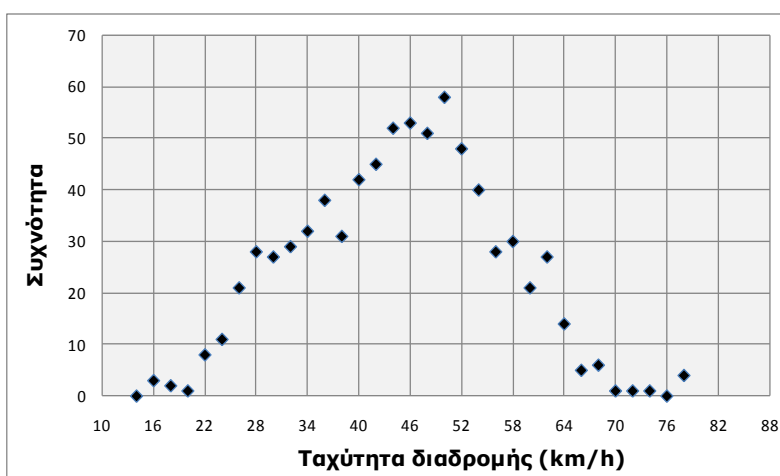
Διάγραμμα 5.1: Κατανομή ταχυτήτων
(Παράγοντας απόσπασης προσοχής: Κατανάλωση φαγητού)



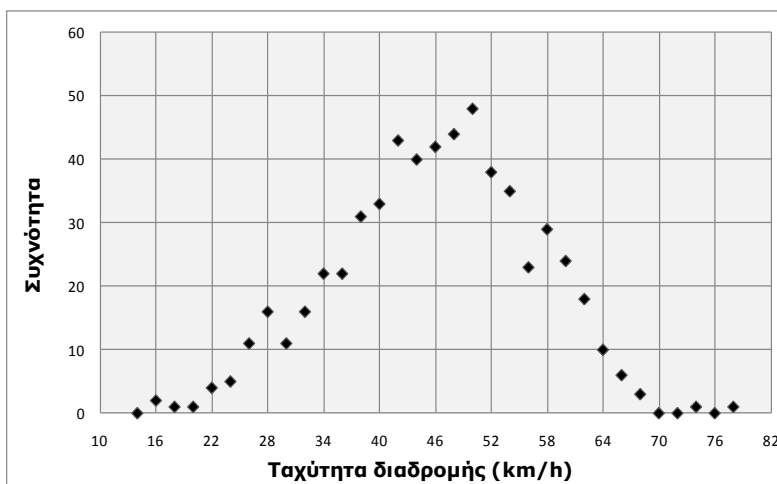
Διάγραμμα 5.2: Κατανομή ταχυτήτων
(Παράγοντας απόσπασης προσοχής: "Εύκολη" ομιλία με συνοδηγό)



Διάγραμμα 5.3: Κατανομή ταχυτήτων
(Παράγοντας απόσπασης προσοχής: "Δύσκολη" ομιλία με συνοδηγό)



Διάγραμμα 5.4: Κατανομή ταχυτήτων
(Παράγοντας απόσπασης προσοχής: "Εύκολη" και "δύσκολη" ομιλία με συνοδηγό)



Διάγραμμα 5.5: Κατανομή ταχυτήτων
(Παράγοντας απόσπασης προσοχής: Κάπνισμα)

5.2.5 Γραμμική παλινδρόμηση

Η επιλογή της μεθόδου της γραμμικής παλινδρόμησης, βασίστηκε αφενός στο γεγονός ότι οι μεταβλητές που εξετάζονται (εξαρτημένες) είναι **συνεχείς** και αφετέρου στο ότι η **κατανομή** που ακολουθούν μπορεί να θεωρηθεί ότι προσεγγίζει την **κανονική**. Η γραμμική παλινδρόμηση εφαρμόζεται μέσω της ακολουθίας των εντολών: analyze → regression → linear.

Τη μετάβαση στην επιλογή linear διαδέχεται ο **καθορισμός των εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών**. Η μεταβλητή που ενδιαφέρει (εξαρτημένη μεταβλητή) εισάγεται στο πλαίσιο Dependent. Οι επεξηγηματικές μεταβλητές, βάσει των οποίων θα εξηγηθεί η μεταβλητότητα της εξαρτημένης μεταβλητής, εισάγονται στο πλαίσιο Independent(s). Προτεραιότητα στο σημείο αυτό, δίνεται στην περιγραφή της διαδικασίας αξιολόγησης των δεδομένων εξόδου της ανάλυσης και κατ' επέκταση του μαθηματικού 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 απορριπτή, αλλά μεταξύ δύο ή περισσότερων μοντέλων επιλέγεται ως καταλληλότερο εκείνο με τη μεγαλύτερη τιμή του R^2 .

Σε μοντέλα με πολλές ανεξάρτητες μεταβλητές ελέγχεται και το διορθωμένο R^2 (adjusted R^2), καθώς στην περίπτωση αυτή, η τιμή του διαφέρει σημαντικά από εκείνη του R^2 .

Όσον αφορά στους **συντελεστές β 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:

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

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 $t^* = 1,7$ και για επίπεδο εμπιστοσύνης 90% είναι $t^* = 1,3$. Οι μεταβλητές των οποίων οι απόλυτες τιμές του t είναι μικρότερες από 1,3 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 $\rho(\epsilon_i, \epsilon_j) = 0 \ \forall \ i \neq j$,
- ❖ να έχει σταθερή διασπορά, $\text{Var}(\epsilon_i) = \sigma_\epsilon^2 = c$ και
- ❖ να έχει μηδενικό μέσο όρο ($\mu=0$)

Η ισχύς των προϋποθέσεων αυτών ελέγχεται 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 Λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση

Σε μια 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 **δεκαδικός λογάριθμος της εξαρτημένης μεταβλητής**. Έτσι, στο διαμορφωμένο πίνακα προστέθηκε μία στήλη για το λογάριθμο της μέσης ταχύτητας.

	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
1	alphaA	alphaM	alphamM	SpeedorA	LogV	SpeedorM	SpeedorMn	BriA	AccA	Gear0	Gear1	Gear2	Gear3
2	3,34	6,28	0,00	49,71	1,70	69,00	34,30	0,02	0,88	0,02	0,00	0,14	0,72
3	2,79	6,28	0,00	49,46	1,69	60,30	30,10	0,09	0,81	0,00	0,00	0,00	1,00
4	2,15	6,28	0,00	50,97	1,71	58,50			0,82	0,00	0,00	0,00	1,00
5	3,03	6,28	0,00	42,19	1,63	57,20			0,88	0,02	0,00	0,31	0,67
6	2,07	6,28	0,00	38,70	1,59	52,40	21,50	0,00	0,87	0,06	0,17	0,37	0,40
7	4,04	6,28	0,00	54,60	1,74	62,80	46,40	0,01	0,96	0,02	0,00	0,00	0,70
8	2,99	6,28	0,00	61,42	1,79	77,20	42,80	0,08	0,78	0,02	0,00	0,07	0,91
9	4,03	6,28	0,00	47,92	1,68	71,30	33,40	0,05	0,87	0,00	0,00	0,00	1,00
10	3,58	6,28	0,00	63,40	1,80	81,70	40,70	0,00	0,78	0,05	0,00	0,19	0,31
11	2,33	6,28	0,00	56,28	1,75	58,80	46,90	0,12	0,79	0,00	0,00	0,00	1,00
12	1,99	6,28	0,00	27,99	1,45	45,90	2,20	0,07	0,69	0,03	0,00	0,94	0,03
13	0,02	0,02	0,01	39,92	1,60	42,60	36,90	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00
14	4,07	6,28	0,00	53,61	1,73	68,60	37,90	0,02	0,72	0,02	0,00	0,23	0,75
15	3,52	6,28	0,00	53,66	1,73	62,40	46,60	0,00	0,97	0,00	0,00	0,00	1,00
16	2,86	6,28	0,00	56,49	1,75	61,00	45,20	0,00	0,98	0,00	0,00	0,00	1,00
17	3,43	6,28	0,00	41,08	1,61	66,50	17,20	0,05	0,84	0,03	0,05	0,39	0,53
18	1,68	6,28	0,00	45,17	1,65	50,50	37,60	0,00	0,78	0,03	0,00	0,33	0,65
19	2,20	6,27	0,00	51,50	1,71	53,80	47,30	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00
20	4,23	6,28	0,00	53,05	1,72	59,10	45,60	0,00	0,99	0,00	0,00	0,00	1,00
21	2,51	6,28	0,00	63,59	1,80	78,90	39,30	0,07	0,83	0,03	0,00	0,05	0,58
22	3,26	6,28	0,00	51,11	1,71	60,80	35,40	0,04	0,87	0,01	0,00	0,20	0,79
23	3,00	6,28	0,00	61,54	1,79	84,20	39,40	0,00	0,93	0,01	0,00	0,49	0,44
24	3,86	6,28	0,00	28,10	1,45	42,90	10,50	0,12	0,70	0,03	0,00	0,95	0,02
25	1,83	6,28	0,00	28,13	1,45	37,90	23,20	0,01	0,78	0,18	0,18	0,65	0,00

Εικόνα 5.1: Δημιουργία μεταβλητής λογαρίθμου ταχύτητας

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 (logV).

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 1,3.

Πίνακας 5.16: Αποτελέσματα λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης σε ορεινό περιβάλλον για τη μέση ταχύτητα (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: Κατανάλωση φαγητού)

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,836 ^a	,698	,693	,069213

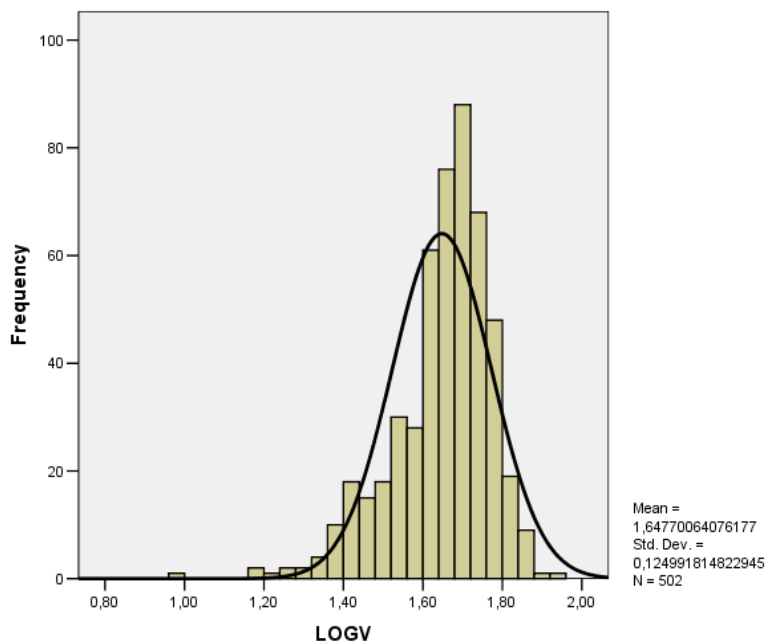
a. Predictors: (Constant), LIKDR, platoslwr, RPMav, orizod, sex, eat, AccLonA, katwf

b. Dependent Variable: LOGV

Coefficients^a

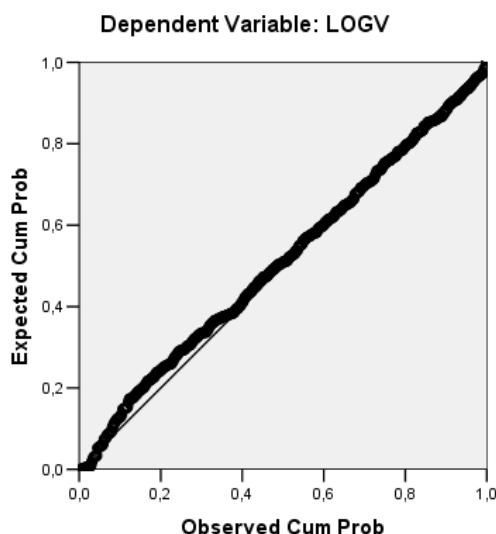
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,070	,077		13,877	,000
	eat	-,024	,009	-,073	-2,682	,008
	orizod	-,182	,008	-,571	-21,728	,000
	katwf	,067	,010	,189	6,515	,000
	platoslwr	,077	,017	,116	4,418	,000
	RPMav	8,62E-005	,000	,392	14,638	,000
	AccLonA	,045	,008	,163	5,960	,000
	sex	-,027	,006	-,109	-4,268	,000
	LIKDR	,038	,010	,094	3,702	,000

a. Dependent Variable: LOGV



Διάγραμμα 5.6: Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή σε ορεινό περιβάλλον (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: Κατανάλωση φαγητού)

Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual



Διάγραμμα 5.7: Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος σε ορεινό περιβάλλον
(Παράγοντας απόσπασης προσοχής: Κατανάλωση φαγητού)

Πίνακας 5.17: Αποτελέσματα λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης
σε ορεινό περιβάλλον για τη μέση ταχύτητα
(Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Εύκολη” ομιλία με συνοδηγό)

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,774 ^a	,600	,596	,068950

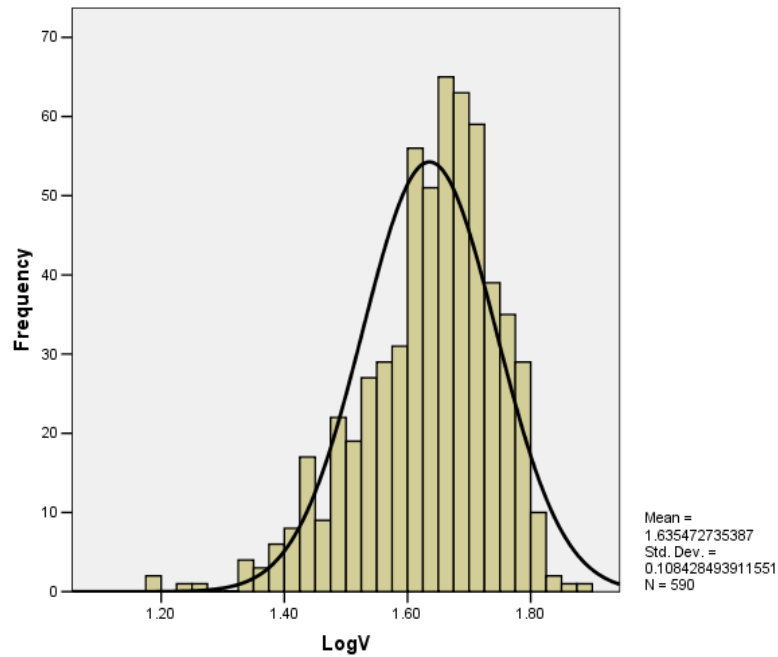
a. Predictors: (Constant), LIKDR, platolwr, RPMav, te, orizod, sex

b. Dependent Variable: LOGV

Coefficients^a

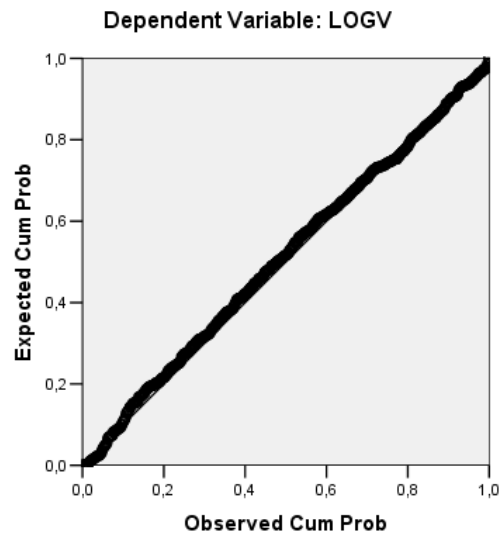
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,120	,071		15,764	,000
	te	-,024	,006	-,101	-3,827	,000
	orizod	-,149	,007	-,571	-21,338	,000
	platoslwr	,068	,016	,115	4,314	,000
	RPMav	8,04E-005	,000	,397	14,813	,000
	sex	-,026	,006	-,118	-4,392	,000
	LIKDR	,046	,009	,132	4,921	,000

a. Dependent Variable: LOGV



Διάγραμμα 5.8: Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή σε ορεινό περιβάλλον (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Εύκολη” ομιλία με συνοδηγό)

Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual



Διάγραμμα 5.9: Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος σε ορεινό περιβάλλον (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Εύκολη” ομιλία με συνοδηγό)

Πίνακας 5.18: Αποτελέσματα λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης σε ορεινό περιβάλλον για τη μέση ταχύτητα (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό)

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,852 ^a	,727	,723	,068619

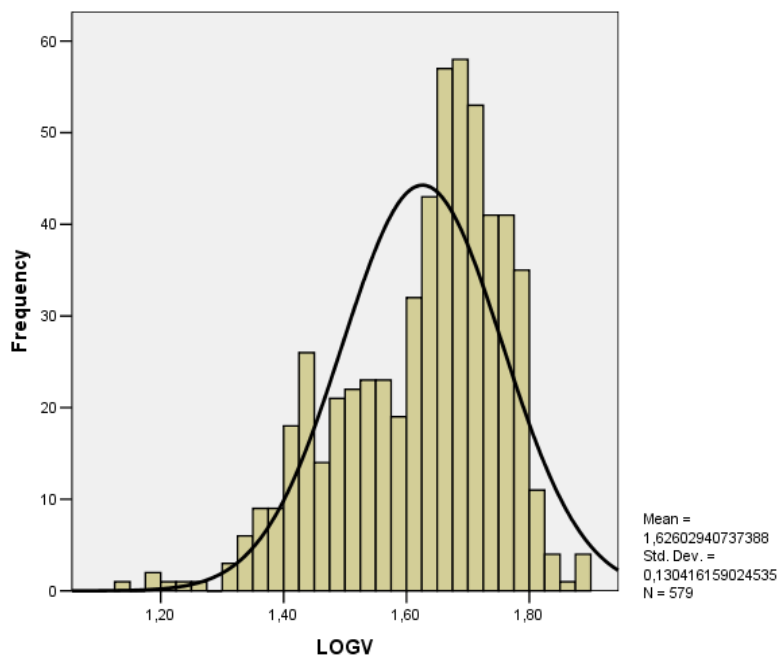
a. Predictors: (Constant), sex, platoslwr, AccLonA, orizod, td, RPMav, katwf

b. Dependent Variable: LOGV

Coefficients^a

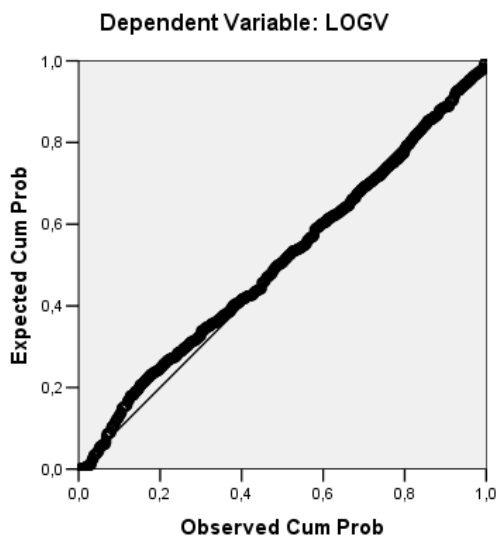
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,158	,074		15,625	,000
	td	-,014	,007	-,049	-2,026	,043
	orizod	-,175	,007	-,614	-24,251	,000
	katwf	,044	,010	,114	4,338	,000
	platoslwr	,069	,017	,094	4,061	,000
	AccLonA	,030	,008	,097	4,018	,000
	RPMav	8,17E-005	,000	,362	15,414	,000
	sex	-,036	,006	-,138	-6,256	,000

a. Dependent Variable: LOGV



Διάγραμμα 5.10: Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή σε ορεινό περιβάλλον (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό)

Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual



Διάγραμμα 5.11: Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος σε ορεινό περιβάλλον
(Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό)

Πίνακας 5.19: Αποτελέσματα λογαριθμοκανονικής
παλινδρόμησης σε ορεινό περιβάλλον για τη μέση ταχύτητα
(Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Εύκολη” και “δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό)

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,821 ^a	,674	,671	,069312

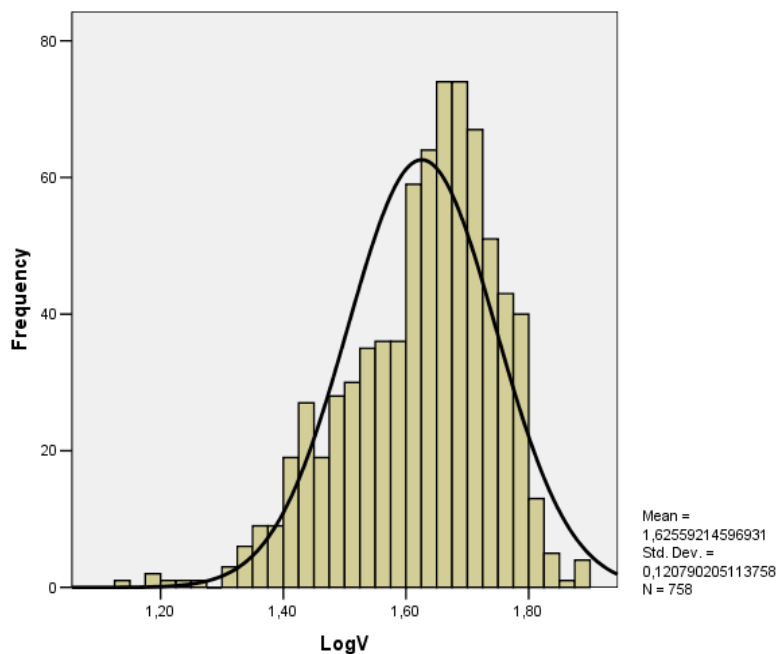
a. Predictors: (Constant), LIKDR, platoslwr, RPMav, talk, sex, katwf, orizod

b. Dependent Variable: LogV

Coefficients^a

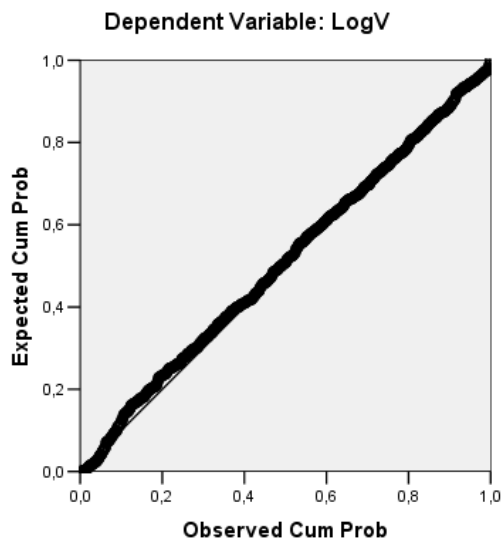
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,135	,070		16,231	,000
	talk	-,021	,005	-,085	-3,940	,000
	orizod	-,157	,006	-,584	-26,016	,000
	platoslwr	,065	,016	,090	4,107	,000
	katwf	,040	,009	,098	4,433	,000
	RPMav	8,34E-005	,000	,378	17,503	,000
	sex	-,030	,005	-,122	-5,729	,000
	LIKDR	,036	,008	,091	4,273	,000

a. Dependent Variable: LogV



Διάγραμμα 5.12: Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή σε ορεινό περιβάλλον (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Εύκολη” και “δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό)

Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual



Διάγραμμα 5.13: Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος σε ορεινό περιβάλλον (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Εύκολη” και “δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό)

Πίνακας 5.20: Αποτελέσματα λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης σε ορεινό περιβάλλον για τη μέση ταχύτητα (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: Κάπνισμα)

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,693 ^a	,481	,474	,079261

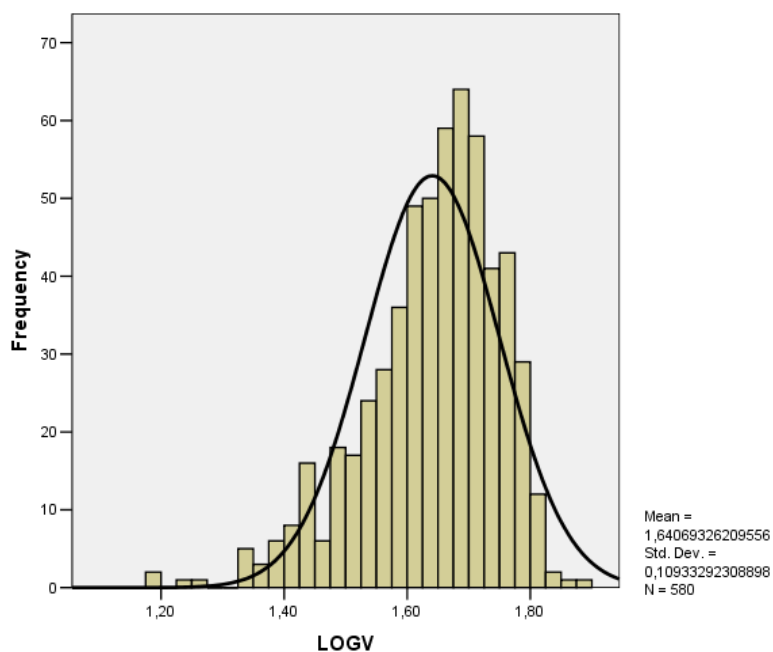
a. Predictors: (Constant), LIKDR, orizod, smokeDR, BrkA, sex, DRightM, Gear4

b. Dependent Variable: LOGV

Coefficients^a

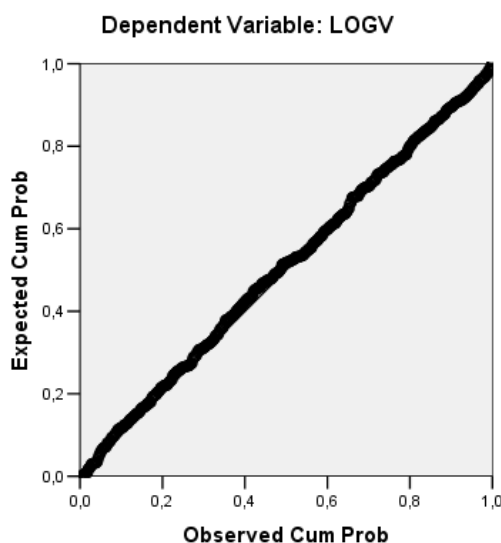
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,623	,016		101,408	,000
	smokeDR	-,011	,007	-,045	-1,465	,143
	orizod	-,139	,009	-,525	-15,871	,000
	BrkA	-,163	,054	-,094	-3,031	,003
	DRightM	,010	,005	,065	2,045	,041
	Gear4	,097	,012	,252	7,859	,000
	sex	-,039	,007	-,177	-5,766	,000
	LIKDR	,035	,012	,093	2,994	,003

a. Dependent Variable: LOGV



Διάγραμμα 5.14: Ιστογράμμο συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή σε ορεινό περιβάλλον (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: Κάπνισμα)

Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual



Διάγραμμα 5.15: Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος σε ορεινό περιβάλλον
(Παράγοντας απόσπασης προσοχής: Κάπνισμα)

Παρατηρούνται τα εξής:

- ❖ Ο **συντελεστής συσχέτισης R^2** ισούται με
 - 0,698 στο μοντέλο που αφορά στην κατανάλωση φαγητού κατά τη διάρκεια της οδήγησης
 - 0,600 στο μοντέλο που αφορά στην “εύκολη” ομιλία με συνοδηγό κατά τη διάρκεια της οδήγησης
 - 0,727 στο μοντέλο που αφορά στην “δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό κατά τη διάρκεια της οδήγησης
 - 0,675 στο μοντέλο που αφορά σε “εύκολη” και “δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό κατά τη διάρκεια της οδήγησης
 - 0,481 στο μοντέλο που αφορά στο κάπνισμα κατά τη διάρκεια της οδήγησης
- ❖ Οι ανεξάρτητες μεταβλητές παρουσιάζουν αρκετές ομοιότητες και στα τρία μοντέλα.
- ❖ Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν έχουν συντελεστή t με απόλυτη τιμή μεγαλύτερη από 1,7, δηλαδή είναι στατιστικά σημαντικές για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Εξαίρεση αποτελεί η μεταβλητή **smokeDR** που έχει συντελεστή $t=-1,465$ στο μοντέλο

που εξετάζει την επιρροή του καπνίσματος στην ταχύτητα του οχήματος, και είναι στατιστικά σημαντική σε επίπεδο εμπιστοσύνης 90%. Συνεπώς οι μεταβλητές παρουσιάζουν υψηλό επίπεδο εμπιστοσύνης.

- ❖ Οι τιμές και τα πρόσημα των συντελεστών παλινδρόμησης b_i οδηγούν σε συμπεράσματα με φυσική έννοια που μπορεί να εξηγηθεί.

5.2.7 Περιγραφή αποτελεσμάτων του μοντέλου

Στο προηγούμενο υποκεφάλαιο παρουσιάστηκαν τα τελικά μοντέλα τη λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης. Εν συνεχεία παρουσιάζονται **οι μαθηματικές σχέσεις** που αναπτύχθηκαν και έχουν ως εξαρτημένη μεταβλητή τη μέση ταχύτητα οδήγησης.

ΜΟΝΤΕΛΟ 1 : Η μαθηματική σχέση του μοντέλου που προέκυψε για κατανάλωση φαγητού κατά τη διάρκεια της οδήγησης είναι:

$$\begin{aligned}\text{LogV} = & -0,024 \times \text{eat} - 0,182 \times \text{orizod} + 0,067 \times \text{katwf} \\ & + (8,62 \times 10^{-5}) \times \text{RPMav} + 0,045 \times \text{AccLonA} - 0,027 \times \text{sex} \\ & + 0,038 \times \text{LIKDR} + 0,077 \times \text{platoslwr} + 1,070\end{aligned}$$

ΜΟΝΤΕΛΟ 2 : Η μαθηματική σχέση του μοντέλου που προέκυψε για την “εύκολη” ομιλία με συνοδηγό κατά τη διάρκεια της οδήγησης είναι:

$$\begin{aligned}\text{LogV} = & -0,024 \times \text{te} - 0,149 \times \text{orizod} + (8,04 \times 10^{-5}) \times \text{RPMav} - \\ & 0,026 \times \text{sex} + 0,046 \times \text{LIKDR} + 0,068 \times \text{platoslwr} + 1,120\end{aligned}$$

ΜΟΝΤΕΛΟ 3 : Η μαθηματική σχέση του μοντέλου που προέκυψε για την “δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό κατά τη διάρκεια της οδήγησης είναι:

$$\begin{aligned}\text{LogV} = & -0,014 \times \text{td} - 0,175 \times \text{orizod} + 0,044 \times \text{katwf} + (8,17 \times 10^{-5}) \\ & \times \text{RPMav} - 0,036 \times \text{sex} + 0,069 \times \text{platoslwr} + 0,030 \\ & \times \text{AccLonA} + 1,158\end{aligned}$$

ΜΟΝΤΕΛΟ 4 : Η μαθηματική σχέση του μοντέλου που προέκυψε για την ενοποιημένη “εύκολη” και “δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό κατά τη διάρκεια της οδήγησης είναι:

$$\text{LogV} = - 0,019 \times \text{talk} - 0,157 \times \text{orizod} + 0,043 \times \text{katwf} + (8,17 \times 10^{-5}) \times \text{RPMav} - 0,029 \times \text{sex} + 0,036 \times \text{LIKDR} + 0,065 \times \text{platoslwr} + 1,137$$

ΜΟΝΤΕΛΟ 5 : Η μαθηματική σχέση του μοντέλου που προέκυψε για το κάπνισμα κατά τη διάρκεια της οδήγησης είναι:

$$\text{LogV} = - 0,011 \times \text{smokeDR} - 0,139 \times \text{orizod} - 0,097 \times \text{Gear4} - 0,163 \times \text{BrkA} - 0,039 \times \text{sex} + 0,035 \times \text{LIKDR} + 0,010 \times \text{DRightM} + 1,623$$

όπου:

eat:	εάν ο οδηγός στο αντίστοιχο τμήμα καταναλώνει φαγητό (1=ΝΑΙ, 0=ΌΧΙ)
smokeDR:	εάν ο οδηγός στο αντίστοιχο τμήμα καπνίζει (1=ΝΑΙ, 0=ΌΧΙ)
talk:	εάν ο οδηγός στο αντίστοιχο τμήμα ομιλεί με συνοδηγό (1=ΝΑΙ, 0=ΌΧΙ)
te:	εάν ο οδηγός στο αντίστοιχο τμήμα ομιλεί με συνοδηγό – “εύκολη” συνομιλία (1=ΝΑΙ, 0=ΌΧΙ)
td:	εάν ο οδηγός στο αντίστοιχο τμήμα ομιλεί με συνοδηγό – “δύσκολη” συνομιλία (1=ΝΑΙ, 0=ΌΧΙ)
orizod:	παρουσία κλειστών στροφών (1=ΝΑΙ, 0=ΌΧΙ)
katwf:	κατωφέρεια (1=ΝΑΙ, 0=ΌΧΙ)
RPMav:	μέσος αριθμός στροφών κινητήρα (min^{-1})
AccLonA:	μέση τιμή επιτάχυνσης (m/s^2)
platoslwr:	πλάτος λωρίδας κυκλοφορίας (m)
DRightM:	μέγιστη απόσταση οχήματος από το δεξί άκρο της οδού (m)
sex:	φύλο (1=ΓΥΝΑΙΚΑ, 0=ΑΝΤΡΑΣ)

- LIKDR:** εάν αρέσει στον συμμετέχοντα η οδήγηση (1=ΝΑΙ, 0=ΌΧΙ)
Gear4: ποσοστό διαδρομής που ο οδηγός χρησιμοποιούσε την 4^η ταχύτητα κιβωτίου
BrkA: ποσοστό διαδρομής που ο οδηγός πατούσε φρένο

Κατανάλωση φαγητού

Η μεταβλητή **eat** αφορά στην κατανάλωση φαγητού κατά τη διάρκεια της οδήγησης και μελετήθηκε στο πρώτο πείραμα. Το αρνητικό της πρόσημο υποδηλώνει την αντιστρόφως ανάλογη σχέση που τη συνδέει με τη μέση ταχύτητα οδήγησης. Παίρνει τις τιμές 0 και 1. Η πρώτη αφορά στην ύπαρξη και η δεύτερη στην απουσία της συγκεκριμένης δραστηριότητας. Αύξηση της συγκεκριμένης διακριτής μεταβλητής συνεπάγεται **μείωση της τιμής της ταχύτητας του οδηγού**. Ενδεχομένως η διαδικασία κατανάλωσης φαγητού συμπεριλαμβανομένης της προετοιμασίας της, δεσμεύει τα χέρια του οδηγού και κάποιες στιγμές εστιάζει την όρασή του στο εσωτερικό του οχήματος. Αυτό επιφέρει μία μείωση στη μέση τιμή της ταχύτητας, μείωση που ενδεχομένως οφείλεται στην αίσθηση κινδύνου που αντιλαμβάνεται ο οδηγός κατά τη διάρκεια της συγκεκριμένης απόσπασης.

Η μεταβλητή **eat** θεωρείται στατιστικά σημαντική σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95% ($t = 2,682$).

“Εύκολη” ομιλία με συνοδηγό

Το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής **te** στο δεύτερο 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 **στη διάρκεια της συζήτησης** (τιμή 1 της μεταβλητής) η **ταχύτητα οδήγησης είναι χαμηλότερη**. Ενδεχομένως ο οδηγός λόγω της συζήτησης αναγκάζεται να μειώσει ταχύτητα ώστε αυτό να λειτουργήσει ως αντισταθμιστικός παράγοντας της αυξημένης επικινδυνότητας. Να σημειωθεί πως το ύφος της συνομιλίας αυτής ήταν φιλικό- καθημερινό και περιελάμβανε ερωτήσεις γενικού περιεχομένου.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της μεταβλητής είναι 3,827 στο δεύτερο μοντέλο της ταχύτητας πιστοποιώντας έτσι τη στατιστική σημαντικότητα της μεταβλητής.

“Δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό

Η μεταβλητή **td** αφορά στην πραγματοποίηση ή όχι μιας ομιλίας με συνεπιβάτη κατά τη διάρκεια της οδήγησης. Μελετήθηκε στο τρίτο μαθηματικό μοντέλο και το αρνητικό της πρόσημο φανερώνει ότι, **αύξηση της τιμής** της διακριτής αυτής μεταβλητής, **συνεπάγεται μείωση της τιμής της ταχύτητας** του οδηγού. Όπως έχει αναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο, η “δύσκολη” αυτή συνομιλία συμπεριελάμβανε ερωτήσεις αυξημένης δυσκολίας απαιτούνταν δε συγκέντρωση και μαθηματική-λογική σκέψη. Το αποτέλεσμα αυτό θεωρείται αναμενόμενο, καθώς η έντονη συνομιλία προκαλεί μείωση της ταχύτητας της διαδρομής. Πιθανώς λόγω των αυξημένων πνευματικών απαιτήσεων που προκαλεί η συνομιλία κατά την οδήγηση οι οδηγοί επιλέγουν να ελαττώσουν ταχύτητα γιατί θεωρούν ότι έτσι μειώνεται ο κίνδυνος ατυχήματος.

Η μεταβλητή **td** θεωρείται στατιστικά σημαντική, καθώς η απόλυτη τιμή του δείκτη t είναι 2,026.

Ενοποιημένη ομιλία με συνοδηγό (“εύκολη” και “δύσκολη”)

Σε μία προσπάθεια μελέτης της ομιλίας με συνοδηγό ανεξαρτήτου ύφους εξετάστηκε η μεταβλητή **talk** η οποία περιλαμβάνει όλα τα κομμάτια της διαδρομής που ο εθελοντής μιλούσε με τον συνοδηγό. Η διακριτή τιμή **talk** εμπεριέχεται στο 4^ο μοντέλο και το αρνητικό της πρόσημο φανερώνει πως οι οδηγοί στο τμήμα της οδού που μιλούν με συνεπιβάτη τείνουν να μειώσουν την ταχύτητα του οχήματος. Το αποτέλεσμα αυτό ενδεχομένως οφείλεται στο γεγονός ότι η ομιλία ως διαδικασία αποσπά την προσοχή του οδηγού καθώς εμπεριέχει πνευματική εγρήγορση.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της μεταβλητής **talk** είναι 3,940 και συνεπώς στατιστικά σημαντική σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Κάπνισμα

Η μεταβλητή **smokeDR** αφορά στο κάπνισμα κατά τη διάρκεια της οδήγησης και μελετήθηκε στο πέμπτο μαθηματικό μοντέλο. Το αρνητικό της πρόσημο υποδηλώνει την αντιστρόφως ανάλογη σχέση που τη συνδέει με τη μέση ταχύτητα οδήγησης. Παίρνει τις τιμές 0 και 1. Η πρώτη αφορά στην ύπαρξη και η δεύτερη στην απουσία της συγκεκριμένης δραστηριότητας. Αύξηση της συγκεκριμένης διακριτής μεταβλητής

συνεπάγεται μείωση της τιμής της ταχύτητας του οδηγού. Το αποτέλεσμα αυτό ενδεχομένως συμβαίνει διότι καθώς η διαδικασία καπνίσματος συμπεριλαμβανομένης της προετοιμασίας της, δεσμεύει τα χέρια του οδηγού και κάποιες στιγμές εστιάζει την όρασή του στο εσωτερικό του οχήματος. Αυτό επιφέρει μία μείωση στη μέση τιμή της ταχύτητας, μείωση που ενδεχομένως οφείλεται στην προσπάθεια του οδηγού να ανταπεξέλθει σε δύο ενέργειες ταυτόχρονα.

Η μεταβλητή **smokeDR** θεωρείται στατιστικά σημαντική, καθώς η απόλυτη τιμή του δείκτη t είναι 1,465.

Μέσος αριθμός στροφών κινητήρα μηχανής οχήματος

Η μεταβλητή **RPMav** παρουσιάζεται στα τέσσερα πρώτα μοντέλα με θετικό πρόσημο. Παρατηρείται ότι, **αυξημένος μέσος αριθμός στροφών κινητήρα οδηγεί σε αύξηση της ταχύτητας**. Η οδήγηση σε υψηλές στροφές κινητήρα πιθανώς υποδηλώνει **καλύτερο έλεγχο** του οχήματος, με αποτέλεσμα ο οδηγός να οδηγεί με αυξημένες ταχύτητες.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της μεταβλητής **RPMav** είναι 14.638, 14.813, 15.414 και 17.503 αντίστοιχα, γεγονός που υποδηλώνει τη στατιστική σημαντικότητα των μεταβλητών.

Μέση τιμή επιτάχυνσης

Η συνεχής μεταβλητή **AccLonA** παρουσιάζεται στο πρώτο και στο τρίτο μοντέλο. Αφορά στην μέση τιμή της επιτάχυνσης του οχήματος και η μονάδα μέτρησης είναι m/s^2 . Παρατηρείται ότι η μεταβλητή στο μοντέλο έχει θετικό πρόσημο, κάτι το οποίο σημαίνει ότι **αύξηση στην μέση τιμή επιτάχυνσης συνεπάγεται αύξηση της τιμής της ταχύτητας του οδηγού**. Αυτό εξηγείται ενδεχομένως από το γεγονός ότι άτομα που οδηγούν επιθετικά και αυξομειώνουν έντονα την ταχύτητα του οχήματος (απότομες και αιφνίδιες μεταβολές της ταχύτητας) τείνουν να οδηγούν πιο επικίνδυνα και με αυξημένες ταχύτητες.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της μεταβλητής **AccLonA** στο πρώτο μοντέλο είναι 5,960 ενώ στο τρίτο είναι 4,018, γεγονός που υποδηλώνει τη στατιστική σημαντικότητα της μεταβλητής σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Ποσοστό διαδρομής που ο οδηγός πατούσε φρένο

Η μεταβλητή **BrkA** εμφανίζεται στο τελευταίο μοντέλο που αφορά στη διερεύνηση της επιρροής του καπνίσματος στη ταχύτητα και εμφανίζει αρνητικό πρόσημο. Αύξηση του ποσοστού διαδρομής που ο οδηγός πατούσε φρένο οδηγεί σε μείωση της μέσης ταχύτητας οδήγησης. Αυτό ενδεχομένως εξηγείται από το γεγονός ότι οι οδηγοί που χρησιμοποιούν το φρένο συχνότερα οδηγούν πιο προσεκτικά και παρουσιάζουν μειωμένες ταχύτητες.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της στατιστικής σημαντικότητας της μεταβλητής **BrkA** είναι 3,031.

Πλάτος λωρίδας κυκλοφορίας

Η μεταβλητή **platoslwr** παρουσιάζεται στο πρώτο, δεύτερο, τρίτο και τέταρτο μοντέλο. Παρατηρείται ότι και στα τέσσερα μοντέλα η μεταβλητή έχει θετικό πρόσημο. Η αύξηση του πλάτους λωρίδας οδηγεί σε αύξηση της ταχύτητας. Το συγκεκριμένο αποτέλεσμα εξηγείται ενδεχομένως από το ότι όταν η στενότητα των ερεισμάτων και οι πλευρικές αποστάσεις είναι μικρές οι οδηγοί αντιδρούν με μείωση της ταχύτητας για να οδηγήσουν ασφαλέστερα σε περίπτωση ελιγμών.

Οι απόλυτες τιμές του δείκτη t της μεταβλητής **platoslwr** είναι 4,418, 4,314, 4,061 και 4,107 στο πρώτο, δεύτερο, τρίτο και τέταρτο μοντέλο αντίστοιχα άρα είναι στατιστικά σημαντική σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Ποσοστό διαδρομής που χρησιμοποιήθηκε 4^η ταχύτητα κιβωτίου

Η μεταβλητή **Gear4** παρουσιάζεται στο πέμπτο μοντέλο με θετικό πρόσημο. Αύξηση της τιμής της μεταβλητής, συνεπάγεται αύξηση της τιμής της ταχύτητας του οδηγού. Η ταχύτητα αυτή χρησιμοποιείται σε υψηλές ταχύτητες οδήγησης και ενδεχομένως οι πιο γρήγοροι οδηγοί να την χρησιμοποιούν πιο συχνά.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της μεταβλητής **Gear4** είναι 7,859, γεγονός που υποδηλώνει τη στατιστική σημαντικότητα της μεταβλητής αυτής.

Μέγιστη απόσταση οχήματος από το δεξί άκρο της οδού

Η μεταβλητή **DRightM** παρουσιάζεται στο πέμπτο μοντέλο (Κατανάλωση φαγητού στη διάρκεια της οδήγησης). Παρατηρείται ότι η μεταβλητή έχει θετικό πρόσημο. Η αύξηση της μέγιστης απόστασης του οχήματος από το άκρο της οδού οδηγεί σε αύξηση της ταχύτητας. Αυτή η σχέση ενδεχομένως εξηγείται από το ότι καθώς αυξάνεται η απόσταση από το άκρο της οδού ο οδηγός έχει περισσότερη άνεση στην οδήγηση αφού το όχημα δεν κινδυνεύει να βγει έξω από τις οριογραμμές του οδοστρώματος.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της στατιστικής σημαντικότητας της μεταβλητής **DRightM** είναι 2,045 στο πέμπτο μοντέλο υποδεικνύοντας έτσι τη στατιστική σημαντικότητα της μεταβλητής.

Παρουσία συνεχών κλειστών στροφών

Η μεταβλητή **orizod** αφορά στην ύπαρξη (τιμή 1) ή μη (τιμή 0) συνεχών κλειστών στροφών κατά τη διάρκεια της πειραματικής διαδρομής. Συναντάται ως διακριτή ανεξάρτητη μεταβλητή και στα τέσσερα μοντέλα και λαμβάνει αρνητικό πρόσημο. Το αρνητικό πρόσημο υποδηλώνει ότι σε περιπτώσεις όπου ο οδηγός συναντά κλειστές στροφές μειώνει την ταχύτητά του. Το αποτέλεσμα αυτό εξηγείται ενδεχομένως από το γεγονός ότι η μεταβλητή που κατά κύριο λόγο επηρεάζει την μέση ταχύτητα οδήγησης είναι τα χαρακτηριστικά της οδού.

Αναφέρεται και εδώ ότι, η μεταβλητή **orizod** θεωρείται στατιστικά σημαντική και στα πέντε μοντέλα, καθώς η απόλυτη τιμή του δείκτη t είναι 21.728, 21.338, 24.251, 26.016 και 15.871 αντίστοιχα.

Φύλο

Η μεταβλητή **sex** που αφορά το φύλο του οδηγού παρουσιάζεται και στα πέντε μοντέλα. Το πρόσημο της μεταβλητής είναι και στα πέντε μοντέλα αρνητικό, που σημαίνει ότι όσο αυξάνεται η τιμή της διακριτής αυτής μεταβλητής, μειώνεται η τιμή της ταχύτητας. Το αρνητικό πρόσημο, σε αυτήν την περίπτωση, δηλώνει ότι **οι γυναίκες** (τιμή 1 της μεταβλητής) **παρουσιάζουν χαμηλότερη ταχύτητα από εκείνη των αντρών** (τιμή 0 της μεταβλητής). Στο ίδιο συμπέρασμα καταλήγει κανείς και με μια απλή θεώρηση των ταχυτήτων που μετρήθηκαν στο σύνολο των οδηγών. Το γεγονός αυτό εξηγείται ενδεχομένως βάσει των χαρακτηριστικών της

προσωπικότητας των δύο φύλων, με τους άντρες περισσότερο παρορμητικούς και ριψοκίνδυνους και λιγότερο επιφυλακτικούς στην οδήγηση σε σχέση με τις γυναίκες.

Οι απόλυτες τιμές του δείκτη t της μεταβλητής **sex** είναι για τα πέντε μοντέλα 4.268, 4.392, 6.256, 5.729 και 5.766 αντίστοιχα.

Υπαρξη αρνητικής κλίσης κατά μήκος της οδού

Η μεταβλητή **katwf** αναφέρεται στην ύπαρξη ή μη κατωφέρειας κατά μήκος της οδού. Παρουσιάζεται στο πρώτο, στο τρίτο και στο τέταρτο μοντέλο. Έχει θετικό πρόσημο και φανερώνει την ανάλογη σχέση που συνδέει την ταχύτητα με την κατωφέρεια. Παρατηρείται ότι στην **παρουσία αρνητικής κλίσης** της οδού ο εθελοντής παρουσίαζε **αυξημένη ταχύτητα**. Το αποτέλεσμα αυτό εξηγείται ενδεχομένως από το ότι στην κατωφέρεια επιδρούν οι συνιστώσες των βαρυτικών δυνάμεων αυξάνοντας έτσι την συνισταμένη δύναμη κινήσεως του οχήματος.

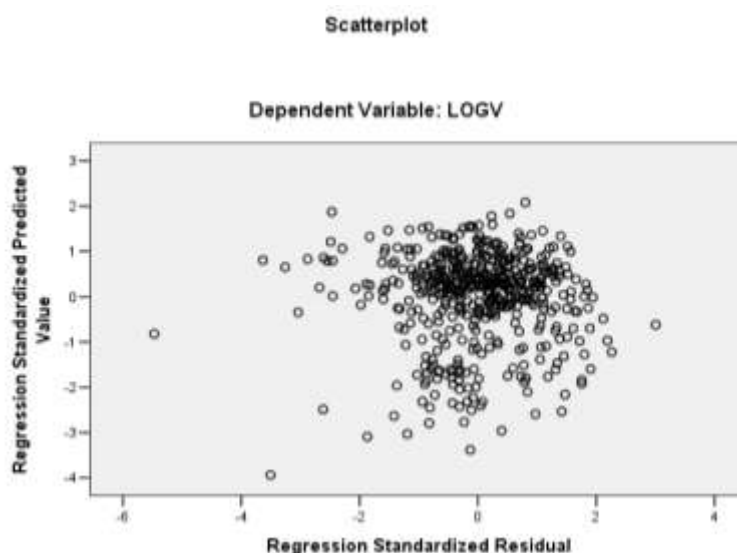
Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της στατιστικής σημαντικότητας της μεταβλητής **katwf** στο πρώτο, τρίτο και τέταρτο μοντέλο είναι 6.515, 4.338 και 4.433 αντίστοιχα.

Παράμετρος που ελέγχει αν αρέσει στον συμμετέχοντα η οδήγηση

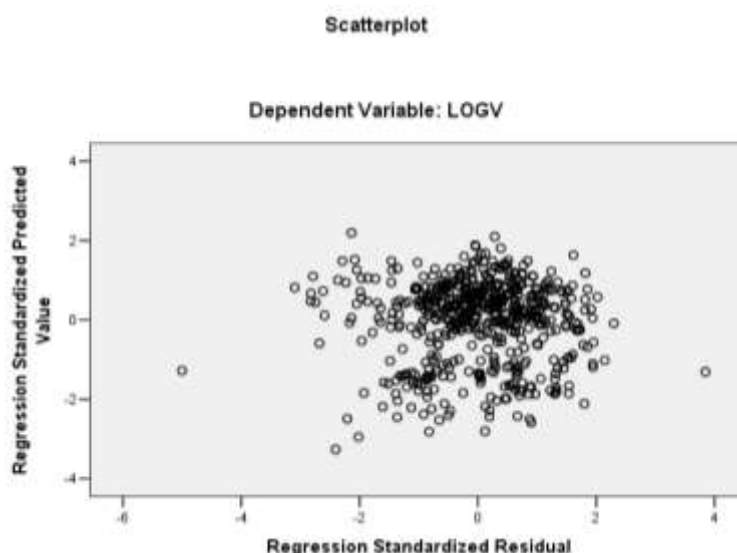
Η διακριτή μεταβλητή **LIKDR** προέρχεται από το ερωτηματολόγιο που δόθηκε στους συμμετέχοντες πριν την διαδικασία του πειράματος και εξετάζει αν αρέσει στον συμμετέχοντα η διαδικασία της οδήγησης. Η μεταβλητή παρουσιάζεται στο πρώτο, στο δεύτερο, στο τέταρτο και στο πέμπτο μοντέλο με θετικό πρόσημο. Αυτό σημαίνει ότι όταν ο συμμετέχοντας έχει απαντήσει πως του αρέσει η οδήγηση αυξάνεται η μέση τιμή της ταχύτητας. Οι οδηγοί που απαντούσαν πως δεν τους αρέσει η οδήγηση πιθανώς οδηγούν με λιγότερη αυτοπεποίθηση και με περισσότερη προσοχή, άρα και με μικρότερη ταχύτητα.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της μεταβλητής **LIKDR** παίρνει τις τιμές 3.702, 4.921, 4.273 και 2.994 αντίστοιχα.

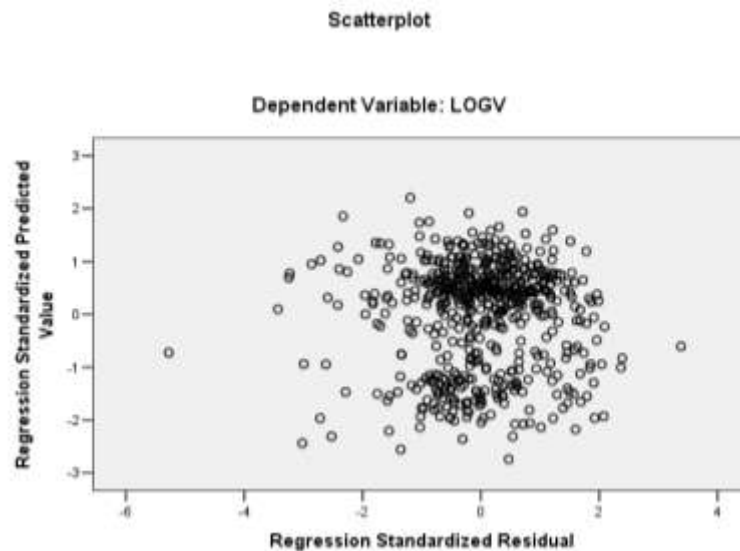
Ένας τελευταίος έλεγχος είναι εκείνος που φαίνεται στο διάγραμμα που ακολουθεί, όπου ο άξονας Χ αντιπροσωπεύει το μέγεθος $zresid$ (Standard residual), δηλαδή τα τυπικά σφάλματα και ο άξονας Ψ το μέγεθος $zpred$ (Standardized Predicted Value), δηλαδή τις προβλεπόμενες τιμές του μοντέλου.



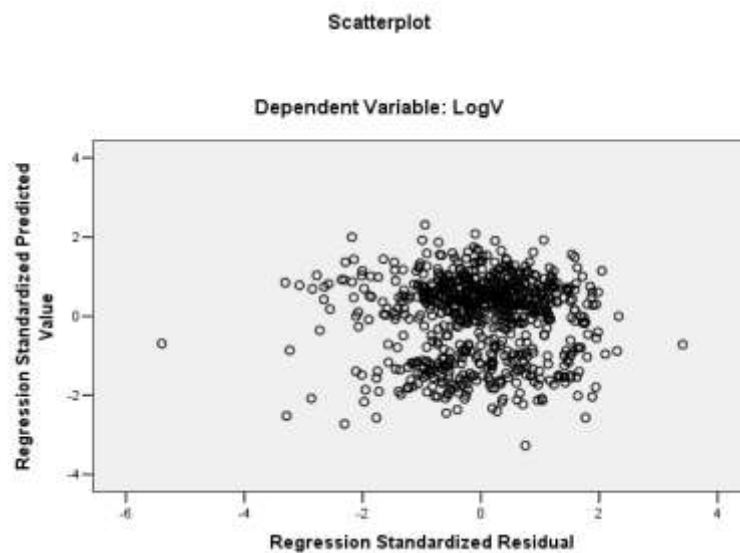
Διάγραμμα 5.16: Συσχέτιση και διασπορά των σφαλμάτων στο μοντέλο 1



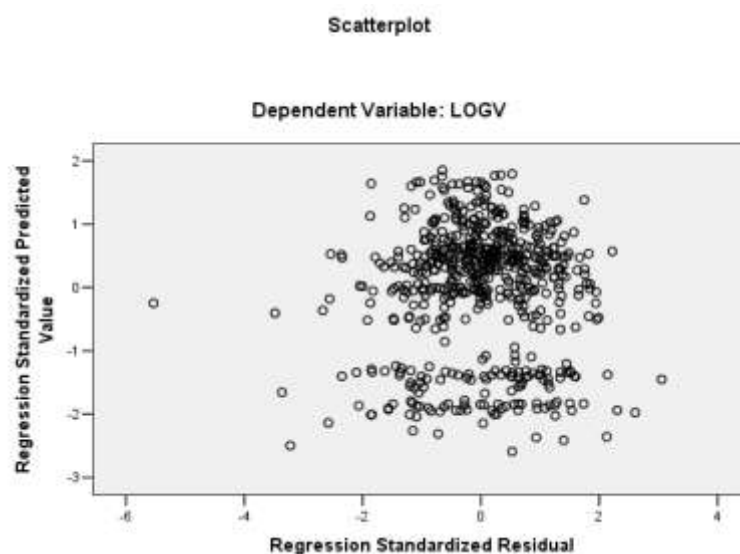
Διάγραμμα 5.17: Συσχέτιση και διασπορά των σφαλμάτων στο μοντέλο 2



Διάγραμμα 5.18: Συσχέτιση και διασπορά των σφαλμάτων στο μοντέλο 3



Διάγραμμα 5.19: Συσχέτιση και διασπορά των σφαλμάτων στο μοντέλο 4



Διάγραμμα 5.20: Συσχέτιση και διασπορά των σφαλμάτων στο μοντέλο 5

Από τα παραπάνω διαγράμματα 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 Σχετική επιρροή των μεταβλητών

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 κατά 1% μεταβολή της ανεξάρτητης.

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

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

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 $e_i = \beta_i * (X_i / Y_i)$, 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.

Όσον αφορά στο 4^ο μαθηματικό μοντέλο που εξετάζει και τις δύο συνομιλίες συνολικά δεν κρίθηκε αναγκαίο να μελετηθεί ο βαθμός επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών.

Πίνακας 5.21: Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλων ταχύτητας

Ανεξάρτητες μεταβλητές	"Εύκολη" συνομιλία				"Δύσκολη" συνομιλία				Κατανάλωση φαγητού				Κάπνισμα			
	β _i	t	Σχετική επιρροή		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 ⁺			e _i	e _i ⁺
ΣΥΝΕΧΕΙΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ																
Μέσος αριθμός στροφών κινητήρα	8,0x10 ⁻⁵	14.8	0.139	1.0	8,2x10 ⁻⁵	15.4	0.142	66.7	8,6x10 ⁻⁵	14.6	0.148	42.6				
Μέση τιμή επιτάχυνσης					0.030	4.0	0.002	1.0	0.045	6.0	0.003	1.0				
Ποσοστό διαδρομής που χρησιμοποιήθηκε το φρένο													-0.163	-3.0	-0.003	-1.0
Πλάτος λωρίδας κυκλοφορίας	0.068	4.3	0.182	1.3	0.069	4.1	0.187	87.8	0.077	4.4	0.205	59.3				
Ποσοστό διαδρομής που χρησιμοποιήθηκε η 4η ταχύτητα													0.097	7.9	0.011	3.7
Μέγιστη απόσταση οχήματος από το δεξί άκρο της οδού													0.010	2.0	0.015	5.1
ΔΙΑΚΡΙΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ																
Κατανάλωση φαγητού									-0.024	-2.7	-0.003	-1.0				
"Εύκολη" συνομιλία	-0.024	-3.8	-0.004	-1.0												
"Δύσκολη" συνομιλία					-0.014	-2.0	-0.003	-1.0								
Κάπνισμα													-0.011	-1.5	-0.002	-1.0
Παρουσία έντονων στροφών	-0.149	-21.3	-0.022	-4.9	-0.175	-24.3	-0.035	-13.7	-0.182	-21.7	-0.023	-9.0	-0.139	-15.9	-0.020	-10.2
Φύλο	-0.026	-4.4	-0.008	-1.8	-0.036	-6.3	-0.011	-4.3	-0.027	-4.3	-0.008	-3.1	-0.039	-5.8	-0.011	-5.9
Κατωφέρεια					0.044	4.3	0.003	1.3	0.067	6.5	0.006	2.1				
Απόλαυση οδήγησης	0.046	4.9	0.025	5.6					0.038	3.7	0.021	7.9	0.035	3.0	0.019	9.9
R ² 0.600 0.727 0.698 0.481																

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 παρατηρείται ότι:

❖ **1° ΜΟΝΤΕΛΟ:** εξέταση **παράγοντα κατανάλωσης φαγητού:**

- Η επιρροή της υπό εξέταση μεταβλητής που αφορά στην κατανάλωση φαγητού παρουσιάζει μοναδιαία σχετική επιρροή.
- Οι μεταβλητές "παρουσία κλειστών στροφών" και "απόλαυση οδήγησης" εμφανίζουν αντίστοιχα 9,0 και 7,9 φορές μεγαλύτερη επιρροή στη ταχύτητα σε σχέση με την "κατανάλωση φαγητού".
- Οι μεταβλητές "φύλο" και "κατωφέρεια" έχουν τριπλάσια και διπλάσια επιρροή αντίστοιχα στη ταχύτητα συγκρινόμενες με τη μεταβλητή "κατανάλωση φαγητού".

❖ **2° ΜΟΝΤΕΛΟ:** εξέταση **παράγοντα "εύκολη" συνομιλία:**

- Η επιρροή της υπό εξέταση μεταβλητής που αφορά στην "εύκολη" συνομιλία παρουσιάζει μοναδιαία σχετική επιρροή στο μαθηματικό μοντέλο.
- Οι μεταβλητές "παρουσία κλειστών στροφών" και "απόλαυση οδήγησης" εμφανίζουν αντίστοιχα 4,9 και 5,6 φορές μεγαλύτερη επιρροή στη ταχύτητα σε σχέση με την "εύκολη συνομιλία".
- Η μεταβλητή "φύλο" επηρεάζει την ταχύτητα οδήγησης κατά 1,8 φορές περισσότερο από την "εύκολη συνομιλία".

❖ **3° ΜΟΝΤΕΛΟ:** εξέταση **παράγοντα “δύσκολη” συνομιλία:**

- Η επιρροή της υπό εξέταση μεταβλητής που αφορά στην “δύσκολη” συνομιλία παρουσιάζει μοναδιαία σχετική επιρροή στο μαθηματικό μοντέλο.
- Η μεταβλητή “παρουσία κλειστών στροφών” εμφανίζει περίπου 14 φορές μεγαλύτερη επιρροή στη ταχύτητα σε σχέση με την “δύσκολη συνομιλία”.
- Οι μεταβλητές “φύλο” και “κατωφέρεια” έχουν αντίστοιχα 4,3 και 1,3 μεγαλύτερη επιρροή στην ταχύτητα συγκρινόμενες με τη μεταβλητή “δύσκολη συνομιλία”.

❖ **5° ΜΟΝΤΕΛΟ:** εξέταση **παράγοντα καπνίσματος:**

- Η επιρροή της υπό εξέταση μεταβλητής που αφορά στο κάπνισμα παρουσιάζει μοναδιαία σχετική επιρροή στο μαθηματικό μοντέλο.
- Οι μεταβλητές “παρουσία κλειστών στροφών” και “απόλαυση οδήγησης” εμφανίζουν 10 φορές μεγαλύτερη επιρροή στη ταχύτητα σε σχέση με το “κάπνισμα”.
- Η μεταβλητή “φύλο” έχει εξαπλάσια επιρροή στη ταχύτητα συγκρινόμενη με τη μεταβλητή “κάπνισμα”.

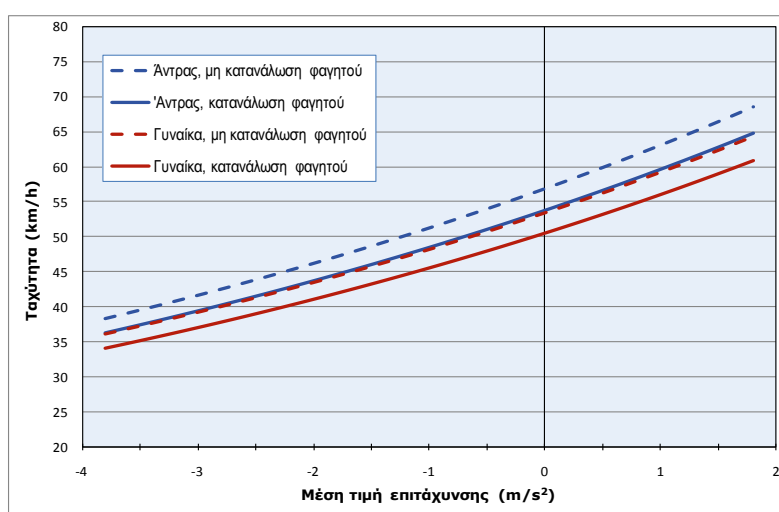
Ως **γενικά συμπεράσματα** αναφέρεται ότι:

- Η κατανάλωση φαγητού, το κάπνισμα και η ομιλία με τον συνοδηγό συντελούν στη μείωση της μέσης ταχύτητας οδήγησης και στα τέσσερα μοντέλα που αναπτύχθηκαν.
- Όσον αφορά στις συνεχείς μεταβλητές στα τρία πρώτα μοντέλα η μεταβλητή “πλάτος λωρίδας κυκλοφορίας” έχει την μεγαλύτερη επιρροή στην ταχύτητα, ενώ στο τέταρτο μοντέλο η μεταβλητή “μέγιστη απόσταση οχήματος από το δεξί άκρο της οδού”.
- Η μεταβλητή “φύλο” παρουσιάζεται και στα τέσσερα μοντέλα με αρνητικό πρόσημο, που σημαίνει πως οι γυναίκες φαίνεται πως οδηγούν με μικρότερες ταχύτητες σε σχέση με τους άντρες.

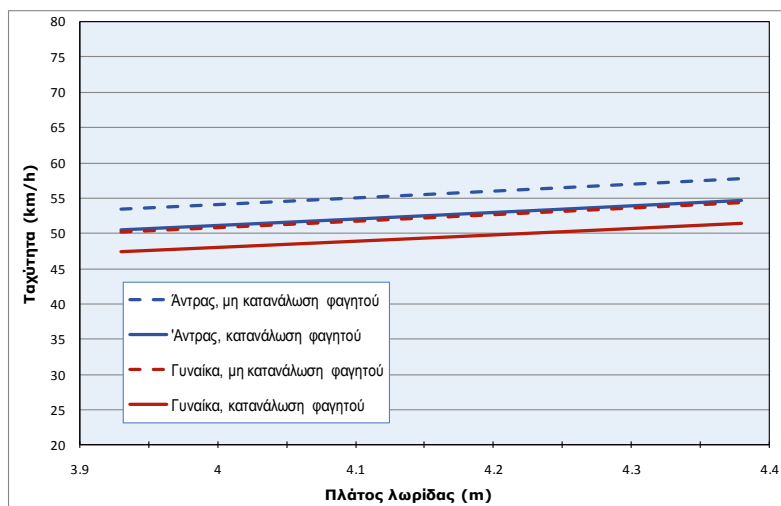
- Η μεταβλητή “απόλαυση οδήγησης” αφορά στις απαντήσεις που δόθηκαν μέσω ερωτηματολογίων από τους συμμετέχοντες για το αν τους αρέσει η οδήγηση. Παρουσιάζεται στο πρώτο, δεύτερο και τέταρτο μοντέλο και παρουσιάζει θετική επιρροή, δηλαδή οι συμμετέχοντες που τους αρέσει η οδήγηση τείνουν να παρουσιάζουν αυξημένες ταχύτητες.

5.2.9 Ανάλυση ευαισθησίας

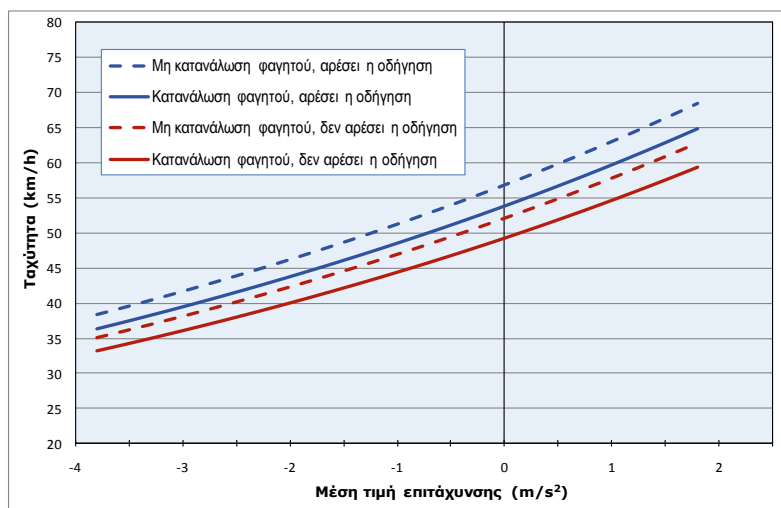
Στο παρόν εδάφιο παρουσιάζονται ορισμένα **διαγράμματα ευαισθησίας**, που αναπτύχθηκαν, με στόχο την καλύτερη κατανόηση της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη μεταβλητή, που προβλέπει το μοντέλο της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης. Τέλος αναφέρονται μερικά γενικά συμπεράσματα.



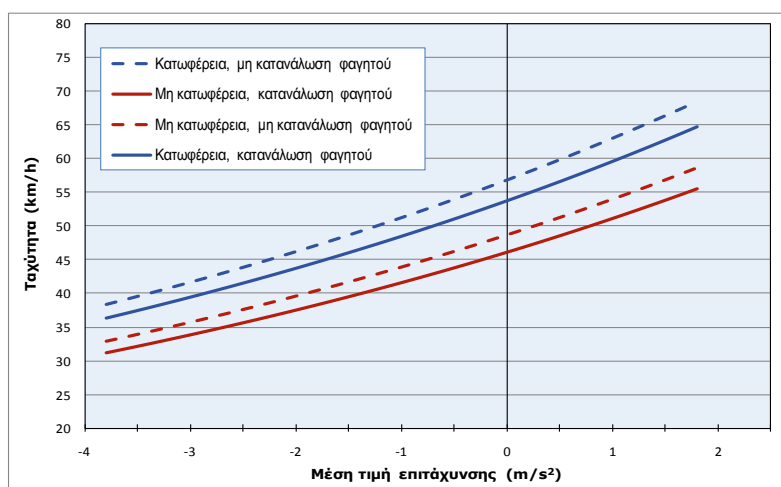
Διάγραμμα 5.21: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με μέση τιμή επιτάχυνσης σε ορεινό περιβάλλον (Μοντέλο 1) (orizod=0, RPMav=2831, LIKDR=1, platoslwr=4,36, katwf=1)



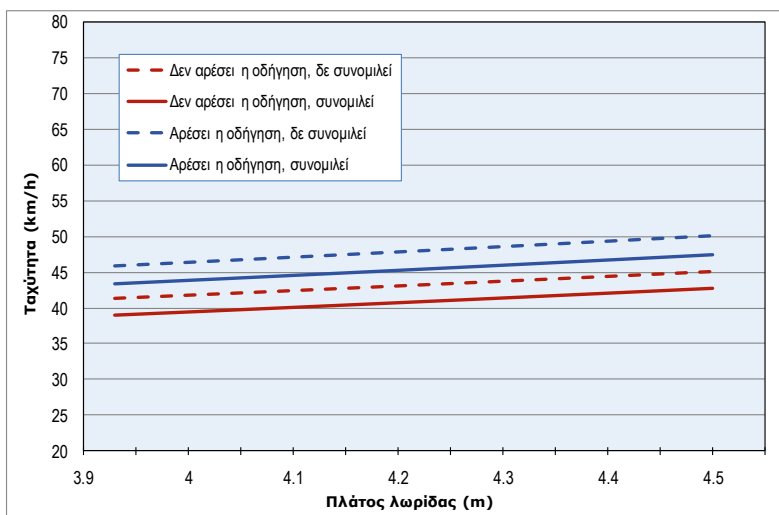
Διάγραμμα 5.22: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με μέση το πλάτος λωρίδας σε ορεινό περιβάλλον (Μοντέλο 1) (orizod=0, RPMav=2831, LIKDR=1, AccLonA=0,13 , katwf=1)



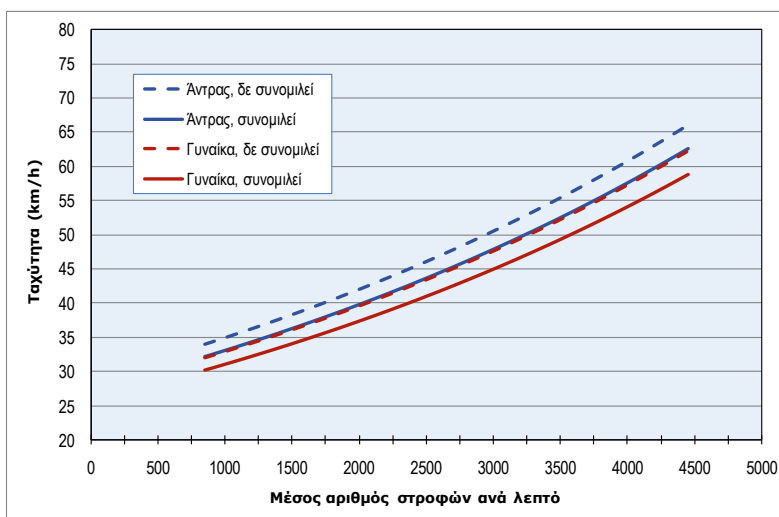
Διάγραμμα 5.23: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με μέση τιμή επιτάχυνσης σε ορεινό περιβάλλον (Μοντέλο 1) (orizod=0, RPMav=2831, sex=0 , platoslwr=4,36, katwf=1)



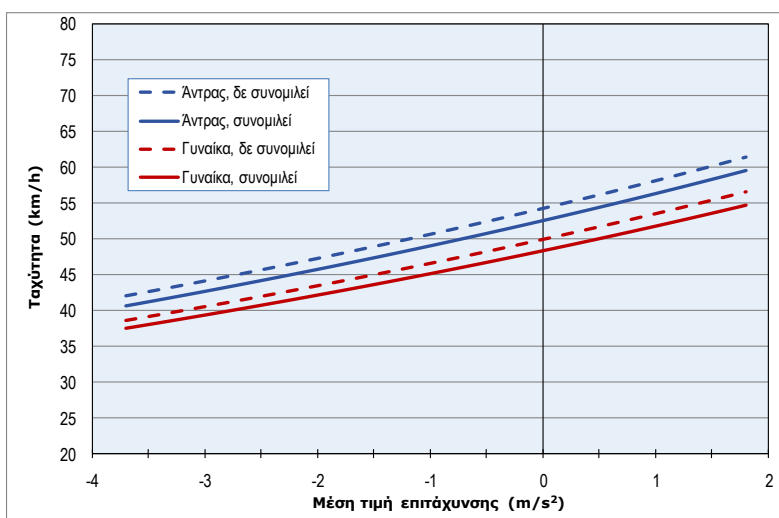
Διάγραμμα 5.24: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με μέση τιμή επιτάχυνσης σε ορεινό περιβάλλον (Μοντέλο 1) (orizod=0, RPMav=2831, sex=0 , platoslwr=4,36 , LIKDR=1)



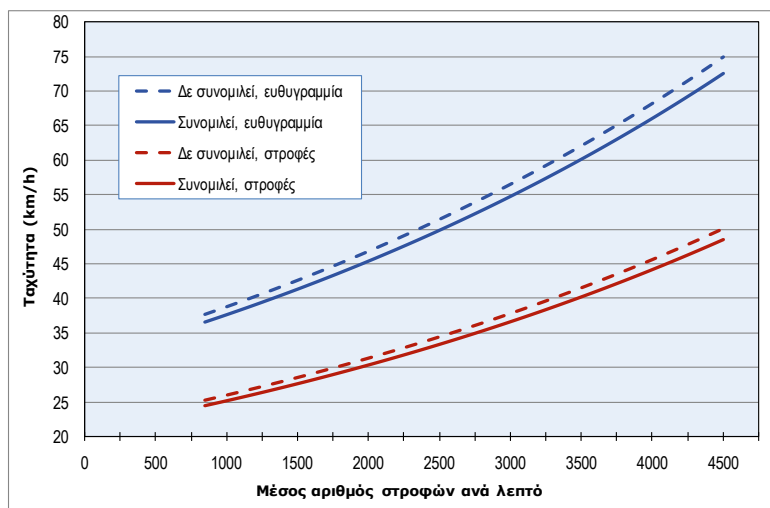
Διάγραμμα 5.25: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με το πλάτος λωρίδας σε ορεινό περιβάλλον (Μοντέλο 2, "εύκολη" συνομιλία) ($\text{orizod}=0$, $\text{RPMav}=2842$, $\text{sex}=0$)



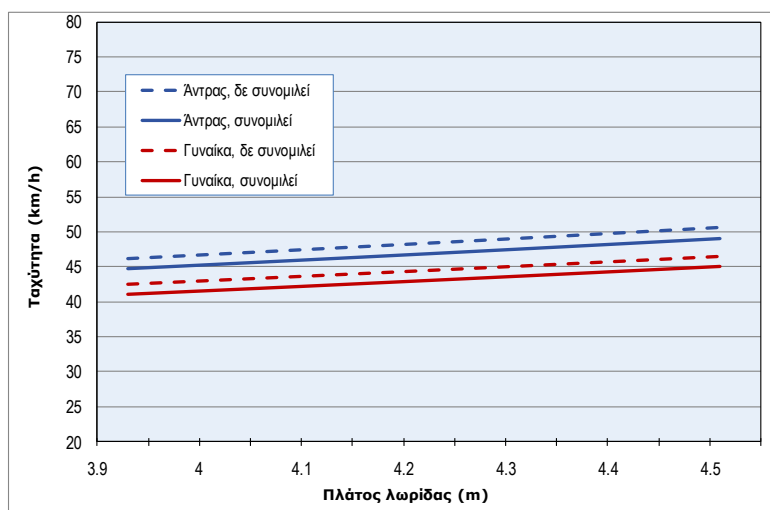
Διάγραμμα 5.26: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με μέσο αριθμό στροφών σε ορεινό περιβάλλον (Μοντέλο 2, "εύκολη" συνομιλία) ($\text{orizod}=0$, $\text{platoslwr}=4,358$, $\text{LIKDR}=1$)



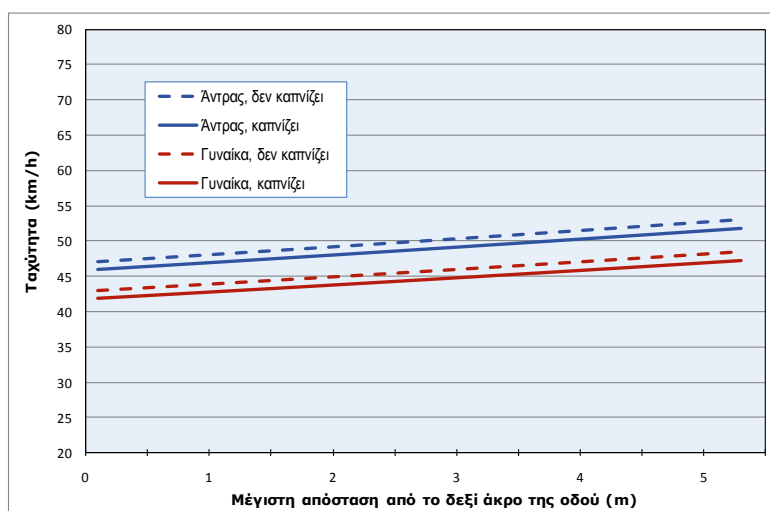
Διάγραμμα 5.27: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με μέση τιμή επιτάχυνσης σε ορεινό περιβάλλον (Μοντέλο 3, "δύσκολη" συνομιλία) ($\text{orizod}=0$, $\text{RPMav}=2830$, $\text{katwf}=1$, $\text{platoslwr}=4,368$)



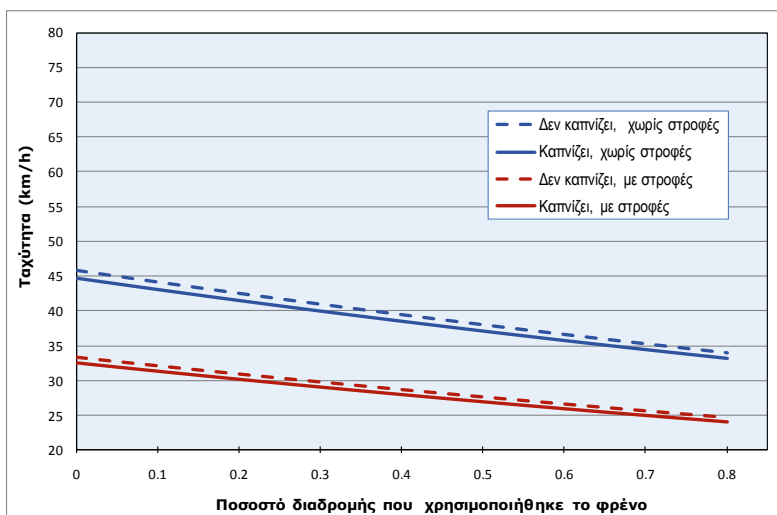
Διάγραμμα 5.28: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με μέσο αριθμό στροφών σε ορεινό περιβάλλον (Μοντέλο 3, "δύσκολη" συνομιλία) (katwf=1, platoslwr=4,368, AccLonA=0,119, sex=0)



Διάγραμμα 5.29: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με πλάτος λωρίδας σε ορεινό περιβάλλον (Μοντέλο 3) (RPMav=2830, AccLonA=0,119, orizod=0, katwf=0)



Διάγραμμα 5.30: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με μέγιστη απόσταση από το δεξί άκρο της οδού σε ορεινό περιβάλλον (Μοντέλο 5) (orizod=0, LIKDR=1, Gear4=0,19, BrkA=0,028)



Διάγραμμα 5.31: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με το ποσοστό διαδρομής που χρησιμοποιήθηκε το φρένο σε ορεινό περιβάλλον (Μοντέλο 5) (sex=1, LIKDR=1, Gear4=0,19, DRightM=2,43)

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

- Η μέση ταχύτητα οδήγησης των αντρών όταν καταναλώνουν φαγητό είναι σχεδόν ίση με την αντίστοιχη των γυναικών όταν εκείνες δεν καταναλώνουν φαγητό.
- Τα άτομα που απάντησαν ότι τους αρέσει η οδήγηση παρουσιάζουν υψηλότερες ταχύτητες από τα άτομα που απάντησαν πως δεν τους αρέσει, ανεξάρτητα από το αν καταναλώνουν ή όχι φαγητό.
- Η μέση ταχύτητα οδήγησης των ατόμων που οδηγούσαν καταναλώνοντας φαγητό και ήταν σε κατωφέρεια ήταν μεγαλύτερη από όταν δεν κατανάλωναν φαγητό και δεν ήταν σε κατωφέρεια υποδεικνύοντας τη μεγάλη επίδραση της κατωφέρειας στην ταχύτητα.
- Η μέση ταχύτητα οδήγησης είναι μειωμένη όταν ο οδηγός συνομιλεί σε σχέση με την αντίστοιχη όταν δεν συνομιλεί είτε έχει απαντήσει ότι του αρέσει η οδήγηση είτε όχι (μοντέλο 2).

- Η μέση ταχύτητα οδήγησης των αντρών όταν συνομιλούν σχεδόν ταυτίζεται με την αντίστοιχη των γυναικών όταν εκείνες δεν συνομιλούν (μοντέλο 2).
- Αντίθετα, όταν η ομιλία έχει αυξημένη δυσκολία η μέση ταχύτητα οδήγησης των ανδρών όταν συνομιλούν παρουσιάζεται μεγαλύτερη από την αντίστοιχη των γυναικών όταν εκείνες δεν συνομιλούν (μοντέλο 3).
- Η μέση ταχύτητα οδήγησης των γυναικών είναι μικρότερη από την ταχύτητα που αναπτύσσουν οι άντρες, είτε εκείνες καπνίζουν είτε όχι (μοντέλο 5).

5.3 Ανάπτυξη και εφαρμογή μαθηματικού μοντέλου για τη μέση απόσταση από τον άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας

Στην παράγραφο περιγράφεται η **διαδικασία ανάλυσης για τον προσδιορισμό της μέσης απόστασης από τον άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας** και θα διερευνηθεί η επιρροή της “δύσκολης” ομιλίας με συνοδηγό σε αυτή.

5.3.1 Δεδομένα εισόδου- καθορισμός μεταβλητών

Στο στατιστικό μοντέλο προσδιορισμού της μέσης απόστασης από τον άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας εξετάσθηκαν οι μεταβλητές που περιγράφηκαν στους πίνακες 4.4 και 4.7. Η βάση δεδομένων εισάχθηκε στο **ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης SPSS** 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 στο τελικό στατιστικό πρότυπο.

ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ:

DCenter: μέση απόσταση από τον άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας (m)

ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ:

td: εάν ο οδηγός στο αντίστοιχο τμήμα ομιλεί με συνοδηγό –“δύσκολη” συνομιλία (1=ΝΑΙ, 0=ΌΧΙ)

orizod: παρουσία κλειστών στροφών (1=ΝΑΙ, 0=ΌΧΙ)

katwf: κατωφέρεια (1=ΝΑΙ, 0=ΌΧΙ)

dv: διαφορά ταχύτητας από τη μέση ταχύτητα (km/h)

platoslwr: πλάτος λωρίδας κυκλοφορίας (m)

RPMav: μέσος αριθμός στροφών κινητήρα (min^{-1})

event: απρόοπτο συμβάν (1=ΝΑΙ, 0=ΌΧΙ)

Speed(M-m)^0,5: τετραγωνική ρίζα της διαφοράς ελάχιστης από μέγιστη ταχύτητα (km/h) σε ένα οδικό τμήμα

AccLonA: μέση τιμή επιτάχυνσης (m/s^2)

Επισημαίνεται ότι, από τις ανωτέρω μεταβλητές, οι μεταβλητές: **dv**, **platoslwr**, **RPMav**, **Speed(M-m)^0,5** και **AccLonA** ορίστηκαν ως συνεχείς (scale). Αντίθετα, 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.

5.3.2 Περιγραφική στατιστική

Η διαδικασία της ανάλυσης που ακολουθήθηκε για την ανάπτυξη του μαθηματικού μοντέλου έχει περιγραφεί σε προηγούμενο υποκεφάλαιο (5.2.2).

Παρακάτω φαίνεται ο πίνακας των περιγραφικών συναρτήσεων των συνεχών μεταβλητών.

Πίνακας 5.22: Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό)

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
dv	580	-31,000	25,414	,000	7,222
Speed(M-m)^0.5	580	,775	9,290	4,758	1,514
platoslwr	580	3,935	4,498	4,368	,178
RPMav	580	896,818	4460,543	2831,061	578,067
AccLonA	580	-3,772	1,786	,119	,415

5.3.3 Συσχέτιση μεταβλητών

Στη συνέχεια πραγματοποιείται η **διερεύνηση της συσχέτισης των μεταβλητών**, η διαδικασία της οποίας αναπτύχθηκε σε προηγούμενο υποκεφάλαιο (5.2.3). Τα αποτελέσματα της διαδικασίας διερεύνησης της συσχέτισης τόσο για τις συνεχείς, όσο και για τις διακριτές μεταβλητές, που λήφθηκαν υπόψη στο μοντέλο, φαίνονται στους πίνακες που ακολουθούν.

Πίνακας 5.23: Συσχέτιση συνεχών μεταβλητών της μέσης απόστασης του οχήματος από τον άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό)

Correlations

		dv	Speed(M-m)^0.5	platoslwr	RPMav	AccLonA
dv	Pearson Correlation	1	,033	-,025	,452**	,100*
	Sig. (2-tailed)		,434	,552	,000	,016
	N	580	580	580	580	580
Speed(M-m)^0.5	Pearson Correlation	,033	1	-,167**	,052	-,085*
	Sig. (2-tailed)	,434		,000	,211	,040
	N	580	580	580	580	580
platoslwr	Pearson Correlation	-,025	-,167**	1	,041	-,057
	Sig. (2-tailed)	,552	,000		,320	,168
	N	580	580	580	580	580
RPMav	Pearson Correlation	,452**	,052	,041	1	,227**
	Sig. (2-tailed)	,000	,211	,320		,000
	N	580	580	580	580	580
AccLonA	Pearson Correlation	,100*	-,085*	-,057	,227**	1
	Sig. (2-tailed)	,016	,040	,168	,000	
	N	580	580	580	580	580

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

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

Πίνακας 5.24: Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης απόστασης του οχήματος από τον άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: "Δύσκολη" ομιλία με συνοδηγό)

Correlations			td	katwf	orizod	event
Spearman's rho	td	Correlation Coefficient	1,000	,225**	,284**	,075
		Sig. (2-tailed)	.	,000	,000	,070
		N	580	580	580	580
	katwf	Correlation Coefficient	,225**	1,000	-,252**	,087*
		Sig. (2-tailed)	,000	.	,000	,036
		N	580	580	580	580
	orizod	Correlation Coefficient	,284**	-,252**	1,000	,099*
		Sig. (2-tailed)	,000	,000	.	,017
		N	580	580	580	580
	event	Correlation Coefficient	,075	,087*	,099*	1,000
		Sig. (2-tailed)	,070	,036	,017	.
		N	580	580	580	580

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

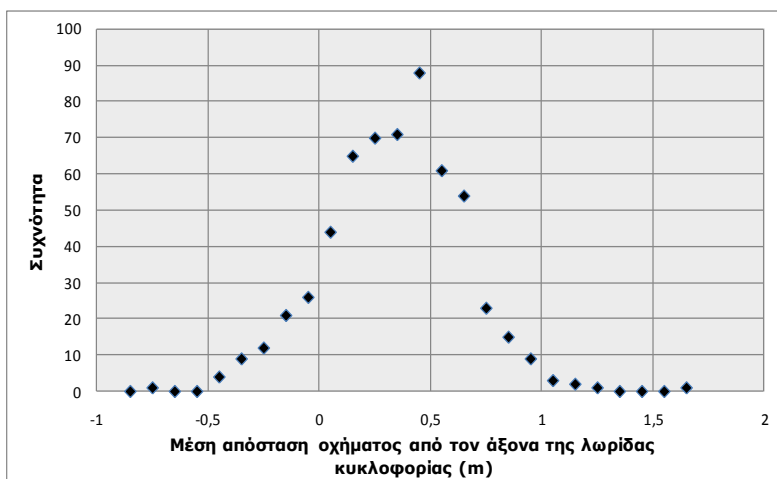
* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Από τους ανωτέρω πίνακες παρατηρούνται τα εξής:

- Όλες οι **ανεξάρτητες μεταβλητές δεν παρουσιάζουν συσχέτιση** (συντελεστής συσχέτισης $< |\pm 0,5|$).
- Το **επίπεδο της στατιστικής σημαντικότητας** τόσο των συνεχών όσο και των διακριτών μεταβλητών είναι μικρότερο από 0,01 (1%).

5.3.4 Λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση

Ως εξαρτημένη μεταβλητή θεωρείται η μέση απόσταση από τον άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας (**DCenter**). Επειδή ένας σημαντικός παράγοντας που καθορίζει την επιλογή της μεθόδου ανάλυσης είναι **η κατανομή που ακολουθεί η εξαρτημένη μεταβλητή** αναπτύχθηκε το διάγραμμα της κατανομής.



Διάγραμμα 5.32: Κατανομή εξαρτημένης μεταβλητής
(Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό)

Η μέθοδος που επιλέχθηκε αρχικά να εξεταστεί είναι εκείνη της γραμμικής παλινδρόμησης, καθώς η μεταβλητή που εξετάζεται (εξαρτημένη) είναι συνεχής και αφετέρου η κατανομή που ακολουθεί μπορεί να θεωρηθεί ότι προσεγγίζει την κανονική.

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 απόσταση του οχήματος από τον άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας και με την ανάπτυξη **μοντέλων λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης**, όπως αυτά περιγράφηκαν σε προηγούμενο υποκεφάλαιο (5.2.6). Έτσι, δημιουργήθηκε μία στήλη για το λογάριθμο της μέσης απόστασης από τον άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας (**logDCenter**).

Τα **τελικά αποτελέσματα** 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 για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Πίνακας 5.25: Αποτελέσματα λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης σε ορεινό περιβάλλον για τη μέση απόσταση του οχήματος από τον άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό)

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,391 ^a	,153	,140	,106807

a. Predictors: (Constant), AccLonA, event, td, dv, platoslwr, orizod, Speed(M-m)^{0.5}, RPMav, katwf

b. Dependent Variable: logDcenter

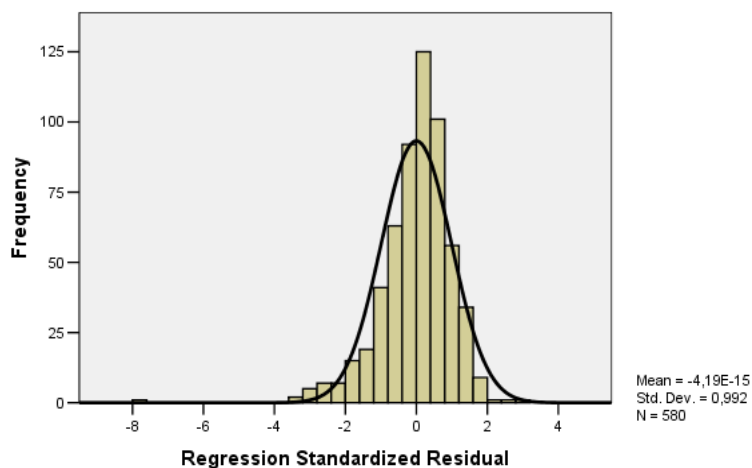
Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-,554	,121		-4,578	,000
	td	-,032	,011	-,125	-2,832	,005
	orizod	,026	,012	,102	2,110	,035
	katwf	,037	,016	,108	2,291	,022
	dv	,002	,001	,135	3,085	,002
	platoslwr	,148	,027	,229	5,511	,000
	RPMav	-2,5E-005	,000	-,123	-2,639	,009
	event	-,030	,010	-,128	-2,978	,003
	Speed(M-m) ^{0.5}	,018	,003	,236	5,270	,000
	AccLonA	-,035	,012	-,127	-2,979	,003

a. Dependent Variable: logDcenter

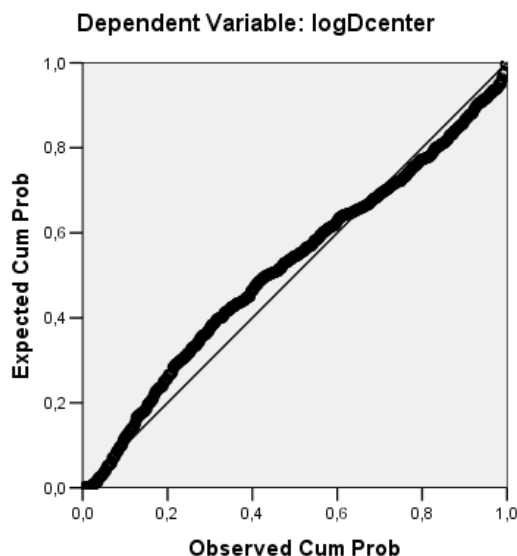
Histogram

Dependent Variable: logDcenter



Διάγραμμα 5.33: Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή σε ορεινό περιβάλλον (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό)

Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual



Διάγραμμα 5.34: Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος σε ορεινό περιβάλλον (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό)

Παρατηρείται ότι ο συντελεστής συσχέτισης ισούται με 0,314. Επίσης, οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν έχουν συντελεστή t με απόλυτη τιμή μεγαλύτερη από 1,7 άρα παρουσιάζουν υψηλό επίπεδο εμπιστοσύνης. Τέλος, οι τιμές και τα πρόσημα των συντελεστών παλινδρόμησης b_i μπορούν να εξηγηθούν λογικά.

5.3.5 Περιγραφή αποτελεσμάτων του μοντέλου

Στο προηγούμενο υποκεφάλαιο παρουσιάστηκε το τελικό μοντέλο της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης. Παρακάτω, παρουσιάζεται **η μαθηματική σχέση** που αναπτύχθηκε.

Μοντέλο μέσης απόστασης από τον άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Δύσκολη” συνομιλία).

Η **μαθηματική σχέση** του μοντέλου που προέκυψε κατά την εξέταση του παράγοντα απόσπασης της “δύσκολης” συνομιλίας είναι:

$$\begin{aligned} \log D_{Center} = & -0,032 \times \mathbf{td} + 0,026 \times \mathbf{orizod} + 0,037 \times \mathbf{katwf} + 0,002 \\ & \times \mathbf{dv} - 0,030 \times \mathbf{event} - (2,5 \times 10^{-5}) \times \mathbf{RPMav} + 0,148 \\ & \times \mathbf{platoslwr} + 0,018 \times \mathbf{Speed(M-m)^{0,5}} - 0,035 \\ & \times \mathbf{AccLonA} - 0,554 \end{aligned}$$

“Δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό

Η μεταβλητή **td** αφορά στην πραγματοποίηση ή όχι μιας ομιλίας με συνεπιβάτη κατά τη διάρκεια της οδήγησης. Μελετήθηκε στη τρίτη φάση του πειράματος και το αρνητικό της πρόσημο φανερώνει ότι, αύξηση της τιμής της διακριτής αυτής μεταβλητής, συνεπάγεται **μείωση της μέσης απόστασης οχήματος από τον άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας**. Όπως έχει αναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο, η “δύσκολη” αυτή συνομιλία συμπεριελάμβανε ερωτήσεις αυξημένης δυσκολίας απαιτούνταν δε συγκέντρωση και μαθηματική-λογική σκέψη. Το συγκεκριμένο αποτέλεσμα ενδεχομένως εξηγείται από το γεγονός ότι οι οδηγοί γνωρίζοντας ότι η οδός δεν διαθέτει διαχωριστική νησίδα, στις χρονικές περιόδους που συνομιλούν προτιμούν να αυξηθεί ο κίνδυνος εκτροπής του οχήματος από το δεξί άκρο της οδού και να μειώσουν τον κίνδυνο μετωπικής σύγκρουσης με επερχόμενο όχημα.

Η μεταβλητή **td** θεωρείται στατιστικά σημαντική, καθώς η απόλυτη τιμή του δείκτη *t* είναι 2,832.

Τετραγωνική ρίζα της διαφοράς της ελάχιστης από τη μέση ταχύτητα

Η μεταβλητή **Speed(M-m)^{0,5}** εμφανίζει θετικό πρόσημο. Αύξηση της συνεχούς αυτής μεταβλητής οδηγεί σε απομάκρυνση του οχήματος από τον άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας. Η συγκεκριμένη μεταβλητή αντικατοπτρίζει μία γενικευμένη οδηγική συμπεριφορά. Ενδεχομένως οι οδηγοί που αυξομειώνουν την ταχύτητά τους με μεγαλύτερο εύρος είναι οδηγοί οι οποίοι έχουν μεγαλύτερη αυτοπεποίθηση και προκειμένου να οδηγήσουν πιο άνετα καταλαμβάνουν αριστερότερες θέσεις πάνω στο οδόστρωμα.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη *t* της στατιστικής σημαντικότητας της μεταβλητής **Speed(M-m)^{0,5}** είναι 5,270.

Μέσος αριθμός στροφών κινητήρα μηχανής οχήματος

Η μεταβλητή **RPMav** παρουσιάζεται στο μαθηματικό μοντέλο και εμφανίζει αρνητικό πρόσημο. Παρατηρείται ότι, αυξημένος μέσος αριθμός στροφών κινητήρα οδηγεί σε μειωμένες αποστάσεις του οχήματος από τον άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας. Ενδεχομένως οι οδηγοί που οδηγούν σε υψηλές στροφές ελέγχουν καλύτερα το όχημά τους και οδηγούν πλησιέστερα στο δεξί άκρο της οδού.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της μεταβλητής **RPMav** είναι 2,639 , γεγονός που υποδηλώνει τη στατιστική σημαντικότητα της μεταβλητής.

Πλάτος λωρίδας κυκλοφορίας

Η μεταβλητή **platoslwr** παρουσιάζεται στο μοντέλο με θετικό πρόσημο. Η αύξηση του πλάτους λωρίδας οδηγεί σε απομάκρυνση του οχήματος από τον άξονα της οδού. Ενδεχομένως όταν οι οδηγοί έχουν στη διάθεσή τους μεγαλύτερο πλάτος λωρίδας τείνουν να καταλάβουν πιο κεντρικές θέσεις στο οδόστρωμα.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της στατιστικής σημαντικότητας της μεταβλητής **platoslwr** είναι 5,511.

Η διαφορά της ταχύτητας του οδηγού από τη μέση ταχύτητα οδήγησης όλων των οδηγών

Η μεταβλητή **dv** παρουσιάζει θετικό πρόσημο. Από το σύνολο των 42 οδηγών υπολογίστηκε η μέση ταχύτητα για οδικά τμήματα με παρόμοια χαρακτηριστικά μηκοτομής και οριζοντιογραφίας. Έτσι υπολογίστηκε για κάθε οδηγό η απόκλιση που παρουσίαζε η μέση ταχύτητα οδήγησής του σε κάθε οδικό τμήμα από την μέση ταχύτητα όλων των οδηγών. Παρατηρήθηκε ότι αύξηση της τιμής της μεταβλητής οδηγεί σε αύξηση της μέσης απόστασης του οχήματος από το κέντρο της οδού. Αυτό ενδεχομένως εξηγείται από το γεγονός ότι οι οδηγοί που αναπτύσσουν υψηλότερες ταχύτητες τείνουν να οδηγούν σε μεγαλύτερη απόσταση από τον άξονα της λωρίδας τους.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της στατιστικής σημαντικότητας της μεταβλητής **dv** είναι 3,085.

Μέση τιμή επιτάχυνσης

Η συνεχής μεταβλητή **AccLonA** παρουσιάζει αρνητικό πρόσημο. Αφορά στη μέση τιμή της επιτάχυνσης του οχήματος και η μονάδα μέτρησης είναι m/s^2 . Αύξηση στη μέση τιμή επιτάχυνσης συνεπάγεται μείωση της μέσης απόστασης του οχήματος από τον άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας. Αυτό εξηγείται ενδεχομένως από το γεγονός ότι άτομα που οδηγούν επιθετικά και αυξομειώνουν έντονα την ταχύτητα του οχήματος (απότομες και αιφνίδιες μεταβολές της ταχύτητας) τείνουν να οδηγούν πιο απομακρυσμένα από το δεξι έρεισμα.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της μεταβλητής **AccLonA** είναι 2,979 , γεγονός που υποδηλώνει τη στατιστική σημαντικότητα της μεταβλητής.

Απρόοπτο συμβάν

Η μεταβλητή **event** αναφέρεται στην πραγματοποίηση κάποιου απρόσμενου συμβάντος. Οι τιμές που μπορεί να λάβει είναι 0 και 1. Το αρνητικό της πρόσημο υποδηλώνει πως στην περίπτωση πραγματοποίησης κάποιου απρόσμενου συμβάντος το όχημα πλησιάζει το δεξι έρεισμα. Ενδεχομένως αυτό να οφείλεται στο ότι με την πραγματοποίηση κάποιου απρόσμενου γεγονότος ο οδηγός τείνει να καταλαμβάνει δεξιότερες θέσεις ως προς τον άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας προκειμένου να αποφύγει την μετωπική σύγκρουση που θεωρεί πιο επικίνδυνη σε σχέση με την εκτροπή του οχήματος από το δεξι άκρο της οδού.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της στατιστικής σημαντικότητας της μεταβλητής **event** είναι 14,321, υποδεικνύοντας έτσι τη στατιστική σημαντικότητα της μεταβλητής

Ύπαρξη αρνητικής κλίσης κατά μήκος της οδού

Η μεταβλητή **katwf** αναφέρεται στην ύπαρξη ή μη κατωφέρειας κατά μήκος της οδού. Έχει θετικό πρόσημο και φανερώνει την ανάλογη σχέση που συνδέει τη μέση απόσταση από τον άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας με την κατωφέρεια. Παρατηρείται ότι στην παρουσία αρνητικής κλίσης της οδού ο οδηγός απομακρυνόταν από τον άξονα της λωρίδας του. Το αποτέλεσμα αυτό ενδεχομένως δικαιολογείται από το ότι λόγω της κατωφέρειας αναπτύσσονταν μεγαλύτερες ταχύτητες και ο οδηγός ένιωθε ασφαλέστερος σε μεγαλύτερες αποστάσεις από το έρεισμα της οδού.

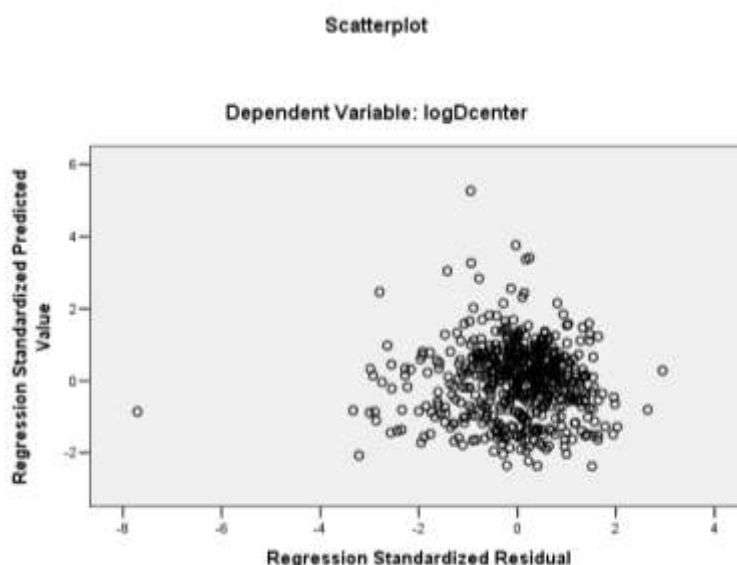
Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της στατιστικής σημαντικότητας της μεταβλητής **katwf** είναι 2,291.

Παρουσία συνεχών κλειστών στροφών

Η μεταβλητή **orizod** αφορά στην ύπαρξη (τιμή 1) ή μη (τιμή 0) συνεχών κλειστών στροφών κατά τη διάρκεια της πειραματικής διαδρομής. Συναντάται ως διακριτή ανεξάρτητη μεταβλητή και λαμβάνει θετικό πρόσημο. Το θετικό πρόσημο υποδηλώνει ότι σε περιπτώσεις όπου ο οδηγός συναντά συνεχείς, κλειστές στροφές, αυξάνει τη μέση απόσταση του οχήματος από τον άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας. Το αποτέλεσμα αυτό εξηγείται ενδεχομένως από το γεγονός ότι η μεταβλητή που κατά κύριο λόγο επηρεάζει τη θέση του οχήματος στο οδόστρωμα είναι τα χαρακτηριστικά της οδού.

Αναφέρεται και εδώ ότι, η μεταβλητή **orizod** θεωρείται στατιστικά σημαντική, καθώς η απόλυτη τιμή του δείκτη t είναι 2,110.

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 Y το μέγεθος $zpred$ (Standardized Predicted Value), δηλαδή τις προβλεπόμενες τιμές του μοντέλου.



Διάγραμμα 5.35: Συσχέτιση και διασπορά των σφαλμάτων στο μοντέλο μέσης απόστασης οχήματος από τον άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας

Από το παραπάνω διάγραμμα φαίνεται ότι δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των τιμών των σφαλμάτων. Επιπρόσθετα φαίνεται η σταθερή διασπορά των σφαλμάτων γύρω από το μηδέν και η κατά προσέγγιση μηδενική τιμή του μέσου όρου. Αναφέρεται ότι, η διασπορά του σφάλματος εξαρτάται από το συντελεστή προσδιορισμού R^2 . Όσο μεγαλύτερο είναι το R^2 τόσο μικρότερη είναι η διασπορά του σφάλματος, δηλαδή τόσο καλύτερη είναι η πρόβλεψη που βασίζεται στην ευθεία παλινδρόμησης.

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

5.3.6 Σχετική επιρροή των μεταβλητών

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 μέσης απόστασης από το δεξί άκρο της οδού και εκφράζεται ποσοτικά μέσω του μεγέθους της σχετικής επιρροής.

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

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

Η πορεία υπολογισμού της σχετικής επιρροής για κάθε μία από τις ανεξάρτητες μεταβλητές των μοντέλων έχει περιγραφεί σε προηγούμενο υποκεφάλαιο.

Πίνακας 5.26: Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλου μέσης απόστασης από τον άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας

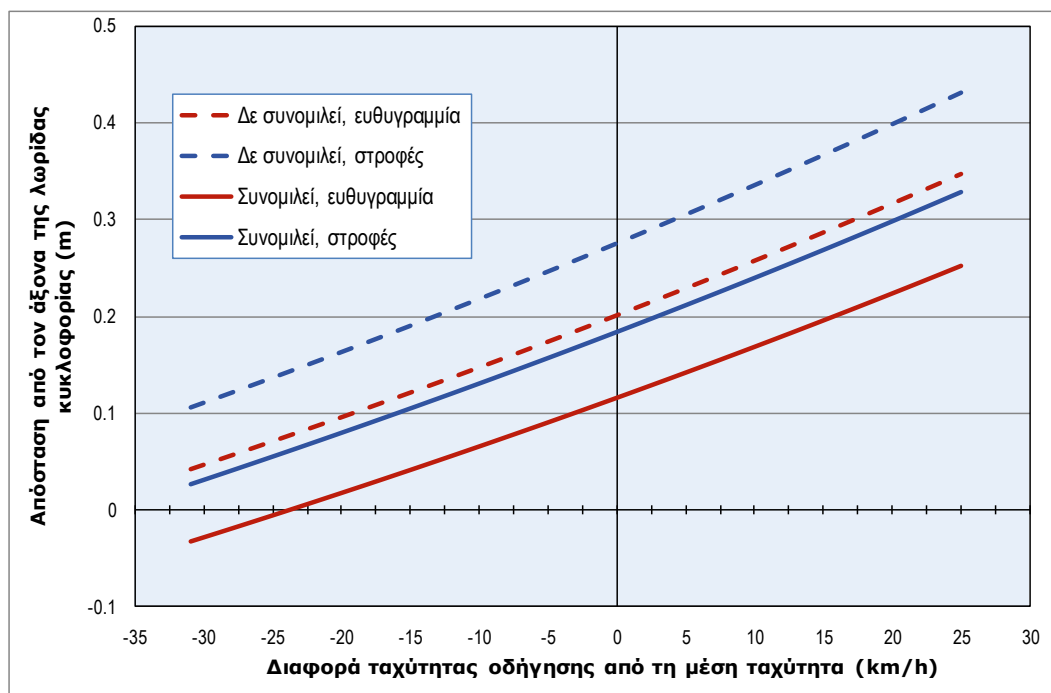
Ανεξάρτητες μεταβλητές	β_i	t	Σχετική επιρροή	
			e_i	e_i^*
ΣΥΝΕΧΕΙΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ				
Τετραγωνική ρίζα διαφοράς ελάχιστης από μέγιστη ταχύτητα	0.018	5.270	1.372	15.665
Μέσος αριθμός στροφών κινητήρα	-2,5x10 ⁻⁵	-2.639	-1.123	-12.825
Πλάτος λωρίδας κυκλοφορίας	0.148	5.511	9.800	95.834
Διαφορά ταχύτητας οδήγησης από τη μέση ταχύτητα	0.002	3.085	-0.088	-1.000
Μέση τιμή επιτάχυνσης	-0.035	-2.979	-0.102	-1.167
ΔΙΑΚΡΙΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ				
Επικίνδυνο συμβάν	-0.030	-2.978	-0.253	-6.494
Κατωφέρεια	0.037	2.291	0.039	1.000
"Δύσκολη" ομιλία με συνοδηγό	-0.032	-2.832	-0.074	-1.899
Παρουσία έντονων στροφών	0.026	2.110	0.049	1.254

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.

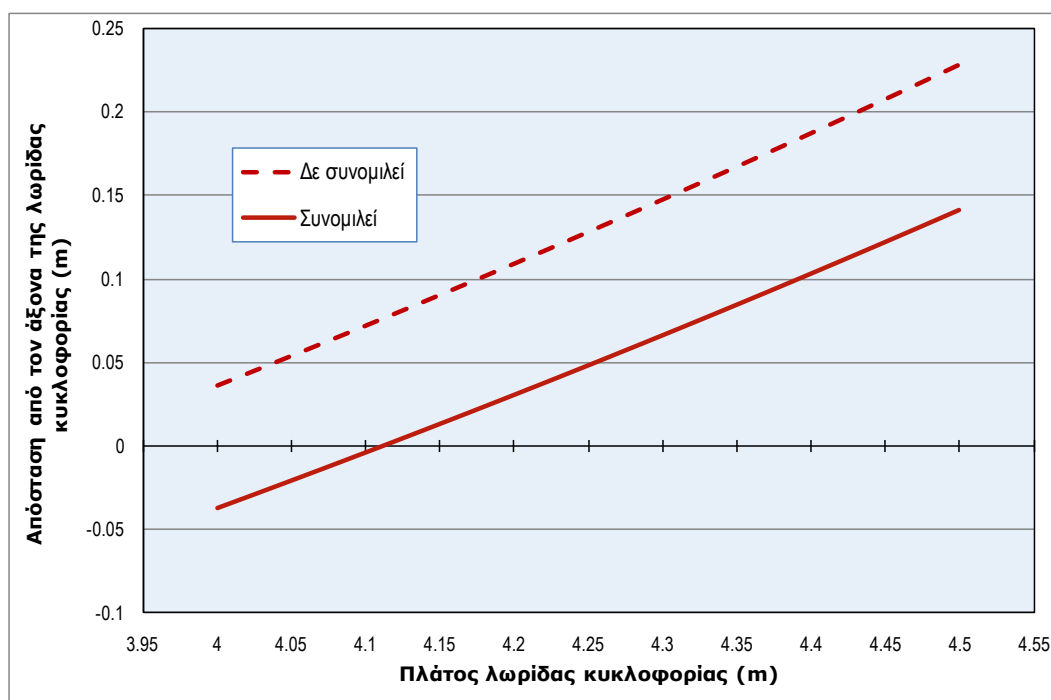
Εξετάζοντας το μοντέλο της μέσης απόστασης του οχήματος από τον άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας παρατηρείται ότι η εξεταζόμενη διακριτή μεταβλητή που αφορά στη "δύσκολη" συνομιλία έχει τη διπλάσια σχετική επιρροή στην εξαρτημένη μεταβλητή από τη μεταβλητή "κατωφέρεια".

5.3.7 Ανάλυση ευαισθησίας

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.



Διάγραμμα 5.36: Συσχέτιση μέσης απόστασης από τον άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας με τη διαφορά ταχύτητας οδήγησης από τη μέση ταχύτητα (AccLonA=0,036 , RPMav=2824, platoslwr=4,43, $\text{Speed}(M-m)^{0,5}=4,67$, event=0, katwf=0)



Διάγραμμα 5.37: Συσχέτιση μέσης απόστασης από τον άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας με το πλάτος λωρίδας κυκλοφορίας (AccLonA=0,036, RPMav=2824, $dv=0$, $\text{Speed}(M-m)^{0,5}=4,67$, katwf=0, event=0, orizod=0)

Από τα παραπάνω διαγράμματα ευαισθησίας προκύπτει ότι η μέση απόσταση του οχήματος από τον άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας είναι μεγαλύτερη όταν ο οδηγός δε συνομιλεί απ' όταν συνομιλεί. Κατ' επέκταση, παρατηρείται ότι όταν ο οδηγός συνομιλεί αυξάνεται η απόσταση του οχήματος από το δεξί έρρεισμα. Αυτή η σχέση ισχύει τόσο σε οδικά τμήματα με ευθυγραμμία όσο και σε οδικά τμήματα με στροφές.

5.4 Ανάπτυξη και εφαρμογή μαθηματικών μοντέλων για τον χρόνο αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν

Στην παράγραφο περιγράφεται η **διαδικασία ανάλυσης για τον προσδιορισμό του χρόνου αντίδρασης σε ένα απρόσμενο συμβάν** και θα διερευνηθεί η επιρροή της “δύσκολης” ομιλίας με συνοδηγό σε αυτόν.

5.4.1 Δεδομένα εισόδου- καθορισμός μεταβλητών

Στο στατιστικό μοντέλο προσδιορισμού της μέσης ταχύτητας οδήγησης εξετάσθηκαν οι μεταβλητές που περιγράφηκαν στους πίνακες 4.4 και 4.7, καθώς και του συγκεντρωτικού πίνακα 4.6 όπου παρουσιάζονται οι καταγεγραμμένοι από τον προσομοιωτή χρόνοι αντίδρασης. 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 στο τελικό στατιστικό πρότυπο.

ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ:

REACTION TIME: χρόνος αντίδρασης οδηγού σε απρόσμενο συμβάν (sec)

ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ:

td: εάν ο οδηγός στο αντίστοιχο τμήμα ομιλεί με συνοδηγό –“δύσκολη” συνομιλία (1=ΝΑΙ, 0=ΌΧΙ)

- dRPM:** διαφορά αριθμού στροφών κινητήρα από μέσο αριθμό στροφών σε κάθε συμβάν. (min^{-1})
- G2:** ο οδηγός χρησιμοποιούσε τη δεύτερη ταχύτητα κιβωτίου (1=ΝΑΙ, 0=ΌΧΙ)
- dDRight:** διαφορά απόστασης οχήματος από το δεξί άκρο της οδού από τη μέση απόσταση από το δεξί άκρο της οδού (m)
- DV:** διαφορά στιγμιαίας ταχύτητας από τη μέση στιγμιαία ταχύτητα (km/h)
- 5_9:** εάν η οδηγική εμπειρία του συμμετέχοντα ήταν 5-9 έτη (1=ΝΑΙ, 0=ΌΧΙ)

Επισημαίνεται ότι, από τις ανωτέρω μεταβλητές, οι μεταβλητές: **dRPM**, **dDRight** και **DV** ορίστηκαν ως συνεχείς (scale). Αντίθετα, 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.

5.4.2 Περιγραφική στατιστική

Η διαδικασία της ανάλυσης που ακολουθήθηκε για την ανάπτυξη του μαθηματικού μοντέλου έχει περιγραφεί σε προηγούμενο υποκεφάλαιο (5.2.2).

Παρακάτω φαίνεται ο πίνακας των περιγραφικών συναρτήσεων των συνεχών μεταβλητών.

Πίνακας 5.27: Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: "Δύσκολη" ομιλία με συνοδηγό)

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
REACTION TIME	125	,532	2,361	,930	,247
DV	125	-28,329	33,429	,000	11,491
dRPM	125	-2333,262	1430,610	,000	609,433
dDRight	125	-1,032	,765	,000	,289

5.4.3 Συσχέτιση μεταβλητών

Στη συνέχεια πραγματοποιείται η **διερεύνηση της συσχέτισης των μεταβλητών**, η διαδικασία της οποίας αναπτύχθηκε σε προηγούμενο υποκεφάλαιο (5.2.3). Τα αποτελέσματα της διαδικασίας διερεύνησης της συσχέτισης τόσο για τις συνεχείς, όσο και για τις διακριτές μεταβλητές, που ελήφθησαν υπόψη στο μοντέλο, φαίνονται στους πίνακες που ακολουθούν.

Πίνακας 5.28: Συσχέτιση συνεχών μεταβλητών του μοντέλου του χρόνου αντίδρασης (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: "Δύσκολη" ομιλία με συνοδηγό)

Correlations		DV	dRPM	dDRight
DV	Pearson Correlation	1	,215*	,124
	Sig. (2-tailed)		,016	,170
	N	125	125	125
dRPM	Pearson Correlation	,215*	1	-,112
	Sig. (2-tailed)	,016		,215
	N	125	125	125
dDRight	Pearson Correlation	,124	-,112	1
	Sig. (2-tailed)	,170	,215	
	N	125	125	125

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

Πίνακας 5.29: Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών του μοντέλου του χρόνου αντίδρασης (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: "Δύσκολη" ομιλία με συνοδηγό)

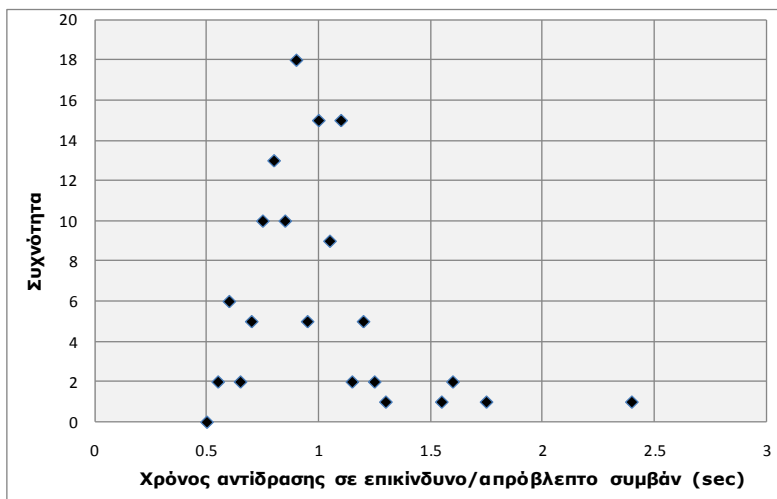
Correlations			td	G2	5_9
Spearman's rho	td	Correlation Coefficient	1,000	-,064	-,006
		Sig. (2-tailed)	.	,479	,945
		N	125	125	125
	G2	Correlation Coefficient	-,064	1,000	,081
		Sig. (2-tailed)	,479	.	,370
		N	125	125	125
	5_9	Correlation Coefficient	-,006	,081	1,000
		Sig. (2-tailed)	,945	,370	.
		N	125	125	125

Από τους ανωτέρω πίνακες παρατηρούνται τα εξής:

- Όλες οι **ανεξάρτητες μεταβλητές** δεν παρουσιάζουν συσχέτιση (συντελεστής συσχέτισης $< |\pm 0,3|$).
- Το **επίπεδο της στατιστικής σημαντικότητας** τόσο των συνεχών όσο και των διακριτών μεταβλητών είναι μικρότερο από 0,05 (5%).

5.4.4 Λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση

Ως εξαρτημένη μεταβλητή θεωρείται ο χρόνος αντίδρασης σε ένα απρόσμενο συμβάν (**REACTION TIME**). Επειδή ένας σημαντικός παράγοντας που καθορίζει την επιλογή της μεθόδου ανάλυσης είναι **η κατανομή που ακολουθεί η εξαρτημένη μεταβλητή** αναπτύχθηκε το διάγραμμα της κατανομής.



Διάγραμμα 5.38: Κατανομή εξαρτημένης μεταβλητής
(Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό)

Η μέθοδος που επιλέχθηκε αρχικά να εξεταστεί είναι αυτή της **γραμμικής παλινδρόμησης**, καθώς η μεταβλητή που εξετάζεται (εξαρτημένη) είναι συνεχής και αφετέρου η **κατανομή** που ακολουθεί μπορεί να θεωρηθεί ότι **προσεγγίζει την κανονική**.

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 περιγράφηκαν σε προηγούμενο υποκεφάλαιο (5.2.6). Έτσι, δημιουργήθηκε μία στήλη για το λογάριθμο του χρόνου αντίδρασης σε κάθε απρόσμενο συμβάν (**logrt**).

Τα **τελικά αποτελέσματα** 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.

Πίνακας 5.30: Αποτελέσματα λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης σε ορεινό περιβάλλον για τον χρόνο αντίδρασης (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό)

Model Summary

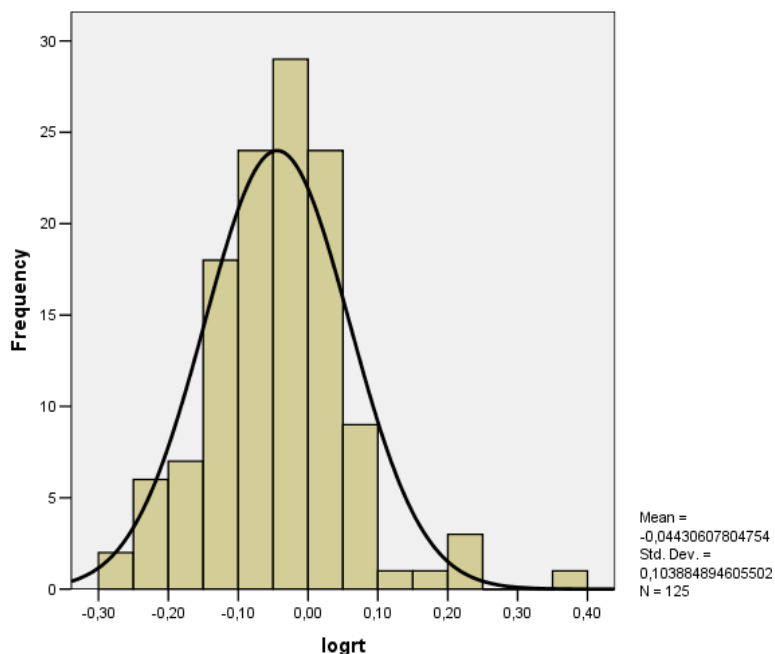
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,520 ^a	,271	,234	,090940

a. Predictors: (Constant), 5_9, td, dDRight, G2, dRPM, DV

Coefficients^a

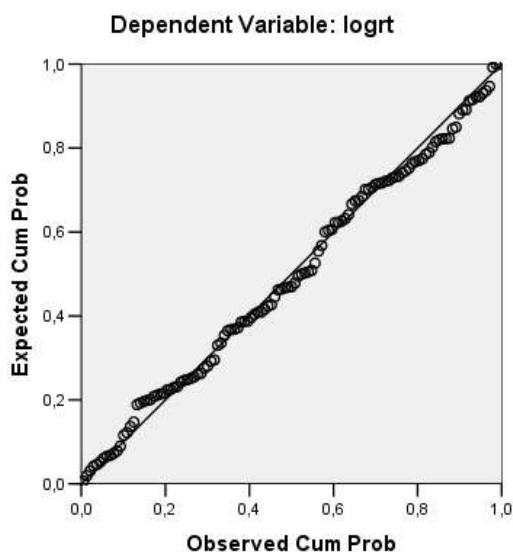
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-,026	,014		-1,900	,060
	td	,031	,017	,142	1,801	,074
	DV	,002	,001	,197	2,371	,019
	G2	,322	,094	,277	3,431	,001
	dRPM	-2,5E-005	,000	-,144	-1,736	,085
	dDRight	-,119	,029	-,330	-4,125	,000
	5_9	-,057	,017	-,275	-3,444	,001

a. Dependent Variable: logrt



Διάγραμμα 5.39: Ιστόγραμμα συχνοτήτων για την εξαρτημένη μεταβλητή σε ορεινό περιβάλλον (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό)

Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual



Διάγραμμα 5.40: Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος σε ορεινό περιβάλλον (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό)

Παρατηρείται ότι ο συντελεστής συσχέτισης ισούται με 0,271. Επίσης, οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν έχουν συντελεστή t με απόλυτη τιμή μεγαλύτερη από 1,7 άρα είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Τέλος, οι τιμές και τα πρόσημα των συντελεστών παλινδρόμησης b_i μπορούν να εξηγηθούν λογικά.

5.4.5 Περιγραφή αποτελεσμάτων του μοντέλου

Στο προηγούμενο υποκεφάλαιο παρουσιάστηκε το τελικό μοντέλο της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης. Παρακάτω, παρουσιάζεται **η μαθηματική σχέση** που αναπτύχθηκε.

Μοντέλο χρόνου αντίδρασης σε απρόσμενο συμβάν (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: “Δύσκολη” συνομιλία).

Η μαθηματική σχέση του μοντέλου που προέκυψε κατά την εξέταση του παράγοντα απόσπασης της “δύσκολης” συνομιλίας είναι:

$$\log rt = 0,031 \times td + 0,002 \times DV + 0,322 \times G2 - (2,5 \times 10^{-5}) \times dRPM - 0,119 \times dDRight - 0,057 \times 5_9 - 0,026$$

“Δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό

Η μεταβλητή **td** αφορά στην πραγματοποίηση ή όχι μιας ομιλίας με συνεπιβάτη κατά τη διάρκεια της οδήγησης. Μελετήθηκε στη τρίτη φάση του πειράματος και το θετικό της πρόσημο φανερώνει ότι, αύξηση της τιμής της διακριτής αυτής μεταβλητής, συνεπάγεται **αύξηση του χρόνου αντίδρασης στο απρόσμενο συμβάν**. Όπως έχει αναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο, η “δύσκολη” αυτή συνομιλία συμπεριελάμβανε ερωτήσεις αυξημένης δυσκολίας απαιτούνταν δε συγκέντρωση και μαθηματική-λογική σκέψη. Το συγκεκριμένο αποτέλεσμα ενδεχομένως εξηγείται από το γεγονός ότι καθώς η προσοχή των οδηγών αποσπώταν από τη συγκεκριμένη δραστηριότητα οι ίδιοι καθυστέρουσαν να αντιληφθούν έγκαιρα τον κίνδυνο σύγκρουσης.

Η μεταβλητή **td** θεωρείται στατιστικά σημαντική, καθώς η απόλυτη τιμή του δείκτη *t* είναι 1,801.

Διαφορά αριθμού στροφών κινητήρα από μέσο αριθμό στροφών σε κάθε συμβάν

Η μεταβλητή **dRPM** παρουσιάζεται στο μοντέλο με αρνητικό πρόσημο. Υπολογίστηκε ο μέσος όρος των αριθμών στροφών που είχαν οι κινητήρες των 42 οχημάτων τη στιγμή του απρόβλεπτου συμβάντος για κάθε συμβάν. Από τον στιγμιαίο αριθμό στροφών κινητήρα του κάθε συμμετέχοντα σε κάποιο απρόβλεπτο συμβάν αφαιρέθηκε ο εκάστοτε μέσος όρος. **Αύξηση της συγκεκριμένης μεταβλητής οδηγεί σε μείωση του χρόνου αντίδρασης**. Ενδεχομένως όταν αυξάνεται ο αριθμός των στροφών ελέγχεται καλύτερα το όχημα, ο οδηγός βρίσκεται σε εγρήγορση και έτσι επιτυγχάνονται καλύτεροι χρόνοι αντίδρασης.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της στατιστικής σημαντικότητας της μεταβλητής **dRPM** είναι 1,736.

Διαφορά απόστασης οχήματος από το δεξί άκρο της οδού από τη μέση απόσταση από το δεξί άκρο της οδού

Η μεταβλητή **dDRight** εμφανίζει αρνητικό πρόσημο. Υπολογίστηκε για κάθε οδηγό η διαφορά που παρουσίαζε η στιγμιαία θέση οχήματος από το δεξί άκρο της οδού σε συμβάν από τα μέση θέση οχήματος από το δεξί άκρο της οδού όλων των οδηγών στο ίδιο συμβάν. Αύξηση της συγκεκριμένης μεταβλητής φανερώνει απομάκρυνση του οχήματος από το δεξί έρεισμα σε σχέση με το σύνολο των υπολοίπων οδηγών. Καθώς αυξάνεται η τιμή της συγκεκριμένης μεταβλητής ο οδηγός αντιδρά γρηγορότερα στα απρόοπτα συμβάντα. Ενδεχομένως οι οδηγοί που οδηγούν πιο κοντά στο κέντρο έχουν καλύτερη εποπτεία του δρόμου και έτσι αντιλαμβάνονται πιο γρήγορα τα απρόσμενα συμβάντα.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της στατιστικής σημαντικότητας της μεταβλητής **dDRight** είναι 4,125.

Η οδηγική εμπειρία του συμμετέχοντα ήταν 5-9 έτη

Η μεταβλητή **5_9** εμφανίζει αρνητικό πρόσημο. Μία από τις ερωτήσεις που κλήθηκαν να απαντήσουν τα άτομα που έλαβαν μέρος στο πείραμα αφορούσε την οδηγική τους εμπειρία. Η διακριτή αυτή μεταβλητή αφορά στα άτομα που απάντησαν πως **η οδηγική τους εμπειρία είναι από 5 έως 9 χρόνια** (1=ΝΑΙ, 0=ΟΧΙ). Όταν η μεταβλητή γίνεται 1, **ο χρόνος αντίδρασης μειώνεται**. Αυτό ενδεχομένως οφείλεται στο γεγονός ότι πιο έμπειροι οδηγοί ελέγχουν καλύτερα το όχημα και αντιδρούν καλύτερα στα απρόοπτα συμβάντα.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της στατιστικής σημαντικότητας της μεταβλητής **5_9** είναι 3,444.

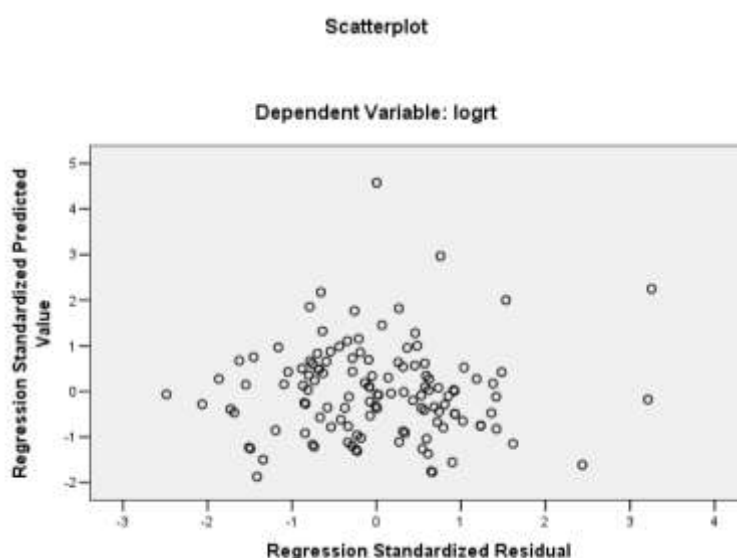
Χρήση 2^{ης} ταχύτητας κιβωτίου τη στιγμή εμφάνισης ελαφιού

Η μεταβλητή **G2** παρουσιάζεται στο μαθηματικό μοντέλο και εμφανίζει θετικό πρόσημο. Παρατηρείται ότι, χρήση δεύτερης ταχύτητας κιβωτίου οδηγεί σε αύξηση του χρόνου αντίδρασης. Ενδεχομένως οι οδηγοί που χρησιμοποιούν 2^η ταχύτητα οδηγούν με χαμηλότερες ταχύτητες και έτσι

νιώθουν ότι θα σταματήσει έγκαιρα το όχημα και θα αποφύγουν τη σύγκρουση, με αποτέλεσμα να εμφανίσουν υψηλότερους χρόνους αντίδρασης.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη t της μεταβλητής **G2** είναι 3,431, γεγονός που υποδηλώνει τη στατιστική σημαντικότητα της μεταβλητής.

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 Y το μέγεθος $zpred$ (Standardized Predicted Value), δηλαδή τις προβλεπόμενες τιμές του μοντέλου.



Διάγραμμα 5.41: Συσχέτιση και διασπορά των σφαλμάτων στο μοντέλο χρόνου αντίδρασης σε απρόβλεπτο συμβάν.

Από το παραπάνω διάγραμμα φαίνεται ότι **δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των τιμών των σφαλμάτων**. Επιπρόσθετα φαίνεται η σταθερή διασπορά των σφαλμάτων γύρω από το μηδέν και η κατά προσέγγιση μηδενική τιμή του μέσου όρου. Αναφέρεται ότι, η διασπορά του σφάλματος εξαρτάται από το συντελεστή προσδιορισμού R^2 . Όσο μεγαλύτερο είναι το R^2 τόσο μικρότερη είναι η διασπορά του σφάλματος, δηλαδή τόσο καλύτερη είναι η πρόβλεψη που βασίζεται στην ευθεία παλινδρόμησης.

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

5.4.6 Σχετική επιρροή των μεταβλητών

Ο βαθμός της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών κάθε ενός από τα παραπάνω μοντέλα στην αντίστοιχη εξαρτημένη μεταβλητή που περιέχεται στη μαθηματική σχέση του μοντέλου του χρόνου αντίδρασης σε απρόβλεπτο συμβάν και εκφράζεται ποσοτικά μέσω του μεγέθους της σχετικής επιρροής.

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

$$e_i = \left(\frac{\Delta Y_t}{\Delta X_i} \right) \left(\frac{X_i}{Y_t} \right) = \beta_i \left(\frac{X_i}{Y_t} \right)$$

Η πορεία υπολογισμού της σχετικής επιρροής για κάθε μία από τις ανεξάρτητες μεταβλητές του μοντέλου έχει περιγραφεί σε προηγούμενο υποκεφάλαιο.

Πίνακας 5.31: Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλου χρόνου αντίδρασης σε απρόσμενο συμβάν

Ανεξάρτητες μεταβλητές	β_i	t	Σχετική επιρροή	
			e_i	e_i^*
ΣΥΝΕΧΕΙΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ				
Διαφορά αριθμού στροφών κινητήρα από μέσο αριθμό στροφών σε κάθε συμβάν	-0.00003	1.74	-0.234	-14.97
Διαφορά στιγμιαίας ταχύτητας από τη μέση στιγμιαία ταχύτητα σε κάθε συμβάν	0.00200	2.37	-0.016	-1.00
Διαφορά απόστασης οχήματος από το δεξί άκρο της οδού από τη μέση απόσταση από το δεξί άκρο της οδού	-0.11900	4.13	0.670	42.81
ΔΙΑΚΡΙΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ				
Οδηγική εμπειρία 5-9 έτη	-0.05700	3.44	0.744	58.48
Χρήση 2ης ταχύτητας κιβωτίου	0.33200	3.43	0.013	1.00
"Δύσκολη" συνομιλία	0.03100	1.80	-0.160	-12.54
R^2		0.271		

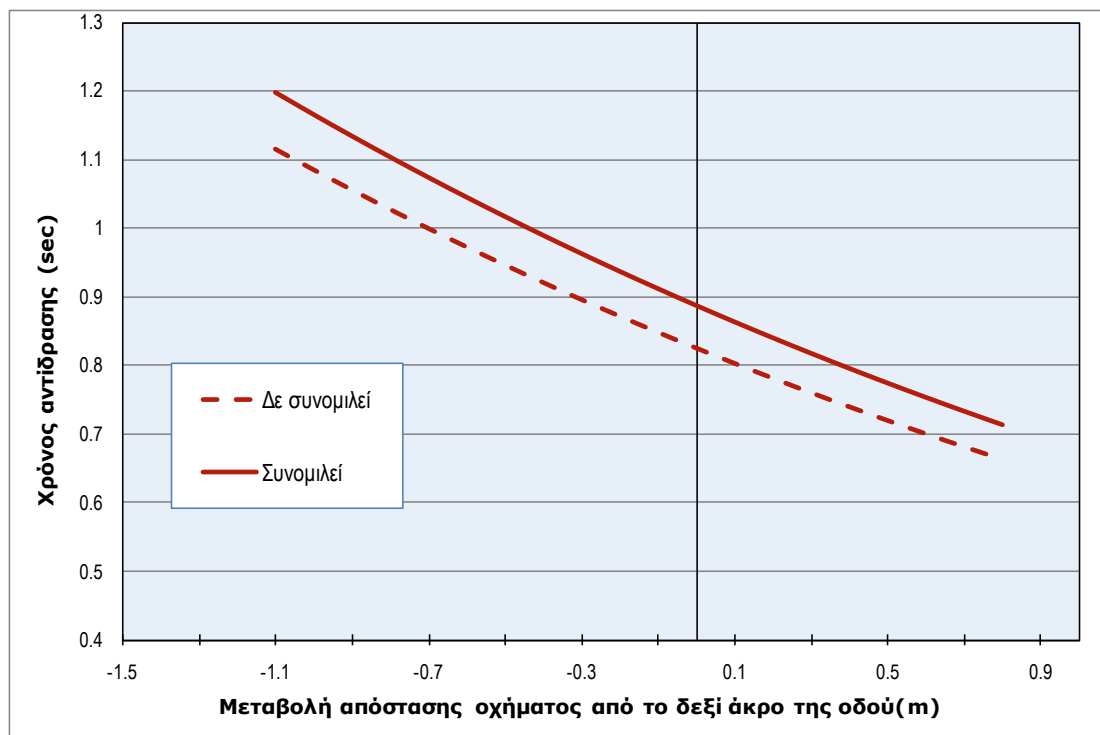
Από τον παραπάνω πίνακα, προκύπτει το είδος και το μέγεθος της επιρροής της κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής στην εξαρτημένη. Στη στήλη e_i^* δίνεται ο βαθμός της σχετικής επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών ως προς την επιρροή εκείνης της μεταβλητής που επηρεάζει λιγότερο την εξαρτημένη.

Εξετάζοντας το μοντέλο του χρόνου απόστασης σε απρόβλεπτο συμβάν παρατηρείται ότι η εξεταζόμενη διακριτή μεταβλητή που αφορά στη "δύσκολη" συνομιλία έχει δωδεκαπλάσια **σχετική επιρροή** στη εξαρτημένη μεταβλητή από την μεταβλητή "χρήση 2^{ης} ταχύτητας κιβωτίου". Επίσης, η οδηγική εμπειρία των 5-8 ετών έχει 4 φορές μεγαλύτερη επιρροή στο χρόνο αντίδρασης σε σχέση με τη μεταβλητή της "δύσκολης" συνομιλίας.

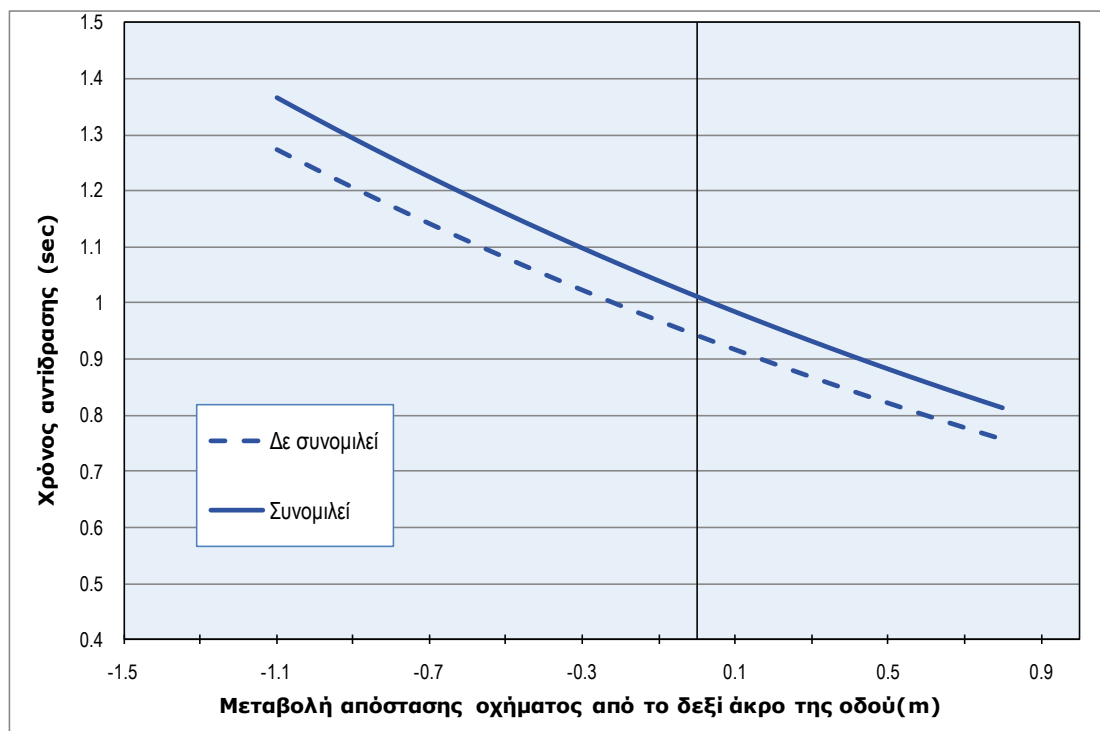
5.4.7 Ανάλυση ευαισθησίας

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

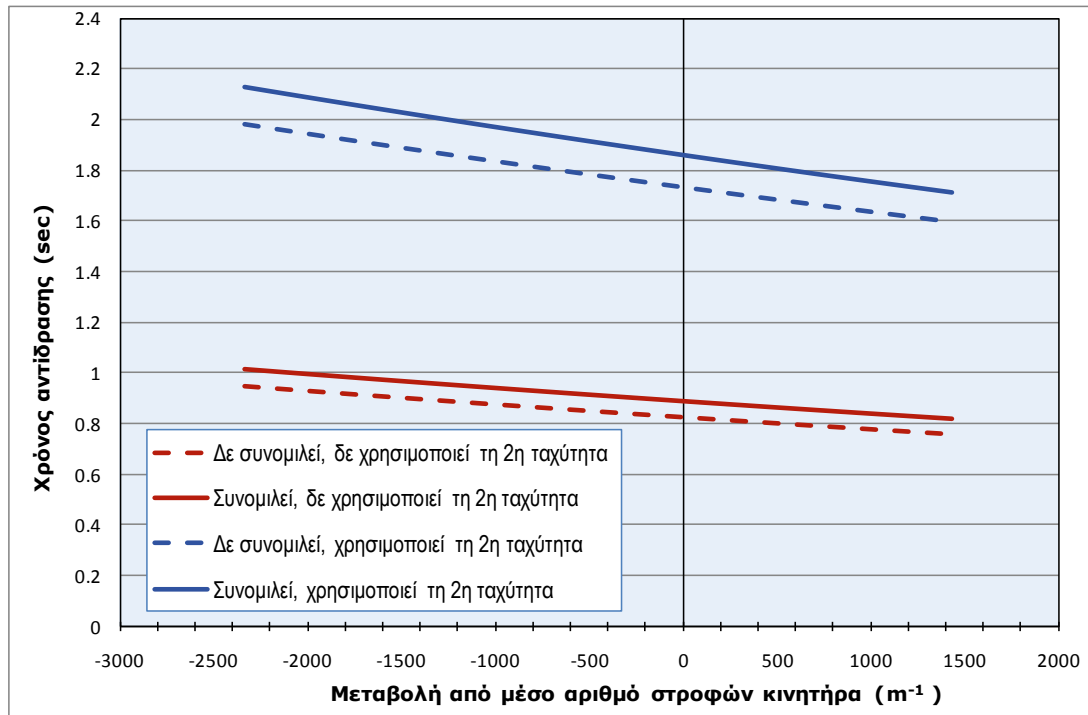
μοντέλο της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης. Τέλος αναφέρονται μερικά γενικά συμπεράσματα.



Διάγραμμα 5.42: Συσχέτιση χρόνου αντίδρασης σε απρόσμενο συμβάν με τη μεταβολή της απόστασης του οχήματος από το δεξί άκρο της οδού ($G2=0$, $DV=0$, $dRPM=0$, $5_9=1$)



Διάγραμμα 5.43: Συσχέτιση χρόνου αντίδρασης σε απρόσμενο συμβάν με τη μεταβολή της απόστασης του οχήματος από το δεξί άκρο της οδού ($G2=0$, $DV=0$, $dRPM=0$, $5_9=0$)



Διάγραμμα 5.44: Συσχέτιση χρόνου αντίδρασης σε απρόσμενο συμβάν με τη μεταβολή από το μέσο αριθμό των στροφών του κινητήρα (5_9=1, DV=0, dDRight=0)

Από τα παραπάνω διαγράμματα ευαισθησίας προκύπτει ότι **ο χρόνος αντίδρασης** σε κάποιο απρόσμενο συμβάν **είναι μικρότερος** όταν ο οδηγός είναι έμπειρος και δεν συνομιλεί σε σχέση με εκείνον που δε συνομιλεί, άσχετα με τα χρόνια εμπειρίας του.

5.5 Ανάπτυξη και εφαρμογή μαθηματικών μοντέλων ατυχήματος

Ένας από τους στόχους της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση της επίδρασης της “δύσκολης” συνομιλίας στη συμπεριφορά και στην πιθανότητα ατυχήματος του οδηγού. Με τον όρο **ατύχημα** θεωρείται η σύγκρουση με άλλο όχημα (στο ίδιο ή στο αντίθετο ρεύμα κυκλοφορίας), η σύγκρουση με ζώο ή σταθερό αντικείμενο καθώς και η εκτροπή από την οδό.

Αρχικά, μελετήθηκε **η επιρροή της “δύσκολης” συνομιλίας στη μέση ταχύτητα οδήγησης** και βρέθηκε ότι την μειώνει, γεγονός εν δυνάμει θετικό για την οδική ασφάλεια. Στη συνέχεια, **ερευνήθηκε η επίδραση της “δύσκολης” συνομιλίας στη μέση απόσταση του οχήματος από**

τον άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας και βρέθηκε ότι ο οδηγός που συνομιλεί αποκλίνει προς τα δεξιά από τη συνήθη τροχιά των οχημάτων, γεγονός επίσης εν δυνάμει θετικό ως προς την οδική ασφάλεια. Τέλος **μελετήθηκε η επίδραση της “δύσκολης” συνομιλίας στον χρόνο αντίδρασης** σε κάποιο απρόσμενο συμβάν και βρέθηκε ότι αυξάνεται, γεγονός εν δυνάμει αρνητικό ως προς την οδική ασφάλεια. Μένει να εξεταστεί αν οι επιμέρους αλλαγές των παραπάνω παραμέτρων της οδικής συμπεριφοράς οδηγούν τελικά σε αυξημένη ή μειωμένη πιθανότητα να συμβεί ατύχημα. Συνεπώς, θα γίνει διερεύνηση της επιρροής της “δύσκολης” συνομιλίας στην πιθανότητα να συμβεί ατύχημα. Αξίζει να σημειωθεί ότι από την στατιστική επεξεργασία δεν ήταν δυνατό να βρεθεί κάποιο μαθηματικό μοντέλο υψηλής στατιστικής σημαντικότητας που να μπορεί να περιγράψει επαρκώς την επίδραση της “εύκολης” συνομιλίας, της κατανάλωσης φαγητού και του καπνίσματος στην πιθανότητα ατυχήματος. Στην παράγραφο αυτή θα περιγραφεί η **διαδικασία ανάλυσης για την ανάπτυξη του μοντέλου που αφορά στην πιθανότητα να συμβεί ατύχημα** και να εξετασθεί η επιρροή της “δύσκολης” ομιλίας με συνοδηγό.

5.5.1 Δεδομένα εισόδου- καθορισμός μεταβλητών

Στους πίνακες 4.4 και 4.7 περιγράφηκαν οι μεταβλητές που εξετάζονται στο στατιστικό μοντέλο προσδιορισμού της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα. Η βάση δεδομένων εισήχθη στο **ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης SPSS 13.0** 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 χρησιμοποιήθηκαν στο τελικό στατιστικό πρότυπο.

ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ:

accid: εάν ο οδηγός ενεπλάκη σε ατύχημα (σύγκρουση με ελάφι, εκτροπή από οδό, μετωπική σύγκρουση με επερχόμενο όχημα) στο υπό εξέταση οδικό τμήμα (1=ΝΑΙ, 0=ΟΧΙ)

ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ:

- td:** εάν ο οδηγός στο αντίστοιχο τμήμα συνομιλεί με συνοδηγό – “δύσκολη” συνομιλία (1=ΝΑΙ, 0=ΟΧΙ)
- RPMav:** μέσος αριθμός στροφών κινητήρα (min^{-1})
- rspurmin:** ελάχιστη απόσταση από τον άξονα της οδού (m)
- ABSdv:** απόλυτη τιμή της διαφοράς ταχύτητας από τη μέση ταχύτητα (km/h)
- event:** απρόοπτο συμβάν (1=ΝΑΙ, 0=ΟΧΙ)

Επισημαίνεται ότι, από τις ανωτέρω μεταβλητές, οι μεταβλητές **RPMav**, **ABSdv** και **rspumin** 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.

5.5.2 Λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης

Με στόχο τη **διερεύνηση της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα** ως εξαρτημένη μεταβλητή ελήφθη η μεταβλητή **accid** 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 πραγματοποιήθηκε 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 για επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 95% 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 $LRT = -2 \times (L(\hat{\beta}) - L(0))$, όπου $L(\hat{\beta}) = L$ (μοντέλο με τις p μεταβλητές) ενώ $L(0) = L$ (μοντέλο χωρίς τις p 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 $\rho^2 = 1 - \frac{L(\hat{\beta})}{L(0)}$ όπου $L(\hat{\beta}) = L$ (μοντέλο με τις p μεταβλητές) ενώ $L(0) = L$ (μοντέλο χωρίς τις p 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 απορριπτή,

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.

5.5.3 Συσχέτιση μεταβλητών

Τα αποτελέσματα της διαδικασίας διερεύνησης της συσχέτισης τόσο για τις συνεχείς, όσο και για τις διακριτές μεταβλητές, που ελήφθησαν υπόψη στο τελικό μοντέλο, φαίνεται στους πίνακες που ακολουθούν.

Πίνακας 5.32: Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών του μοντέλου της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: "Δύσκολη" συνομιλία)

Correlations				
			td	event
Spearman's rho	td	Correlation Coefficient	1,000	,075
		Sig. (2-tailed)	.	,070
		N	580	580
	event	Correlation Coefficient	,075	1,000
		Sig. (2-tailed)	,070	.
		N	580	580

Πίνακας 5.33: Συσχέτιση συνεχών μεταβλητών του μοντέλου της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα (Παράγοντας απόσπασης προσοχής: "Δύσκολη" συνομιλία)

Correlations				
		RPMav	ABSdv	rspurmin
RPMav	Pearson Correlation	1	,042	,146**
	Sig. (2-tailed)		,312	,000
	N	580	580	580
ABSdv	Pearson Correlation	,042	1	,002
	Sig. (2-tailed)	,312		,970
	N	580	580	580
rspurmin	Pearson Correlation	,146**	,002	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,970	
	N	580	580	580

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

5.5.4 Αποτελέσματα μοντέλων λογιστικής παλινδρόμησης

Στη συνέχεια παρατίθεται το τελικό μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης που περιγράφει την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα.

Στο τελικό μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης **παρατηρούνται τα εξής:**

- ❖ Οι λόγοι πιθανοφαιών του μοντέλου (Likelihood Ratio Test) ικανοποιούν το κριτήριο: $LRT = -2 \times \{L(\hat{\beta}) - L(0)\} > \chi^2$ με $n-1$ βαθμούς ελευθερίας σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.
- ❖ Ο συντελεστής ρ^2 υπολογίσθηκε ίσος με 0,246 για το μοντέλο ατυχήματος που αφορά στη “δύσκολη” συνομιλία.
- ❖ Ο μέσος όρος του ποσοστού που προβλέπονται τα ατυχήματα είναι 96,4%. Αναλυτικότερα η πιθανότητα να προβλεφθεί σωστά ότι συνέβη ατύχημα είναι 8,7% ενώ ότι δε συνέβη 100,0%. Αυτό πιθανώς να συμβαίνει διότι στο πείραμα συνέβησαν λίγα ατυχήματα.
- ❖ Οι μεταβλητές που επηρεάζουν την εξαρτημένη μεταβλητή παρουσιάζουν υψηλούς συντελεστές Wald.

Πίνακας 5.34: Αποτελέσματα λογιστικής παλινδρόμησης στο μοντέλο ατυχήματος

ΜΟΝΤΕΛΟ ΜΟΝΟ
ΜΕ ΣΤΑΘΕΡΟ ΟΡΟ

Step	-2 Log likelihood
1	145,954 ^a

ΤΕΛΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ
ΜΕ ΤΙΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ

Step	-2 Log likelihood
1	193,542 ^a

Classification Table

			Predicted		Percentage Correct
			accid		
			0	1	
Step 1	accid	0	557	0	100,0
		1	21	2	8,7
Overall Percentage					96.4

a. The cut value is ,500

Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1	td	1,205	,563	4,578	1	,032	3,338
	rspurmin	-,846	,301	7,892	1	,005	,429
	event	3,118	,824	14,321	1	,000	22,599
	ABSdv	,139	,041	11,165	1	,001	1,149
	RPMav	-,001	,000	4,934	1	,026	,999
	Constant	-3,862	1,136	11,556	1	,001	,021

a. Variable(s) entered on step 1: td, rspurmin, event, ABSdv, RPMav.

Likelihood Ratio test

$LRT = -2 \times \{L(\hat{b}) - L(0)\} = 193,542 - 145,954 = 47,588 > \chi^2$ με 4 βαθμούς ελευθερίας (=9,49) σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Υπολογισμός ρ^2

$$\rho^2 = 1 - \frac{L(\hat{b})}{L(0)} = 1 - \frac{-145,954/2}{-193,542/2} = 0,246$$

Στο μοντέλο του ατυχήματος “δύσκολης” συνομιλίας σε ορεινή οδό **παρατηρούνται τα εξής γενικά συμπεράσματα:**

1. Η συνομιλία αυξημένης δυσκολίας (**td**) αυξάνει την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα.
2. Τη μεγαλύτερη επιρροή παρουσιάζει η μεταβλητή **event**, γεγονός που καταδεικνύει ότι ένα απρόσμενο συμβάν είναι καθοριστικό στην πιθανότητα να συμβεί ατύχημα.
3. Η απόκλιση από τη μέση ταχύτητα οδήγησης (**ABSdv**) αυξάνει την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα.
4. Τα άτομα που συνηθίζουν να οδηγούν πλησιέστερα στο δεξί έρρισμα της οδού (**rspurmin**) έχουν μειωμένο κίνδυνο να τους συμβεί ατύχημα.

5.5.5 Περιγραφή αποτελεσμάτων

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:

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

Μοντέλο ατυχήματος “δύσκολης” συνομιλίας:

Η **μαθηματική σχέση** του μοντέλου που προέκυψε κατά την εξέταση του παράγοντα απόσπασης της “δύσκολης” συνομιλίας είναι:

$$U = 1,205 \times \mathbf{td} - 0,846 \times \mathbf{rspurmin} + 3,118 \times \mathbf{event} - 0,001 \times \mathbf{RPMav} + 0,139 \times \mathbf{ABSdv} - 3,862$$

Όπου

- td:** εάν ο οδηγός στο αντίστοιχο τμήμα ομιλεί με συνοδηγό – “δύσκολη” συνομιλία (1=ΝΑΙ, 0=ΌΧΙ)
- RPMav:** μέσος αριθμός στροφών κινητήρα (min^{-1})
- rspurmin:** ελάχιστη απόσταση από το κέντρο της οδού (m)
- ABSdv:** απόλυτη τιμή της διαφοράς ταχύτητας από τη μέση ταχύτητα (km/h)
- event:** απρόοπτο συμβάν (1=ΝΑΙ, 0=ΌΧΙ)

Ο οδηγός συμμετέχει σε “δύσκολη” συνομιλία κατά τη διάρκεια της οδήγησης

Από το θετικό πρόσημο της μεταβλητής, προκύπτει ότι, **όσο αυξάνεται η τιμή της διακριτής μεταβλητής td , αυξάνεται η τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής**. Δηλαδή υπάρχει αυξημένη πιθανότητα να συμβεί ατύχημα όταν ο οδηγός συνομιλεί με τον συνοδηγό του και το επίπεδο δυσκολίας της συζήτησης είναι αυξημένο. Το αποτέλεσμα αυτό εξηγείται ενδεχομένως από την απόσπαση της προσοχής κατά τη διάρκεια της οδήγησης. Συγκεκριμένα, όσο περισσότερο απασχολείται ο οδηγός με νοητικές δραστηριότητες πέραν της οδήγησης τόσο περισσότερο αποσυντονίζεται και οδηγεί “μηχανικά”, με αποτέλεσμα σε μια απρόοπτη κατάσταση αυτός να μην είναι σε θέση να ανταποκριθεί κατάλληλα.

Αναφέρεται ότι, η μεταβλητή **td** θεωρείται στατιστικά σημαντική, καθώς η απόλυτη τιμή του δείκτη Wald είναι 4,578.

Η απόκλιση της ταχύτητας του οδηγού από τη μέση ταχύτητα οδήγησης όλων των οδηγών

Η μεταβλητή **ABSdv** παρουσιάζει θετικό πρόσημο. Από το σύνολο των 42 οδηγών υπολογίστηκε η μέση ταχύτητα για οδικά τμήματα με παρόμοια χαρακτηριστικά μηκοτομής και οριζοντιογραφίας. Έτσι υπολογίστηκε για κάθε οδηγό η απόκλιση (απόλυτη τιμή) που παρουσίαζε η μέση ταχύτητα οδήγησής του σε κάθε οδικό τμήμα από την μέση ταχύτητα όλων των οδηγών. Παρατηρήθηκε ότι **αύξηση της τιμής της μεταβλητής οδηγεί σε αυξημένη πιθανότητα να συμβεί ατύχημα**. Αυτό ενδεχομένως εξηγείται από το γεγονός ότι οι οδηγοί των οποίων οι ταχύτητες διαφέρουν σημαντικά από την μέση ταχύτητα είναι είτε πιο ριψοκίνδυνοι είτε πιο φοβισμένοι/άπειροι με αποτέλεσμα σε κάποιο απρόοπτο συμβάν να υπάρχει αυξημένη πιθανότητα να μην ανταποκριθούν κατάλληλα και να εμπλακούν σε ατύχημα.

Η τιμή του δείκτη Wald της στατιστικής σημαντικότητας της μεταβλητής **ABSdv** είναι 11,165.

Μέσος αριθμός στροφών κινητήρα

Από το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής **RPMav** προκύπτει ότι αύξηση της τιμής της συνεχούς μεταβλητής οδηγεί σε μείωση της τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής. Δηλαδή υπάρχει αυξημένος κίνδυνος να συμβεί ατύχημα όταν ο οδηγός συνηθίζει να οδηγεί σε χαμηλές στροφές. Αυτό ενδεχομένως εξηγείται από το ότι υψηλότερες στροφές υποδηλώνουν καλύτερο έλεγχο του οχήματος και έτσι μειώνεται η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα.

Επισημαίνεται ότι, η μεταβλητή **RPMav** θεωρείται στατιστικά σημαντική στο μαθηματικό μοντέλο, καθώς η απόλυτη τιμή του δείκτη Wald είναι 4,934.

Ελάχιστη απόσταση από το κέντρο της οδού σε μέτρα

Η μεταβλητή **rspurmin** εμφανίζεται στο μοντέλο με αρνητικό πρόσημο. Παρατηρείται ότι, αύξηση της απόστασης του οχήματος από το κέντρο της

οδού, οδηγεί σε μείωση της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα. Ενδεχομένως οι οδηγοί που παρουσιάζουν τη συνήθεια να διατηρούν την πορεία του οχήματός τους σε μεγαλύτερη απόσταση από το κέντρο της οδού μπορεί να οδηγούν λιγότερο επιθετικά από τους υπόλοιπους και να είναι λιγότερο ριψοκίνδunami, με αποτέλεσμα μειωμένη πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη Wald της στατιστικής σημαντικότητας της μεταβλητής **rspurmin** είναι 7,892.

Απρόοπτο συμβάν

Η μεταβλητή **event** αναφέρεται στην πραγματοποίηση κάποιου απρόσμενου συμβάντος. Οι τιμές που μπορεί να λάβει είναι 0 και 1. Το θετικό της πρόσημο υποδηλώνει πως στην περίπτωση πραγματοποίησης κάποιου απρόσμενου συμβάντος αυξάνεται η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα. Ενδεχομένως αυτό να οφείλεται γιατί με την πραγματοποίηση κάποιου απρόσμενου γεγονότος ο οδηγός έρχεται αντιμέτωπος με καταστάσεις που απαιτούν ειδικό χειρισμό και καλά αντανακλαστικά για την ασφαλή πορεία του οχήματος.

Η απόλυτη τιμή του δείκτη Wald της στατιστικής σημαντικότητας της μεταβλητής **event** είναι 14,321, υποδεικνύοντας έτσι τη στατιστική σημαντικότητα της μεταβλητής.

5.5.6 Σχετική επιρροή των μεταβλητών

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):

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

όπου $P(i)$ είναι η πιθανότητα της εναλλακτικής (i) και x_{ink} η τιμή της μεταβλητής (k) για την εναλλακτική (i) του ατόμου (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):

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

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 (η), 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):

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

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.

Πίνακας 5.35: Σχετική επιρροή μεταβλητών στο μοντέλο ατυχήματος

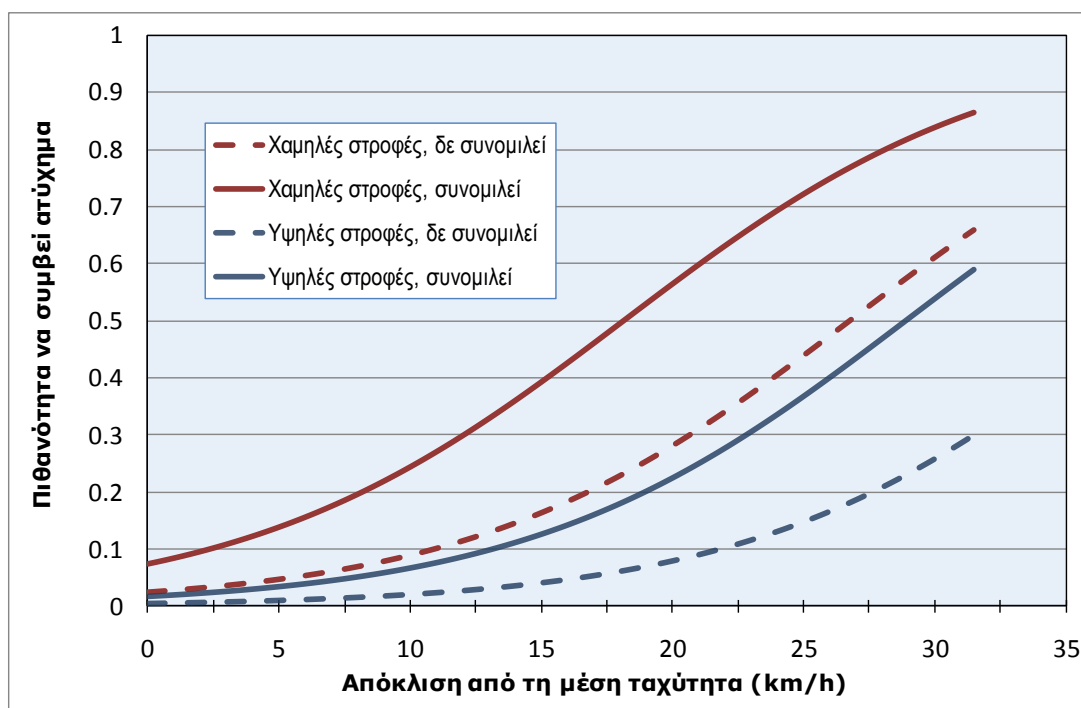
Ανεξάρτητες μεταβλητές	β_i	Wald	Exp(β_i)	Σχετική επιρροή	
				e_i	e_i^*
ΣΥΝΕΧΕΙΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ					
Διαφορά ταχύτητας οδήγησης από τη μέση ταχύτητα	0.139	11.17	1.15	0.95	2.01
Μέσος αριθμός στροφών κινητήρα	-0.001	4.93	1.00	-2.26	-4.79
Η ελάχιστη απόσταση του οχήματος από τη μέση της οδού	-0.846	7.89	0.43	-0.47	-1.00
ΔΙΑΚΡΙΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ					
Επικίνδυνο συμβάν	3.118	14.32	22.60	15.09	8.94
"Δύσκολη" ομιλία με συνοδηγό	1.205	4.58	3.34	1.69	1.00

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι το απρόοπτο συμβάν έχει τη μεγαλύτερη επιρροή στο μοντέλο όσον αφορά στις διακριτές μεταβλητές. Όταν συμβεί κάποιο απρόοπτο συμβάν, είναι 22.6% πιθανότερο να έχουμε ατύχημα. Αν ο οδηγός συνομιλεί καθώς οδηγεί, αυξάνεται η πιθανότητα να εμπλακεί σε ατύχημα κατά 3.34%. Το απρόοπτο συμβάν παρουσιάζει 8,9

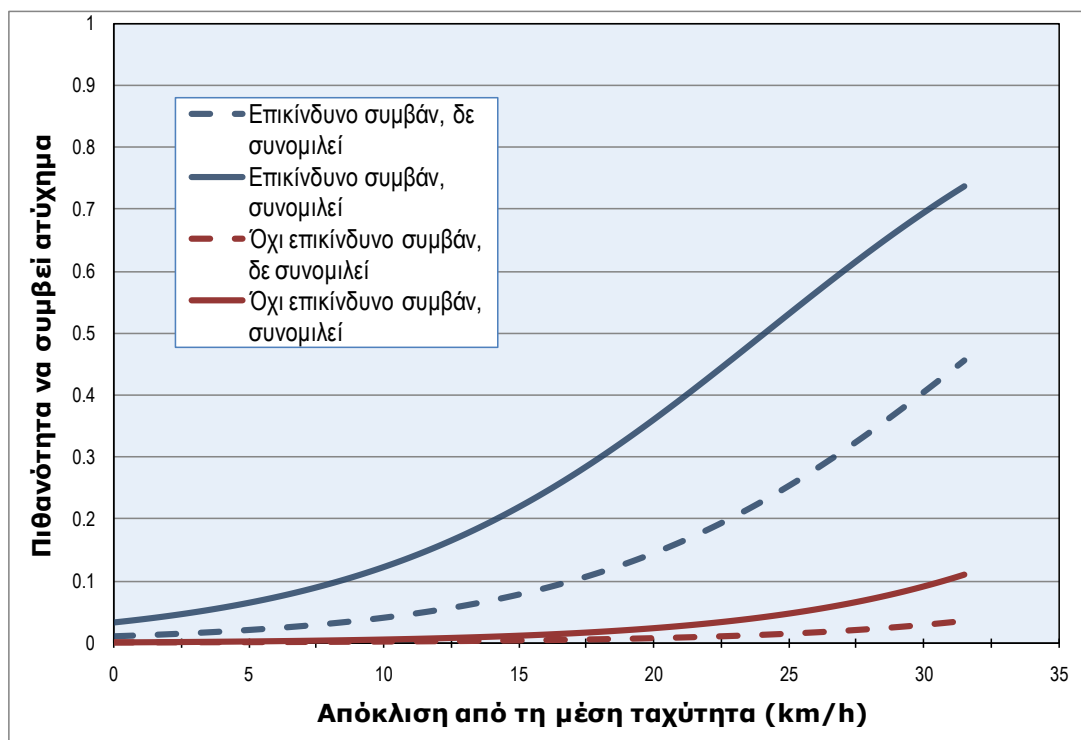
φορές μεγαλύτερη επιρροή στην πιθανότητα ατυχήματος σε σχέση με την μεταβλητή “δύσκολη” ομιλία με συνοδηγό. Όσον αφορά στις συνεχείς μεταβλητές, ο μέσος αριθμός στροφών κινητήρα παρουσιάζει τη μεγαλύτερη επιρροή.

5.5.7 Ανάλυση ευαισθησίας

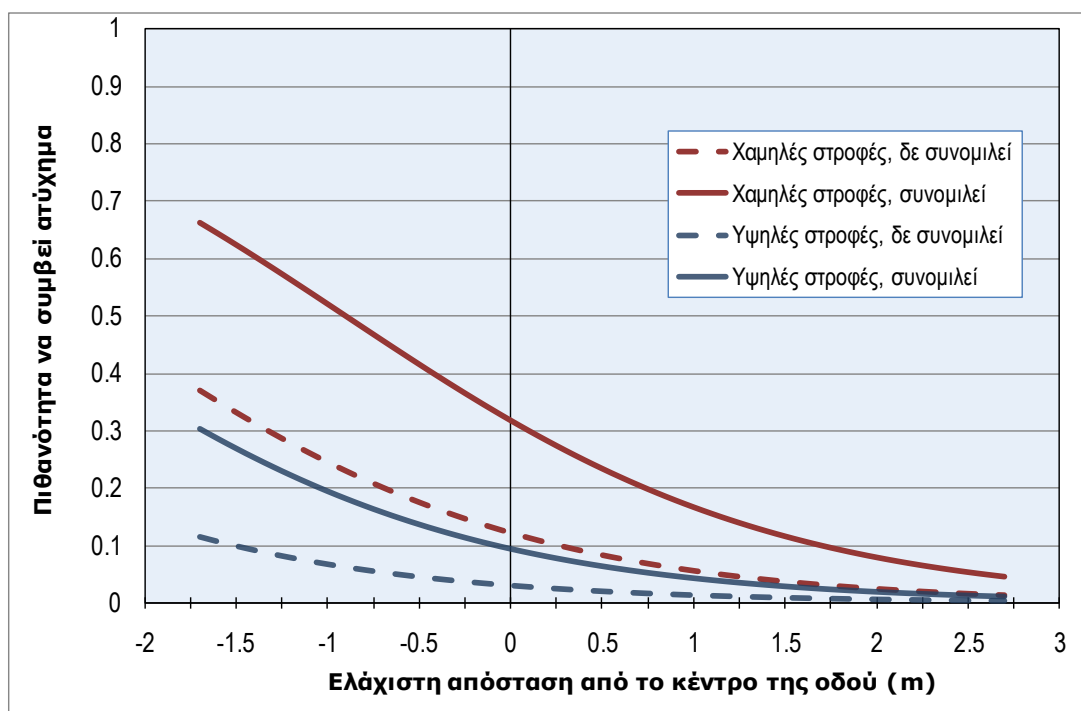
Στο παρόν εδάφιο παρουσιάζονται ορισμένα **διαγράμματα ευαισθησίας**, που αναπτύχθηκαν, με στόχο την καλύτερη κατανόηση της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη μεταβλητή, που προβλέπει το μοντέλο της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης. Τέλος αναφέρονται μερικά γενικά συμπεράσματα.



Διάγραμμα 5.45: Συσχέτιση πιθανότητας να συμβεί ατύχημα με την απόκλιση ταχύτητας από τη μέση ταχύτητα (ABSdv) (event=1, υψηλές στροφές=3500, χαμηλές στροφές=2000, rspurmin=1,16)



Διάγραμμα 5.46: Συσχέτιση πιθανότητας να συμβεί ατύχημα με την απόκλιση ταχύτητας από τη μέση ταχύτητα (ABSdv) ($RPM_{av}=2831$, $rspr_{min}=1,16$)



Διάγραμμα 5.47: Συσχέτιση πιθανότητας να συμβεί ατύχημα με την ελάχιστη απόσταση από το κέντρο της οδού ($rspr_{min}$) (event=1, υψηλές στροφές=3500, χαμηλές στροφές=2000, ABSdv=5,56)

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

- ❖ Οι οδηγοί εμφάνισαν αυξημένη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα όταν πραγματοποιήθηκε στη διαδρομή τους κάποιο απρόοπτο συμβάν.
- ❖ Η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα είναι μεγαλύτερη στη περίπτωση που ο οδηγός συνομιλεί.
- ❖ Η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα αυξάνεται όταν ο οδηγός συνηθίζει να οδηγεί με χαμηλές στροφές κινητήρα μηχανής οχήματος.

Κεφάλαιο 6

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1 Σύνοψη αποτελεσμάτων

Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί **η διερεύνηση της επιρροής της ομιλίας με συνοδηγό, της κατανάλωσης φαγητού και του καπνίσματος στη συμπεριφορά και στην πιθανότητα ατυχήματος του οδηγού σε ορεινή οδό με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης.**

Για τη **συλλογή των απαραίτητων στοιχείων** πραγματοποιήθηκε πείραμα σε 42 νέους οδηγούς ηλικίας από 18 έως 30 ετών 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 συμμετέχοντες ερωτηματολόγια που αφορούσαν στα χαρακτηριστικά τους.

Για τη **στατιστική επεξεργασία των στοιχείων** καθώς και την ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων της μέσης ταχύτητας οδήγησης, της μέσης απόστασης του οχήματος από τον άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας και του χρόνου αντίδρασης 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. Πραγματοποιήθηκαν στατιστικές αναλύσεις που εξέταζαν κάθε παράγοντα απόσπασης προσοχής του οδηγού ξεχωριστά και παρουσιάστηκαν εκείνες που ήταν στατιστικά σημαντικές. Συγκεκριμένα παρουσιάστηκαν τέσσερα μαθηματικά μοντέλα που αφορούν στη μέση ταχύτητα οδήγησης (κατανάλωση φαγητού, “εύκολη” συνομιλία,

“δύσκολη” συνομιλία, κάπνισμα). Επίσης στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν άλλες τρεις στατιστικές αναλύσεις όπου εξετάστηκε εκτενέστερα ο παράγοντας απόσπασης προσοχής του οδηγού της “δύσκολης” συνομιλίας. Δημιουργήθηκε ένα μαθηματικό μοντέλο που αφορά στη μέση απόσταση του οχήματος από τον άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας, ένα που αφορά στον χρόνο αντίδρασης σε κάποιο απρόσμενο συμβάν, και ένα που αφορά στην πιθανότητα να συμβεί ατύχημα. Σε κάθε στατιστικό μοντέλο εξετάστηκε η επιρροή της κάθε μεταβλητής σε ορεινή οδό.

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 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 (Πίνακες 6.1, 6.2, 6.3), παρουσιάζεται η σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών στα μαθηματικά μοντέλα. 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.

Πίνακας 6.1: Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλων ταχύτητας

Ανεξάρτητες μεταβλητές	"Εύκολη" συνομιλία				"Δύσκολη" συνομιλία				Κατανάλωση φαγητού				Κάπνισμα			
	β _i	t	Σχετική επιρροή		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 [*]			e _i	e _i [*]
ΣΥΝΕΧΕΙΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ																
Μέσος αριθμός στροφών κινητήρα	8,0x10 ⁻⁵	14.8	0.139	1.0	8,2x10 ⁻⁵	15.4	0.142	66.7	8,6x10 ⁻⁵	14.6	0.148	42.6				
Μέση τιμή επιτάχυνσης					0.030	4.0	0.002	1.0	0.045	6.0	0.003	1.0				
Ποσοστό διαδρομής που χρησιμοποιήθηκε το φρένο													-0.163	-3.0	-0.003	-1.0
Πλάτος λωρίδας κυκλοφορίας	0.068	4.3	0.182	1.3	0.069	4.1	0.187	87.8	0.077	4.4	0.205	59.3				
Ποσοστό διαδρομής που χρησιμοποιήθηκε η 4η ταχύτητα													0.097	7.9	0.011	3.7
Μέγιστη απόσταση οχήματος από το δεξί άκρο της οδού													0.010	2.0	0.015	5.1
ΔΙΑΚΡΙΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ																
Κατανάλωση φαγητού									-0.024	-2.7	-0.003	-1.0				
"Εύκολη" συνομιλία	-0.024	-3.8	-0.004	-1.0												
"Δύσκολη" συνομιλία					-0.014	-2.0	-0.003	-1.0								
Κάπνισμα													-0.011	-1.5	-0.002	-1.0
Παρουσία έντονων στροφών	-0.149	-21.3	-0.022	-4.9	-0.175	-24.3	-0.035	-13.7	-0.182	-21.7	-0.023	-9.0	-0.139	-15.9	-0.020	-10.2
Φύλο	-0.026	-4.4	-0.008	-1.8	-0.036	-6.3	-0.011	-4.3	-0.027	-4.3	-0.008	-3.1	-0.039	-5.8	-0.011	-5.9
Κατωφέρεια					0.044	4.3	0.003	1.3	0.067	6.5	0.006	2.1				
Απόλαυση οδήγησης	0.046	4.9	0.025	5.6					0.038	3.7	0.021	7.9	0.035	3.0	0.019	9.9
R ²	0.600				0.727				0.698				0.481			

Πίνακας 6.2: Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλου χρόνου αντίδρασης σε απρόσμενο συμβάν

Ανεξάρτητες μεταβλητές	β_i	t	Σχετική επιρροή	
			e_i	e_i^*
ΣΥΝΕΧΕΙΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ				
Διαφορά αριθμού στροφών κινητήρα από μέσο αριθμό στροφών σε κάθε συμβάν	-0.00003	1.74	-0.234	-14.97
Διαφορά στιγμιαίας ταχύτητας από τη μέση στιγμιαία ταχύτητα σε κάθε συμβάν	0.00200	2.37	-0.016	-1.00
Διαφορά απόστασης οχήματος από το δεξί άκρο της οδού από τη μέση απόσταση από το δεξί άκρο της οδού	-0.11900	4.13	0.670	42.81
ΔΙΑΚΡΙΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ				
Οδηγική εμπειρία 5-9 έτη	-0.05700	3.44	0.744	58.48
Χρήση 2ης ταχύτητας κιβωτίου	0.33200	3.43	0.013	1.00
"Δύσκολη" συνομιλία	0.03100	1.80	-0.160	-12.54
	R^2	0.271		

Πίνακας 6.3: Σχετική επιρροή μεταβλητών στο μοντέλο ατυχημάτων

Ανεξάρτητες μεταβλητές	β_i	Wald	Σχετική επιρροή	
			e_i	e_i^*
ΣΥΝΕΧΕΙΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ				
Διαφορά ταχύτητας οδήγησης από τη μέση ταχύτητα	0.139	11.17	0.95	2.01
Μέσος αριθμός στροφών κινητήρα	-0.001	4.93	-2.26	-4.79
Η ελάχιστη απόσταση του οχήματος από τη μέση της οδού	-0.846	7.89	-0.47	-1.00
ΔΙΑΚΡΙΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ				
Επικίνδυνο συμβάν	3.118	14.32	15.09	8.94
"Δύσκολη" ομιλία με συνοδηγό	1.205	4.58	1.69	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 Συνολικά συμπεράσματα

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 κατανάλωσης φαγητού, της ομιλίας με συνοδηγό και του καπνίσματος κατά τη διάρκεια οδήγησης στη συμπεριφορά και την πιθανότητα ατυχήματος του οδηγού **με χρήση προσομοιωτή οδήγησης**.
2. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων του πειράματος προέκυψε ότι η δύσκολη συνομιλία με τον συνοδηγό οδηγεί σε μείωση της ταχύτητας

κυκλοφορίας και απόκλιση προς τα δεξιά από τη συνήθη τροχιά των οχημάτων, γεγονότα εν δυνάμει θετικά για την οδική ασφάλεια αλλά ταυτόχρονα οδηγεί και σε αύξηση του χρόνου αντίδρασης, γεγονός εν δυνάμει αρνητικό από άποψη οδικής ασφάλειας. Από την ανάλυση επίσης προέκυψε ότι η δύσκολη συνομιλία οδηγεί σε αύξηση της πιθανότητας ατυχήματος και κατά συνέπεια, μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι **η χαμηλότερη ταχύτητα και η απόκλιση προς τα δεξιά εκείνων που έχουν μία δύσκολη συζήτηση κατά την οδήγηση δεν μπορούν να αντισταθμίσουν τον πολύ περισσότερο αυξημένο κίνδυνο ατυχήματος λόγω της αύξησης του χρόνου αντίδρασης.**

3. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων του πειράματος προέκυψε ότι τόσο το **κάπνισμα όσο και η κατανάλωση φαγητού την ώρα της οδήγησης επιφέρουν μείωση στη μέση ταχύτητα οδήγησης** ενώ δεν βρέθηκε να υπάρχει στατιστικά σημαντική μεταβολή στην πιθανότητα ατυχήματος. Κατά συνέπεια ενδεχομένως η θετική επιρροή για την οδική ασφάλεια μείωση της μέσης ταχύτητας αντισταθμίζεται από την αλλαγή στον χρόνο αντίδρασης με αποτέλεσμα να μην προκύπτει μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα.
4. Η στατιστική επεξεργασία των στοιχείων σε ότι αφορά στη μέση ταχύτητα οδήγησης, στον χρόνο αντίδρασης και στην απόσταση από τον κεντρικό άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας 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. Η στατιστική επεξεργασία των στοιχείων σε ότι αφορά στην πιθανότητα να συμβεί ατύχημα κατά τη διάρκεια της συνομιλίας αυξημένης δυσκολίας πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της **λογιστικής ανάλυσης παλινδρόμησης.**
5. Διαπιστώθηκε ότι και οι τρεις παράγοντες απόσπασης προσοχής του οδηγού που εξετάστηκαν **(συνομιλία με συνοδηγό, κατανάλωση φαγητού, κάπνισμα) οδηγούν στη μείωση της μέσης ταχύτητας οδήγησης.** Οι οδηγοί που οδηγούν σε λωρίδες με μεγαλύτερα πλάτη και καταναλώνουν φαγητό παρουσιάζουν όμοιες ταχύτητες με εκείνους που οδηγούν σε οδούς με μικρότερα πλάτη και δεν καταναλώνουν

φαγητό. Παρατηρήθηκε ακόμη, ότι η μέση ταχύτητα των αντρών όταν συνομιλούν είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη των γυναικών όταν εκείνες δε συνομιλούν.

6. Για το μοντέλο όπου εξετάστηκε η επιρροή της ομιλίας με συνοδηγό φάνηκε ότι **όταν ο οδηγός συνομιλεί τότε οδηγεί πιο δεξιά πάνω στο οδόστρωμα** σε σχέση με τον άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας. Τα άτομα που συνομιλούν και οδηγούν με υψηλές ταχύτητες οδηγούν σε ίδιες σχετικές θέσεις στο οδόστρωμα με τα άτομα που δεν συνομιλούν αλλά οδηγούν σε χαμηλότερες ταχύτητες.
7. Για το μοντέλο που αφορά στους χρόνους αντίδρασης σε κάποιο απρόσμενο συμβάν βρέθηκε ότι η **συνομιλία αυξημένης δυσκολίας αυξάνει τον χρόνο αντίδρασης**. Οι οδηγοί που δε συνομιλούν και οδηγούν πολύ κοντά στο δεξί έρεισμα της οδού παρουσιάζουν όμοιους χρόνους αντίδρασης με εκείνους που συνομιλούν αλλά οδηγούν σε πιο κεντρικές θέσεις επάνω στο οδόστρωμα.
8. Η **έντονη ομιλία με συνοδηγό** κατά τη διάρκεια της οδήγησης φαίνεται ότι **αυξάνει σημαντικά την πιθανότητα ατυχήματος** παρά τη μείωση της ταχύτητας από τους οδηγούς και την απόκλιση του οχήματος προς τα δεξιά. Προφανώς δεν αντισταθμίζεται ο αυξημένος κίνδυνος λόγω της αύξησης του χρόνου αντίδρασης. Οι οδηγοί που συνομιλούν και έχουν μικρή απόκλιση από τη μέση ταχύτητα του συνόλου των οδηγών παρουσιάζουν ίδια πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα με εκείνους που δε συνομιλούν αλλά έχουν μεγάλη απόκλιση ταχύτητας από τη μέση ταχύτητα όλων των οδηγών.
9. Δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική αύξηση της πιθανότητας ατυχήματος από την ομιλία μειωμένης δυσκολίας με το συνοδηγό, από την κατανάλωση φαγητού και από το κάπνισμα.
10. Τέλος αναφέρεται ότι, υπό προϋποθέσεις, μπορεί να καταστεί δυνατή η γενίκευση των αποτελεσμάτων της Διπλωματικής αυτής Εργασίας, ώστε να χρησιμοποιηθούν και σε άλλες σχετικές περιπτώσεις. Θα πρέπει βέβαια να πραγματοποιηθούν οι απαραίτητες προσαρμογές, όσον αφορά στο οδικό περιβάλλον, στις συνθήκες κυκλοφορίας και στα άλλα χαρακτηριστικά της οδού.

6.3 Προτάσεις για βελτίωση της οδικής ασφάλειας

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 συμβάλλουν στη βελτίωση της διαχείρισης της κυκλοφορίας καθώς και στην βελτίωση του επιπέδου οδικής ασφάλειας.

Αξίζει να σημειωθεί πως η πρόταση για απαγόρευση των εξεταζόμενων συνηθειών κατά τη διάρκεια της οδήγησης είναι περισσότερο ουτοπική και δύσκολα εφαρμόσιμη. Παρ' όλα αυτά μπορεί να επιτευχθεί μια σωστή ενημέρωση και εκπαίδευση των νέων οδηγών για την άρση φαινομένων απόσπασης προσοχής από την κατανάλωση φαγητού.

1. Στην Ελλάδα, επικρατεί η νοοτροπία ότι η αυξημένη ταχύτητα 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.
2. Επιπρόσθετα, **οι πολίτες θα πρέπει να ενημερώνονται** για θέματα που αφορούν στην οδική ασφάλεια σε συνάρτηση με τη σωστή συμπεριφορά των οδηγών στην οδό, ώστε να γίνει ευρέως αντιληπτός ο κίνδυνος που προκαλούν οι ενέργειες που αποσπούν την προσοχή 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 αποτελούν ένα βασικό τρόπο ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης.
3. 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 απρόοπτες καταστάσεις** σε συνθήκες πραγματικής οδήγησης και να είναι πιο εξοικειωμένοι με τη χρήση του οχήματος.

4. Κρίνεται σκόπιμη η θέσπιση από το κράτος σεμιναρίων οδικής ασφάλειας για τη σωστή εκπαίδευση των οδηγών.
5. Κρίνεται αναγκαία η **βελτίωση του ορεινού δικτύου** ώστε να αυξηθεί η οδική ασφάλεια σε αυτό. Προτείνεται επαρκής φωτισμός, τοποθέτηση στηθαίων ασφαλείας, βελτίωση οδοστρωμάτων. Ακόμα προτείνεται ο εντοπισμός των επικίνδυνων οδικών τμημάτων και η κατάλληλη σήμανσή τους.

6.4 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

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

1. Το πείραμα που διεξήχθη στην παρούσα Διπλωματική Εργασία αφορούσε στην ευπαθή ομάδα των νέων σε ηλικία οδηγών. Ενδιαφέρον όμως θα παρουσίαζε η διεύρυνση του στατιστικού δείγματος σε μεγαλύτερο ηλικιακό εύρος, έτσι ώστε να μπορέσουν να επισημανθούν και να ποσοτικοποιηθούν τυχόν διαφορές στη συμπεριφορά και την οδική ασφάλειά των διαφόρων ηλικιακών ομάδων στους συγκεκριμένους παράγοντες απόσπασης προσοχής.
2. Για περαιτέρω στατιστική ανάλυση και εξαγωγή επιπλέον μοντέλων, ενδιαφέρον θα παρουσίαζε η εφαρμογή άλλων μεθόδων στατιστικής ανάλυσης, οι οποίες βασίζονται σε άλλες κατανομές, πέραν της κανονικής. Έτσι θα μπορούσε να αρθεί το πρόβλημα με την απόκλιση από τη μέση ταχύτητα στο μοντέλο πιθανότητας ατυχήματος ώστε να μπορεί να βρεθεί σχέση για θετικές και αρνητικές διαφορές από τη μέση ταχύτητα.
3. Επίσης, ενδιαφέρουσα θα ήταν και η ταυτόχρονη μελέτη όλων των παραγόντων απόσπασης προσοχής σε ένα μαθηματικό μοντέλο όπου και θα φαινόταν ενδεχομένως ποιος παράγοντας έχει τη μεγαλύτερη επιρροή στη συμπεριφορά και την πιθανότητα ατυχήματος του οδηγού. Προτείνεται ακόμη η μελέτη και άλλων παραγόντων

απόσπασης προσοχής όπως η επιρροή της μουσικής και η χρήση κινητού τηλεφώνου σε ορεινό περιβάλλον οδήγησης.

4. Ακόμα προτείνεται μια έρευνα αντίστοιχη της παρούσης η οποία θα πραγματοποιηθεί σε διαφορετικές συνθήκες κυκλοφορίας και υπό την επίδραση άλλων περιβαλλοντικών συνθηκών (για παράδειγμα υπό ομίχλη/βροχή ή βράδυ), και σε άλλα οδικά περιβάλλοντα (αστικό περιβάλλον, υπεραστικό περιβάλλον, αυτοκινητόδρομοι)

Κεφάλαιο 7 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Γκρίτζα Κ., Θεοχάρη Θ., Καρλαύτης Κ., Κανελλαΐδης Γ., **"Απόψεις των Ελλήνων Οδηγών σε Θέματα Διαχείρισης Ταχυτήτων"**, 2003
2. Μίντση Γ., Ταξιλάρη Χ., Πετροπούλου Ι., **"Συμβολή στον προσδιορισμό του κόστους οδικών ατυχημάτων με παθόντα πρόσωπα"**, 1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Οδικής Ασφάλειας, Θεσσαλονίκη, 1994.
3. Σ.Ε.Σ., **"Οι θέσεις του Συλλόγου Ελλήνων Συγκοινωνιολόγων"**, Σ.Ε.Σ., Αθήνα, 2003.
4. Σωσσίδου, **"Σχεδιασμός έρευνας και εφαρμογές στατιστικής με τη χρήση του SPSS"**, Θεσσαλονίκη, 2007.
5. Τσώχος Γ., Χαυτόπουλος Κ., **"Μοντέλο εκτίμησης οικονομικού κόστους τροχαίων ατυχημάτων"**, 1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Οδικής Ασφάλειας, Θεσσαλονίκη, 1994.
6. Φραντζεσκάκη Ι., Γκόλια Ι., **"Οδική Ασφάλεια"**, εκδ. Παπασωτηρίου, 1993.
7. Bauer K.M., Harwood D.W. **"Statistical Models of At-Grade Intersection Accidents - Addendum"** FHWA-RD-99-094, Federal Highway Administration, 2000.
8. Beirness D., Simpson H., Desmond K. **"The Road Safety Monitor 2004, Drowsy Driving"**, 2005.
9. Beirness D., Simpson H., Pak A., **"The Road Safety Monitor: Driver Distraction"**, March 2002.

10. Vincent Cantin, Martin Lavallière, Martin Simoneau, Normand Teasdale, **"Mental workload when driving in a simulator: Effects of age and driving complexity"**, 2009.
11. Samuel G. Charlton, **"Driving while conversing: Cell phones that distract and passengers who react"**, New Zealand, 2009.
12. Consiglio W., Driscoll P., Witte M., Berg W.P., **"Effect of cellular telephone conversations and other potential interference on reaction time in a braking response"**. Accid. Anal. Prev. 35, 2003.
13. Engström I., Gregersen N.P., Hernetkoski K., Keskinen E., Nyberg A., **"Young novice drivers, driver education and training: Literature review"**, VTI rapport 491A, Swedish National Road and Transport Research Institute, Linköping, Sweden, 2003.
14. Faucett C.L., Schenker N., Elashoff R.M., **"Analysis of censored survival data with intermittently observed time-dependent binary covariates"**, Journal of American Statistical Association, 93, 1998.
15. Glaze A., Ellis J, **"Pilot Study of Distracted Drivers, Virginia Commonwealth University, Transportation and Safety Training Center"**, Virginia, United States, 2003.
16. Gordon, C, **"Driver Distraction Related Crashes in New Zealand"**, International Conference on Driver Distraction, Sydney, Report 67, STAYSAFE Committee, 2006.
17. Haigney D. E. & Westerman S. J., **"Mobile (cell) phone use and driving: A critical review of research methodology"**, Ergonomics, (2001).
18. Horberry T, Anderson J, Regan MA, Triggs TJ & Brown J, **"Driver distraction: the effects of concurrent in-vehicle tasks, road**

- environment complexity and age on driving performance***", Accident Analysis and Prevention, 2006.
19. Jenness J.W., Lattanzio R.J., O'Toole M. et al., ***"Voice-activated dialing or eating a cheeseburger: which is more distracting during simulated driving?"***, Bridging Fundamentals and New Opportunities: Proceedings of the 46th Annual Meeting of the Human Factors and Ergonomics Society, HFES, Santa Monica, 2002.
 20. Kass S.J., Cole K.S., Stanny C.J., ***"Effects of distraction and experience on situation awareness and simulated driving"***, 2007.
 21. Katja Kircher, ***"Driver distraction, A review of the literature"***, 2007.
 22. Klauer S.G., Dingus T.A, Neale V.L, Sudweeks J.D, Ramsey D.J, ***"The impact of driver inattention on near crash/crash risk: an analysis using the 100-car naturalistic driving study data"***, USDO TRANSPORTATION, National Highway Traffic Safety Administration, Washington, DC, United States, 2006.
 23. Lawrence T. Lam, ***"Distractions and the risk of car crash injury: The effect of drivers' age"***, Sydney, Australia, 2002.
 24. Lam et al., ***"Passenger carriage and car crash injury: a comparison between younger and older drivers"***, Accident Analysis and Prevention, 2003.
 25. Lansdown T.C., Brook-Carter N. & Kersloot T., ***"Distraction from multiple in-vehicle secondary tasks: Vehicle performance and mental workload implications"***, 2004.
 26. Lee JD, Caven B, Haake S & Brown TL, ***"Speech-based interaction with in-vehicle computers: the effect of speech-based e-mail on drivers' attention to the road"***, Human Factors, 2001.

27. McEvoy S.P., Stevenson M.R. & Woodward M., ***"The impact of driver distraction on road safety; Results from a representative survey in two Australian states"***, Injury Prevention, 2006.
28. Massie D.L., Campbell K.L., Williams A.F., ***"Traffic accident involvement rates by driver age and gender"***, Accident Analysis and Prevention, 1995.
29. Mayhew D.R. and Simpson H.M., ***"The Role of Driving Experience: Implications for the Training and Licencing of New Drivers"***, Toronto, Ontario: Insurance Bureau of Canada, 1995.
30. McKnight A.J., and Hundt A.G., ***"Driver Education Task Analysis: Instructional Objectives"***, Washington, DC: Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, 1971.
31. Ministry of Transport, New Zealand, Correspondence, 21 October 2005
32. NHTSA, General Estimates System (GES), Retrieved January 2005, 2003.
33. NHTSA, ***"Traffic Safety Facts 2003: A Compilation of Motor Vehicle Crash Data from the Fatality Analysis Reporting System and the General Estimates System"***, 2003
34. Neale V., Dingus T., Klauer S., Sudweeks J. and Goodman M., ***"An Overview of the 100- Car Naturalistic Study and Findings"***, Paper 05-0400, 19th International Technical Conference on Enhanced Safety of Vehicles, Washington, DC, United States, June 2005.
35. David M. Neyens, Linda Ng Boyle, ***"The effect of distractions on the crash types of teenage drivers"***, Department of Mechanical and Industrial Engineering and Public Policy Center, The University of Iowa, Iowa City, July 2006.

36. David M. Neyens, Linda Ng Boyle, ***"The influence of driver distraction on the severity of injuries sustained by teenage drivers and their passengers"***, Department of Mechanical and Industrial Engineering, The University of Iowa, USA, June 2007.
37. Nunes L.M., Recarte M.A., ***"Cognitive demands of hands-free phone conversation while driving"***, Transport. Res., Part F: Traffic Psychol. Behav., 2002.
38. Näätänen R. and Summala H., ***"Road-user Behaviour and Traffic Accidents"***, Oxford: North-Holland Publishing Company, 1976.
39. Jayesh Patel, David J. Ball, Huw Jones, ***"Factors influencing subjective ranking of driver distractions"***, Middlesex University, July 2007.
40. Jonah B.A., Thiessen R. and Au-Yeung E, ***"Sensation seeking, risky driving and behavioural adaptation"***. Accident Analysis and Prevention, 2001.
41. Preusser D.F., Ferguson S.A., Williams A.F., ***"The effect of teenage passengers on the fatal crash risk of teenage drivers"***, 1998.
42. Rakauskas M.E., Gugerty L.J., & Ward N.J., ***"Effects of naturalistic cell phone conversation on driving performance"***, Journal of Safety Research, 2004.
43. Redelmeier D.A. and Tibshirani R.J., ***"Association between cellular-telephone calls and motor vehicle collisions"***, New England Journal of Medicine, 1997.
44. Reed M.P., & Green P.A., ***"Comparison of driving performance on-road and in low-cost simulator using a concurrent telephone dialling task"***, 1999.

45. Regan, Lee, Young, **"Driver Distraction: Theory, Effects, and Mitigation"**, 2009
46. Sabey B. E., & Staughton G. C., **"Interacting roles of road, environment, and road user in accidents"**, Paper presented at the Fifth International Conference of the International Association for Accident and Traffic Medicine and the 3rd International Conference on Drug Abuse of the International Council on Alcohol and Addiction, London, September 1975.
47. Shinar D., **"Psychology on the Road. The Human Factor in Traffic Safety"**, New York: John Wiley and Sons, 1978.
48. Alan Stevens, Roy Minton, **"In-vehicle distraction and fatal accidents in England and Wales"**, Transport Research Laboratory, UK, July 2000.
49. Strayer D. L. & Drews F. A., **"Profiles in driver distraction: Effects of cell phone conversations on younger and older drivers"**, 2004.
50. Stutts J, Reinfurt D, Staplin L, and Rodgman E, **"The Role of Driver Distraction in Traffic Crashes"**, AAA Foundation for Traffic Safety, Washington, DC, United States, 2001.
51. Stutts J, Feaganes J, Rodgman E, Hamlett C, Meadows T, Reinfurt D, Gish K, Mercandante M and Staplin L., **"Distractions in Everyday Driving"**, AAA Foundation for Traffic Safety, Washington, DC, United States, 2003.
52. Jane Stutts, Ronald R. Knipling, Ronald Pfefer, Timothy R. Neuman, Kevin L. Slack, Kelly K. Hardy, **"NCHRP REPORT 500 Guidance for Implementation of the AASHTO Strategic Highway Safety Plan"**, Washington D.C., 2005.
53. Jane Stutts, John Feaganes, Donald Reinfurt, Eric Rodgman, Charles Hamlett, Kenneth Gish, Loren Staplin, **"Driver's exposure to**

- distractions in their natural driving environment"***, USA, June 2005.
54. Suzanne P., McEvoy, Mark R. Stevenson, Mark Woodward, ***"The prevalence of, and factors associated with, serious crashes involving a distracting activity"***, Sydney, Australia, September 2006.
55. Tim Horberry, Janet Anderson, Michael A. Regan, Thomas J. Triggs, John Brown, ***"Driver distraction: The effects of concurrent in-vehicle tasks, road environment complexity and age on driving performance"***, Accident Research Centre, Monash University, Australia, National Roads and Motorists' Association, September 2005.
56. Törnros, J.E.B., Bolling, A.K., ***"Mobile phone use-Effects of handheld and handsfree phones on driving performance"***, Accident Analysis and Prevention, 2005.
57. Tsohos G., Pitsiava-Latinopoulou M., Basbas S., ***"The cost of road accident as a determinant factor in transport policy"***, International Conference "Traffic Safety on three continents", Pretoria, 2000.
58. Mark S. Young, Janina M. Mahfoud, Guy H. Walker, Daniel P. Jenkins, Neville A. Stanton, ***"Crash dieting: The effects of eating and drinking on driving performance"***, April 2007.
59. Kristie L. Young, Michael G. Lenné, ***"Driver engagement in distracting activities and the strategies used to minimise risk"***, Monash University Accident Research Centre (MUARC), Australia, 2009.
60. Wierville W, Tijerina L, ***"An Analysis of Driving Accident Narratives as a Means of Determining Problems Caused by In-Vehicle Visual Allocation and Visual Workload"***, In Gale AG et al (eds) Vision in Vehicles –V, North-Holland, 1996.

61. White M.P., Eiser J.R., Harris P.R., **"Risk perceptions of mobile phone use while driving"**, Risk Anal 24 (2), 2004.
62. Wilson J., Fang M., Wiggins S., Cooper P., **"Collision and violation involvement of drivers who use cellular telephones"**, Traffic Injury Prev. 4, 2003.
63. Brendan Wallace, **"External-to-vehicle driver distraction"**, HFAL, Scottish Executive Social Research, 2003.
64. Wang J.S., Knippling R.R., Goodman M.J., **"The role of driver inattention in crashes: new statistics from the 1995 Crashworthiness Data System"**, Fortieth Annual Proceedings of the Association for the Advancement of Automotive Medicine, Vancouver, 1996.
65. Williams A.F., **"Teenage drivers: patterns of risk"**, Journal of Safety Research, 2003.
66. Department for transport Scottish Government, **"Reported Road Casualties Great Britain: 2008 Annual Report"**, 2008.
67. World Bank, **"Roads & Highways: Road Safety"**, www.worldbank.org, 2009
68. CARE: EU road database or national publications, Road accidents statistics in Europe, 2009.
69. Foerst Driving Simulators, <http://www.drfoerst.de/>, <http://www.simulators.gr/>
70. European Road Safety Observatory, www.erso.eu, 2009.
71. Road Safety Committee, Parliament of Victoria, **"Inquiry into Driver Distraction"**, August 2006

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1 Ερωτηματολόγιο

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



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

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

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

α/α συμμετέχοντα: _____

1. Ημερομηνία διεξαγωγής του πειράματος: _____
2. Ηλικία: _____
3. Φύλο: Άντρας ☐ Γυναίκα ☐
4. Οδηγική εμπειρία (έτη): 1-4 ☐ 5-9 ☐ >10 ☐
5. Τι απόσταση διανύετε εβδομαδιαίως με Ι.Χ όχημα; _____ km
6. Σας αρέσει η οδήγηση; ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ ☐
7. Πόσο συχνά οδηγείτε σε ορεινή περιοχή?
 - Ποτέ ☐
 - Σπάνια ☐
 - Συχνά ☐
 - Πάντα ☐
8. Κατά ποιο τρόπο αλλάζετε την οδική σας συμπεριφορά σε ορεινό περιβάλλον?
 - Μειώνω ταχύτητα και οδηγώ πιο προσεκτικά ☐
 - Δεν αλλάζω ιδιαίτερα την οδική συμπεριφορά μου ☐
9. Έχετε εμπλακεί σε ατύχημα ενώ:

	ΝΑΙ	ΟΧΙ
➤ τρώγατε		
➤ καπνίζατε		
➤ μιλούσατε με το συνοδηγό σας		

10. Όταν οδηγείτε πόσο συχνά:

	Τρώτε	Καπνίζετε
➤ Πολλές φορές την ημέρα		
➤ Περισσότερο από μία φορά την ημέρα		
➤ Μία φορά την ημέρα		
➤ Μια φορά την εβδομάδα		
➤ Μια φορά το μήνα		
➤ Ποτέ		

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

	Τρώτε	Καπνίζετε	Συνομιλείτε
➤ Δεν αλλάζετε συμπεριφορά			
➤ Σταματάτε το όχημα			
➤ Οδηγείτε στην άκρη του δρόμου			
➤ Μειώνετε ταχύτητα			

➤ Δεν τρώω / καπνίζω / συνομιλώ ☐

12. Αξιολογήστε και τοποθετήστε σε αύξουσα σειρά (1-2-3) τις παρακάτω ενέργειες με βάση τον βαθμό επιρροής τους στην οδήγησή σας. (3 για τη μεγαλύτερη επιρροή):

- Φαγητό
- Κάπνισμα
- Συνομιλία με τον συνοδηγό

13. Συνηθίζετε να οδηγείτε μόνος/μόνη σας ή με συνοδηγό;

- συνήθως μόνος/μόνη
- συνήθως με συνοδηγό

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2 Έντυπο καταγραφής πειράματος

Έντυπο καταγραφής του πειράματος

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ & ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΠΡΟΣΩΝΙΚΗΣ
ΗΡΩΩΝ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ 5 - 157 73 ΖΩΣΙΑΣ
ΤΗΛ. & VOICE MAIL: 010 772 1302/772 1306, TELEFAX: 010 772 1307



NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS
SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING
DEPT. OF TRANSPORTATION PLANNING AND ENGINEERING
5, HEROON POLYTECHNIUM ST. GR-157 73 ZOSIAS
TEL. & VOICE MAIL: +3610 772 1302/772 1306, TELEFAX: +3610 772 1307

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

α/α συμμετέχοντα: ημερομηνία:

ΔΙΑΔΡΟΜΗ 1

ΩΡΑ:
ΑΠΟΣΤΑΣΗ:

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ		ΑΠΡΟΒΛΕΠΤΑ ΣΥΜΒΑΝΤΑ				ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ	
		ΑΡΧΗ:	ΤΕΛΟΣ:	Χ.Θ.:	Χρ.Αντ.:	A/A	Χ.Θ.
Free Driving 1		0.00	0.70	0.47	Χρ.Αντ.:		
Easy Conversation		0.70	1.90	1.13	Χρ.Αντ.:		
Free Driving 2		1.90	2.50	2.10	Χρ.Αντ.:		
Eating		2.50	3.60	3.32	Χρ.Αντ.:		
Free Driving 3		3.60	4.20	3.86	Χρ.Αντ.:		
Σύνολο							

ΔΙΑΔΡΟΜΗ 2

ΩΡΑ:
ΑΠΟΣΤΑΣΗ:

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ		ΑΠΡΟΒΛΕΠΤΑ ΣΥΜΒΑΝΤΑ				ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ	
		ΑΡΧΗ:	ΤΕΛΟΣ:	Χ.Θ.:	Χρ.Αντ.:	A/A	Χ.Θ.
Free Driving 4		0.00	0.25		Χρ.Αντ.:		
Smoking		0.25	1.84	1.51	Χρ.Αντ.:		
Free Driving 5		1.84	2.64	2.53	Χρ.Αντ.:		
Difficult Conversation		2.64	3.90	3.35	Χρ.Αντ.:		
Σύνολο							