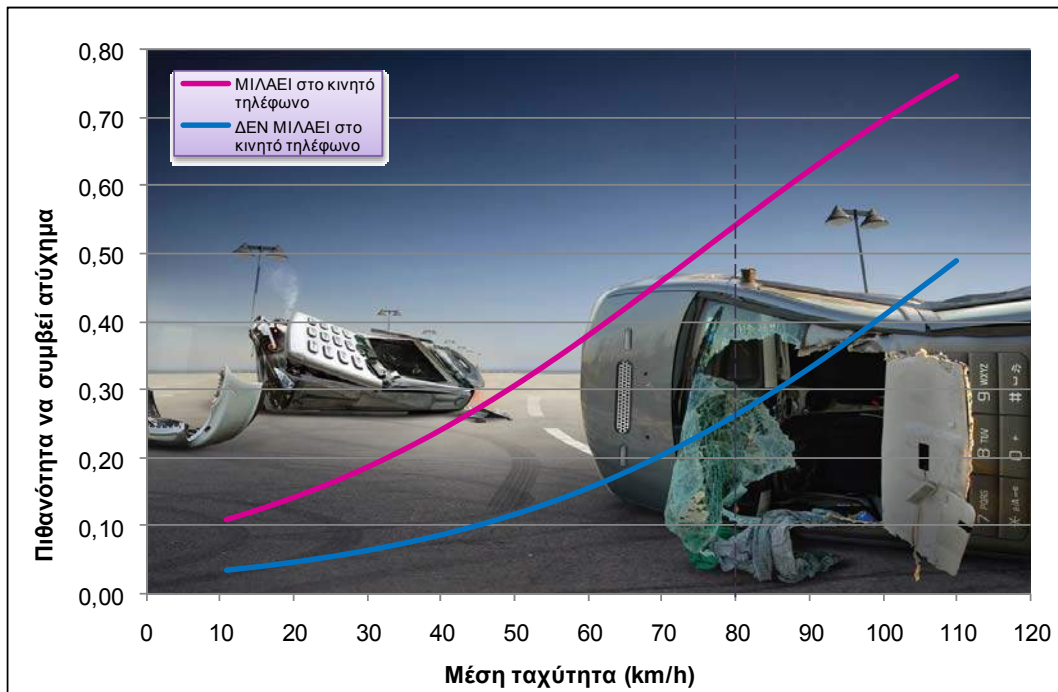




Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΤΗΛΕΦΩΝΟΥ ΚΑΙ ΤΗΣ ΜΟΥΣΙΚΗΣ ΣΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΟΥ ΟΔΗΓΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ ΟΔΗΓΗΣΗΣ



ΠΑΠΑΘΑΝΑΣΙΟΥ ΕΛΕΝΑ

ΠΟΣΤΑΝΤΖΗ ΕΥΡΥΔΙΚΗ

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

Αθήνα, Μάρτιος 2011

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστούμε θερμά τον κ. Γ. Γιαννή, Αναπληρωτή Καθηγητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ, για την ανάθεση της Διπλωματικής Εργασίας, την πολύτιμη καθοδήγηση του και την εξαιρετική συνεργασία μας.

Ευχαριστούμε πολύ τον κ. Γ. Κανελλαΐδη, Διευθυντή του Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ για τις εποικοδομητικές παρατηρήσεις και όλες τις χρήσιμες συμβουλές του καθώς επίσης και τον κ. Ι. Κ. Γκόλια, Πρόεδρο και Καθηγητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ για τις εξίσου χρήσιμες παρατηρήσεις του.

Ευχαριστούμε την κ. Ε. Παπαδημητρίου, για την βοήθεια που μας παρείχε σε καίρια σημεία της εργασίας και την κ. Σ. Βαρδάκη για τις πολύτιμες παρατηρήσεις της και κυρίως τις υποδείξεις επί του θέματος της απόσπασης προσοχής του οδηγού.

Εξίσου θερμά ευχαριστούμε το Λεωνίδα Ρ. για τη βοήθεια και τις συμβουλές του στα θέματα του προσομοιωτή οδήγησης.

Όλα αυτά φυσικά δεν θα μπορούσαν να υλοποιηθούν χωρίς την καθοριστική συμβολή όλων των εθελοντών που συμμετείχαν στην πειραματική διαδικασία, τους οποίους και ευχαριστούμε εγκάρδια.

Τέλος, ευχαριστούμε τις οικογένειές μας και κάθε έναν από τους φίλους μας που συνέβαλε στο να κάνουμε όλοι μαζί τα χρόνια των σπουδών μας ανεκτίμητα.

Αθήνα, Μάρτιος 2011

Έλενα Παπαθανασίου, Ευρυδίκη Ποσταντζή

**Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΤΗΛΕΦΩΝΟΥ ΚΑΙ ΤΗΣ ΜΟΥΣΙΚΗΣ ΣΤΗ
ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΟΥ ΟΔΗΓΟΥ
ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ ΟΔΗΓΗΣΗΣ.**

Παπαθανασίου Έλενα και Ποσταντζή Ευρυδίκη
Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Επίκουρος Καθηγητής ΕΜΠ

ΣΥΝΟΨΗ

Ο στόχος της διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση της επιρροής της χρήσης κινητού τηλεφώνου και της μουσικής στη συμπεριφορά και στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα του οδηγού. Για την επίτευξη του στόχου αυτού πραγματοποιήθηκε πείραμα σε προσομοιωτή οδήγησης στο οποίο όλοι οι συμμετέχοντες οδήγησαν σε οδό με ορεινό περιβάλλον με και χωρίς κινητό και μουσική. Με βάση τα στοιχεία των πειραμάτων αναπτύχθηκαν μαθηματικά μοντέλα λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης και διαπιστώθηκε ότι η χρήση κινητού τηλεφώνου (δύσκολη τηλεφωνική συνομιλία και εύκολη τηλεφωνική συνομιλία) οδηγεί σε στατιστικά σημαντική μείωση της μέσης ταχύτητας ενώ η μουσική επιφέρει αύξηση αυτής. Επιπλέον, προέκυψε ότι η δύσκολη τηλεφωνική συνομιλία προκαλεί αύξηση του μέσου χρόνου αντίδρασης σε απρόβλεπτο συμβάν και ότι η χρήση κινητού, οποιουδήποτε επιπέδου δυσκολίας της συνομιλίας, προκαλεί αύξηση της μέσης απόστασης του οχήματος από τον άξονα της οδού. Από το μαθηματικό μοντέλο της λογιστικής παλινδρόμησης διαπιστώθηκε ότι η δύσκολη τηλεφωνική συνομιλία οδηγεί σε αύξηση της πιθανότητας ατυχήματος σε περίπτωση απρόβλεπτου συμβάντος, το οποίο ενεργοποιούνταν από τον συντονιστή του πειράματος. Προκύπτει λοιπόν ότι με την οδήγηση υπό μειωμένη ταχύτητα και την απομάκρυνση από τον άξονα της οδού είναι αδύνατο να αντισταθμιστεί ο κατά πολύ περισσότερο αυξημένος κίνδυνος ατυχήματος, σε περίπτωση απρόβλεπτου συμβάντος, λόγω της αύξησης του χρόνου αντίδρασης του οδηγού.

Λέξεις-Κλειδιά: απόσπαση προσοχής οδηγού, κινητό τηλέφωνο, μουσική, προσομοιωτής οδήγησης, οδική ασφάλεια, ταχύτητα, οδικό ατύχημα, λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση, λογιστική παλινδρόμηση.

**THE IMPACT OF MOBILE PHONE USE AND MUSIC
ON THE DRIVER BEHAVIOUR AND SAFETY
BY THE USE OF A DRIVING SIMULATOR.**

Papathanasiou Elena and Postantzi Evridiki

Supervisor: George Yiannis, Associate Professor, NTUA

ABSTRACT

This Diploma Thesis aims to investigate the impact of mobile phone use and music on the driver behaviour and the probability of being involved in an accident. In order to achieve this goal, an experimental process on a driving simulator was carried out, in which all the participants drove in mountainous environment with and without mobile phone and music. On the basis of the experiment, data lognormal regression models were developed and it appeared that mobile phone use leads to a statistically significant decrease in speed, while music tends to increase it. Moreover, the difficult conversation at the mobile phone leads to an increase in reaction time when it comes to an unexpected event and mobile phone use in general leads to an increase in the distance of the vehicle from the middle of the road. From the binary logistic model it appeared that the difficult conversation at the mobile phone leads to an increased probability of being involved in an accident, in case of an unexpected event which was activated by the experiment coordinator. It appears that the lower speed and the increase of the distance from the middle of the road of the drivers who have a difficult conversation at the mobile phone while driving, cannot compensate for the much greater risk of an accident, in case of an unexpected event, due to increased reaction time.

Keywords: driver distraction, mobile phone, music, driving simulator, road safety, speed, road accident, lognormal regression, binary logistic regression

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στόχο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί η **διερεύνηση της επιρροής της χρήσης κινητού τηλεφώνου και της μουσικής στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια του οδηγού, σε οδό με ορεινό περιβάλλον, με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης.**

Για τη **συλλογή των απαραίτητων στοιχείων** πραγματοποιήθηκε πείραμα με τη συμμετοχή 48 νέων οδηγών στον προσομοιωτή οδήγησης (Driving Simulator FPF) του Εργαστηρίου Κυκλοφοριακής Τεχνικής του Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Σημειώνεται ότι για τη διεξαγωγή του πειράματος επιλέχθηκε σενάριο οδήγησης σε ορεινό περιβάλλον προσομοίωσης το οποίο χαρακτηρίζεται από αρκετές ανοιχτές και κλειστές στροφές και αρκετές έντονες κατά μήκος κλίσεις της οδού. Τέλος, συμπληρώθηκαν από τους οδηγούς ερωτηματολόγια που αφορούσαν στα χαρακτηριστικά τους και από τους συντονιστές ειδικά έντυπα καταγραφής παρατηρήσεων.

Σε ό,τι αφορά στη διερεύνηση της ασφάλειας του οδηγού, αυτή εξετάστηκε μέσω της πιθανότητας ατυχήματος για την περίπτωση απρόοπτου συμβάντος (ξαφνική εμφάνιση ζώου) που ενεργοποιούνταν από τον συντονιστή του πειράματος σε συγκεκριμένες θέσεις για όλους τους οδηγούς. Για την ερμηνεία των αποτελεσμάτων του πειράματος πρέπει να λαμβάνονται πάντα υπόψη οι περιορισμοί στη δυνατότητα αποτύπωσης της πραγματικής συμπεριφοράς και ασφάλειας του οδηγού μέσω των πειραμάτων με χρήση προσομοιωτή οδήγησης.

Για τη **στατιστική επεξεργασία των στοιχείων** καθώς και για την ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων της μέσης ταχύτητας οδήγησης, του μέσου χρόνου αντίδρασης σε απρόβλεπτο συμβάν και της μέσης απόστασης του οχήματος από τον άξονα της οδού, μετά από σειρά δοκιμών επιλέχθηκε η εφαρμογή της

μεθόδου της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης. Σε ό,τι αφορά στην πιθανότητα να συμβεί ατύχημα λόγω απρόβλεπτου συμβάντος, επιλέχθηκε εξ αρχής η λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης. Πραγματοποιήθηκαν στατιστικές αναλύσεις με τις οποίες εξετάστηκε κάθε παράγοντας απόσπασης προσοχής ξεχωριστά και παρουσιάστηκαν εκείνες που ήταν στατιστικά σημαντικές. Συγκεκριμένα αναπτύχθηκαν τέσσερα μαθηματικά μοντέλα που αφορούν στη μέση ταχύτητα οδήγησης («δύσκολη» τηλεφωνική συνομιλία, μουσική, «εύκολη» τηλεφωνική συνομιλία και με συνδυασμό των παραπάνω παραγόντων απόσπασης προσοχής), ένα μοντέλο που αφορά στο μέσο χρόνο αντίδρασης σε απρόβλεπτα συμβάντα («δύσκολη» τηλεφωνική συνομιλία), δύο μοντέλα που αφορούν στη μέση απόσταση από τον άξονα της οδού («δύσκολη» τηλεφωνική συνομιλία, «εύκολη» τηλεφωνική συνομιλία) και ένα που αφορά στη πιθανότητα να συμβεί ατύχημα λόγω απρόβλεπτου συμβάντος («δύσκολη» τηλεφωνική συνομιλία).

Από τη στατιστική ανάλυση προέκυψαν **τα τελικά μαθηματικά μοντέλα** που αποτυπώνουν τη συσχέτιση μεταξύ των εξεταζόμενων μεταβλητών και των παραγόντων που τις επηρεάζουν. Επισημαίνεται ότι η σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών κάθε μοντέλου στην αντίστοιχη εξαρτημένη μεταβλητή (μέση ταχύτητα οδήγησης, μέσος χρόνος αντίδρασης, μέση απόσταση από τον άξονα της οδού και πιθανότητα να συμβεί ατύχημα) προσδιορίστηκε μέσω των μεγεθών της ελαστικότητας και της ψευδοελαστικότητας. **Η σχετική επιρροή** χρησιμοποιήθηκε για την ποσοτικοποίηση της επιρροής της κάθε μεταβλητής ξεχωριστά, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα σύγκρισης μεταξύ των επιρροών των διαφορετικών μεταβλητών του ίδιου μοντέλου.

Στους πίνακες που ακολουθούν (Π1, Π2, Π3, Π4), παρουσιάζεται η σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών στα μοντέλα της μέσης ταχύτητας, του μέσου χρόνου αντίδρασης σε απρόβλεπτο συμβάν, της μέσης απόστασης από τον άξονα της οδού και της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα. Στους πίνακες αυτούς περιλαμβάνονται οι τιμές των συντελεστών β_i των αποτελεσμάτων του ελέγχου t και οι τιμές της σχετικής επιρροής e_i και e_i^* των ανεξάρτητων μεταβλητών των μοντέλων.

Πίνακας Π1: Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλων μέσης ταχύτητας.

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Δύσκολη συνομιλία στο κινητό				Μουσική				Εύκολη συνομιλία στο κινητό				Συνδυασμός παραγόντων			
	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 *
Συνεχείς μεταβλητές																
Μέσος αριθμός στροφών κινητήρα	5,09E-05	13,842	0,097	3,009	4,97E-05	12,189	0,092	3,884	3,59E-05	9,883	0,068	4,168	7,11E-05	17,222	0,135	18,917
Μέση απόσταση οχήματος από δεξιά οριογραμμή της οδού	-	-	-	-	-0,025	-4,255	-0,024	-1,000	-1,70E-02	-3,142	-0,016	-1,000	-0,013	-2,235	-0,013	-1,860
Μέσος χρόνος για τη σύγκρουση	6,40E-06	4,955	0,032	1,000	7,77E-06	4,964	0,039	1,656	7,64E-06	5,963	0,038	2,334	-	-	-	-
Χρόνος μέχρι να ξεπεράσει το όχημα τα όρια της οδού	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-3,20E-05	-8,712	-0,007	-1,000
Διακριτές μεταβλητές																
Δύσκολη κλήση	-0,010	-1,808	-0,002	-1,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,027	-3,491	-0,004	-1,646
Μουσική	-	-	-	-	0,036	4,406	0,004	1,000	-	-	-	-	0,040	4,130	0,003	1,281
Εύκολη κλήση	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,018	-2,970	-0,003	-1,287	-0,022	-2,626	-0,002	-1,000
Ευθεία	0,138	25,615	0,032	17,340	0,169	24,959	0,037	9,245	0,149	25,729	0,038	18,425	-	-	-	-
Ανωφέρεια	-0,059	-10,776	-0,012	-6,741	-0,052	-6,695	-0,008	-2,020	-0,062	-9,654	-0,014	-6,865	-	-	-	-
Φύλο	-0,027	-5,101	-0,007	-3,688	-0,040	-6,871	-0,010	-2,445	-0,033	-5,980	-0,008	-3,931	-0,031	-4,925	-0,008	-3,507
Εβδομαδιαία διανυόμενη απόσταση πάνω από το μέσο όρο	0,017	3,403	0,004	2,261	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Χρήση κινητού κατά την οδήγηση περισσότερο από μια φορά τη μέρα	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,020	-3,702	-0,004	-1,913	-	-	-	-
Θεώρηση χρήσης κινητού κατά την οδήγηση ως επικίνδυνης	-0,045	-6,176	-0,004	-2,264	-	-	-	-	-0,023	-2,942	-0,002	-1,000	-	-	-	-
Δυσκολία στην απάντηση της ερώτησης στην εύκολη κλήση	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,020	-3,595	-0,004	-2,078	-0,028	-4,274	-0,006	-2,612
R ²	0,581				0,617				0,621				0,234			

Πίνακας Π2: Σχετική επιρροή μεταβλητών του μοντέλου μέσου χρόνου αντίδρασης.

Ανεξάρτητες μεταβλητές	β_i	t	Σχετική επιρροή	
			e_i	e_i^*
Συνεχείς μεταβλητές				
Θέση γκαζιού σε ποσοστό %	-0,002	-2,000	-0,109	-1,000
Στροφή τιμονιού προς τα δεξιά (σε μοίρες)	3,87E-04	1,776	0,353	3,246
Διακριτές μεταβλητές				
Δύσκολη κλήση	0,114	3,710	0,135	1,000
Φύλο	-0,044	-1,798	-0,218	-1,618
Ευθεία	0,129	4,101	1,996	14,824
Δυσκολία στην απάντηση της ερώτησης στη δύσκολη κλήση	0,071	2,581	0,457	3,394
R^2	0.149			

Πίνακας Π3: Σχετική επιρροή μεταβλητών των μοντέλων μέσης απόστασης από τον άξονα της οδού.

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Δύσκολη συνομιλία στο κινητό				Εύκολη συνομιλία στο κινητό			
	β_i	t	Σχετική επιρροή		β_i	t	Σχετική επιρροή	
			e_i	e_i^*			e_i	e_i^*
Συνεχείς μεταβλητές								
Μέσος χωρικός διαχωρισμός (σε μέτρα)	-4,70E-06	-5,519	-0,158	-1,968	-	-	-	-
Στροφή τιμονιού προς τ' αριστερά (σε μοίρες)	-0,002	-13,679	-0,104	-1,295	-	-	-	-
Στροφή τιμονιού προς τα δεξιά (σε μοίρες)	-	-	-	-	0,001	10,194	0,056	1,339
Ο χρόνος μέχρι να ξεπεράσει το όχημα τα όρια της οδού (σε δευτερόλεπτα)	-3,80E-05	-9,438	-0,080	-1,000	-3,50E-05	-8,894	-0,042	-1,000
Διακριτές μεταβλητές								
Δύσκολη συνομιλία στο κινητό	0,013	1,949	0,015	1,974	-	-	-	-
Εύκολη συνομιλία στο κινητό	-	-	-	-	0,015	2,157	0,014	2,077
Ανωφέρεια	-	-	-	-	-0,052	-8,628	-0,080	-11,897
Κλειστές στροφές	-0,032	-4,007	-0,023	-2,918	-	-	-	-
Φύλο	0,017	2,767	0,025	3,185	0,018	2,904	0,026	3,838
Ο οδηγός συνηθίζει να χρησιμοποιεί bluetooth	0,050	3,599	0,008	1,000	0,051	3,430	0,007	1,000
Εμπλοκή σε ατύχημα κατά τη χρήση κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση	-0,079	-5,247	-0,016	-2,084	-0,047	-3,114	-0,009	-1,402
Δυσκολία στην απάντηση της ερώτησης της εύκολης κλήσης	-	-	-	-	0,016	2,546	0,020	2,972
Εβδομαδιαία διανυόμενη απόσταση πάνω από το μέσο όρο	-0,016	-2,664	-0,025	-3,269	-0,016	-2,642	-0,024	-3,627
R ²	0,244				0,201			

Πίνακας Π4: Σχετική επιρροή μεταβλητών του μοντέλου πιθανότητας ατυχήματος λόγω απρόβλεπτου συμβάντος.

Ανεξάρτητες μεταβλητές	β_i	Wald	Exp(β_i)	Σχετική επιρροή	
				e_i	e_i^*
Συνεχείς μεταβλητές					
Χρόνος αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν	3,066	29,534	21,463	2,198	2,840
Μέση ταχύτητα	0,033	2,921	1,034	0,774	1,000
Διακριτές μεταβλητές					
Δύσκολη κλήση	1,195	5,663	3,305	0,890	2,117
Απόλαυση οδήγησης	-1,063	3,342	0,346	-0,421	-1,000
Η μη θεώρηση της χρήσης κινητού ως ιδιαίτερα επικίνδυνης κατά την οδήγηση	-1,465	1,930	0,231	-0,586	-1,393

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 χρήσης κινητού τηλεφώνου και της μουσικής στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια του οδηγού **με χρήση προσομοιωτή οδήγησης σε οδό με ορεινό περιβάλλον.**
2. Συνολικά, αναπτύχθηκαν οκτώ μαθηματικά μοντέλα: τέσσερα με εξαρτημένη μεταβλητή τη μέση ταχύτητα, ένα με τον μέσο χρόνο αντίδρασης σε απρόβλεπτο συμβάν, δύο για τη μέση απόσταση από τον άξονα της οδού και ένα για την πιθανότητα ατυχήματος λόγω απρόβλεπτου συμβάντος. Η στατιστική επεξεργασία των στοιχείων σε ό,τι αφορά στη μέση ταχύτητα οδήγησης, στο μέσο χρόνο αντίδρασης και στη μέση απόσταση από τον άξονα της οδού πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της **λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης** που αποδείχθηκε κατάλληλη για τέτοιου είδους ανάλυση. Η ανάλυση των στοιχείων με τη λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση οδήγησε στην ανάπτυξη αξιόπιστων μαθηματικών μοντέλων συσχέτισης της εκάστοτε εξαρτημένης μεταβλητής με τις ανεξάρτητες. Η στατιστική επεξεργασία των στοιχείων σε ό,τι αφορά στην πιθανότητα να συμβεί ατύχημα λόγω απρόβλεπτου συμβάντος πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της **λογιστικής ανάλυσης παλινδρόμησης.**
3. Από τα μοντέλα των ταχυτήτων διαπιστώθηκε ότι **η χρήση κινητού τηλεφώνου (δύσκολη τηλεφωνική συνομιλία, εύκολη τηλεφωνική συνομιλία) οδηγεί σε μείωση της μέσης ταχύτητας ενώ η μουσική επιφέρει αύξηση αυτής.** Μέσω της σχετικής επιρροής αποδείχθηκε ότι στη δύσκολη τηλεφωνική συνομιλία οι οδηγοί μειώνουν περισσότερο την ταχύτητά τους συγκριτικά με την εύκολη συνομιλία.

4. Από τη σύγκριση των τριών παραγόντων απόσπασης προσοχής προέκυψε ότι τη μεγαλύτερη επιρροή στην ταχύτητα έχει η δύσκολη τηλεφωνική συνομιλία, στη συνέχεια η μουσική και τέλος η εύκολη τηλεφωνική συνομιλία.
5. Όσον αφορά στις ταχύτητες, διαπιστώθηκε ακόμη ότι όσοι θεωρούν πολύ επικίνδυνη τη χρήση του κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση, οδηγούν σε μικρότερες ταχύτητες από τους υπόλοιπους, ακόμη και όταν δεν χρησιμοποιούν το κινητό. Επιπλέον, στην εύκολη τηλεφωνική συνομιλία, η ταχύτητα κάποιου ενώ μιλάει στο κινητό και δεν θεωρεί ότι είναι πολύ επικίνδυνο, είναι παρόμοια με την ταχύτητα κάποιου που δεν μιλάει στο κινητό και θεωρεί ότι αυτή η συμπεριφορά είναι πολύ επικίνδυνη ενώ στη δύσκολη τηλεφωνική συνομιλία αυτές οι ταχύτητες παρουσιάζουν μεγαλύτερες διαφορές. Σε οποιαδήποτε από τις καταστάσεις οδήγησης που εξετάστηκαν, με ή χωρίς τους περισπασμούς, οι γυναίκες παρουσιάζουν μειωμένες ταχύτητες οδήγησης σε σχέση με τους άνδρες.
6. Εξετάζοντας το μοντέλο του χρόνου αντίδρασης βρέθηκε ότι **η δύσκολη τηλεφωνική συνομιλία προκαλεί αύξηση του μέσου χρόνου αντίδρασης σε απρόβλεπτο συμβάν και για τα δύο φύλα**. Παρατηρήθηκε ότι οι οδηγοί που παρουσίασαν δυσκολία στην ερώτηση της δύσκολης τηλεφωνικής συνομιλίας σημείωσαν μεγαλύτερους χρόνους αντίδρασης από τους υπόλοιπους και επιπλέον ότι οι γυναίκες παρουσιάζουν μικρότερους χρόνους αντίδρασης από τους άνδρες όταν χρησιμοποιούν το κινητό αλλά και όταν οδηγούν χωρίς αυτό.
7. Όσον αφορά στα μοντέλα στα οποία εξετάστηκε η επιρροή της χρήσης κινητού στη μέση απόσταση από τον άξονα της οδού, διαπιστώθηκε ότι **η απόσταση του οχήματος από τον άξονα της οδού αυξάνεται όταν ο οδηγός χρησιμοποιεί το κινητό τηλέφωνο και συμμετέχει σε μια δύσκολη ή εύκολη συνομιλία**. Οι οδηγοί που συνηθίζουν να χρησιμοποιούν ασύρματο ακουστικό και μικρόφωνο (Bluetooth) για τις κλήσεις, παρατηρήθηκε ότι στο πείραμα, όπου χρησιμοποίησαν το κινητό

για συνομιλίες χειροκίνητα, οδηγούσαν σε μεγαλύτερη απόσταση από τον άξονα της οδού σε σχέση με τους υπόλοιπους. Επιπροσθέτως, οι οδηγοί που έχουν εμπλακεί στο παρελθόν σε οδικό ατύχημα συσχετιζόμενο με τη χρήση κινητού τηλεφώνου, οδηγούν πιο κοντά στον άξονα της οδού σε σχέση με τους υπόλοιπους όταν συνομιλούν στο κινητό αλλά και όταν οδηγούν χωρίς να το χρησιμοποιούν.

8. Από το μοντέλο που αφορά στην πιθανότητα ατυχήματος προέκυψε ότι η **δύσκολη συνομιλία στο κινητό τηλέφωνο οδηγεί σε σταδιακά σημαντική αύξηση της πιθανότητας ατυχήματος σε περίπτωση απρόβλεπτου συμβάντος**. Η μεγαλύτερη αύξηση παρατηρήθηκε σε ταχύτητα 80 km/h, όπου η πιθανότητα να εμπλακεί ο οδηγός σε ατύχημα ενώ συνομιλεί στο κινητό είναι περίπου διπλάσια από όταν δεν συνομιλεί στο κινητό τηλέφωνο. Επιπλέον, οι οδηγοί που δήλωσαν ότι δεν θεωρούν τη χρήση του κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση ιδιαίτερα επικίνδυνη παρουσιάζουν μειωμένη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα όταν το χρησιμοποιούν, σε αντίθεση με εκείνους που θεωρούν ότι η συμπεριφορά αυτή είναι επικίνδυνη.
9. Συνοψίζοντας, προέκυψε ότι η δύσκολη συνομιλία στο κινητό οδηγεί σε μείωση της μέσης ταχύτητας του οδηγού και σε αύξηση της μέσης απόστασης από τον άξονα της οδού, αποτελέσματα τα οποία έχουν θετική επίδραση στην οδική ασφάλεια, ενώ παράλληλα επιφέρει αύξηση του μέσου χρόνου αντίδρασης, η οποία επιδρά αρνητικά στην οδική ασφάλεια. Επιπλέον, αποδείχθηκε ότι η δύσκολη τηλεφωνική συνομιλία αυξάνει την πιθανότητα ατυχήματος σε κάποιο απρόβλεπτο συμβάν και συνεπώς, μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι **με την ασφαλέστερη οδήγηση λόγω της μείωσης της ταχύτητας και της απομάκρυνσης από τον άξονα της οδού, δεν αντισταθμίζεται ο πολύ αυξημένος κίνδυνος ατυχήματος σε περίπτωση απρόβλεπτου συμβάντος λόγω της αύξησης του χρόνου αντίδρασης**.

10. Δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική αύξηση της πιθανότητας ατυχήματος σε απρόοπτο συμβάν λόγω της εύκολης τηλεφωνικής συνομιλίας ή λόγω της μουσικής.
11. Από τη ανάλυση των αποτελεσμάτων του πειράματος διαπιστώθηκε ακόμη ότι η **εύκολη τηλεφωνική συνομιλία** οδηγεί σε μείωση της μέσης ταχύτητας οδήγησης ενώ δε βρέθηκε κάποια στατιστικά σημαντική μεταβολή στην πιθανότητα ατυχήματος. Ενδέχεται λοιπόν η αρνητική επιρροή στην οδική ασφάλεια της αύξησης του μέσου χρόνου αντίδρασης, να αντισταθμίζεται από τη μείωση της μέσης ταχύτητας με αποτέλεσμα να μην προκύπτει μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα λόγω απρόβλεπτου συμβάντος.
12. Όσον αφορά στη **μουσική**, παρατηρήθηκε ότι οδηγεί σε αύξηση της μέσης ταχύτητας οδήγησης αλλά και στην περίπτωση αυτού του παράγοντα απόσπασης προσοχής δε βρέθηκε κάποια στατιστικά σημαντική μεταβολή στην πιθανότητα ατυχήματος. Ίσως λοιπόν η αύξηση αυτή να μην ήταν τόσο σημαντική ώστε να οδηγήσει στην αύξηση της πιθανότητας ατυχήματος λόγω απρόβλεπτου συμβάντος.
13. Τέλος αναφέρεται ότι, υπό προϋποθέσεις, μπορεί να καταστεί δυνατή η γενίκευση των αποτελεσμάτων της Διπλωματικής αυτής Εργασίας, ώστε να χρησιμοποιηθούν και σε επόμενες συναφείς έρευνες. Θα πρέπει βέβαια να πραγματοποιηθούν οι απαραίτητες προσαρμογές, όσον αφορά στο οδικό περιβάλλον, στις συνθήκες κυκλοφορίας και άλλα χαρακτηριστικά της οδού.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	III
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	XI
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1) Γενική ανασκόπηση.....	1
1.2) Στόχος της διπλωματικής εργασίας	15
1.3) Μέθοδος	16
1.4) Δομή της διπλωματικής εργασίας	17
2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	20
2.1) Γενικά	20
2.2) Συναφείς έρευνες	20
2.2.1) Η επίδραση των συναισθημάτων που προκαλεί η μουσική στην οδηγική συμπεριφορά.....	21
2.2.2) Η επιρροή του κινητού τηλεφώνου και της μουσικής στο χρόνο απόκρισης στην πέδηση.....	23
2.2.3) Οι αποσπάσεις προσοχής και ο κίνδυνος εμπλοκής σε ατύχημα:Ο ρόλος της ηλικίας του οδηγού.....	25
2.2.4) Η επιρροή ρεαλιστικών τηλεφωνικών συνομιλιών στην οδηγική συμπεριφορά.	27
2.2.5) Οδήγηση με συνομιλία: κινητά τηλέφωνα και επιβάτες που αποσπούν την προσοχή.....	31
2.2.6) Τα διαφορετικά οδικά περιβάλλοντα και η επιρροή τους στην ταχύτητα και στον χρόνο αντίδρασης.	32
2.2.7) Η οδική συμπεριφορά συναρτήσει της καμπυλότητας της οδού.....	34
2.2.8) Χρήση κινητού σε σύγκριση με την επήρεια αλκοόλ- επιπτώσεις. ..	35
2.2.9) Χρήση κινητού τηλεφώνου και χαρακτηριστικά κυκλοφορίας.	38
2.2.10) Διερεύνηση της επιρροής της χρήσης κινητού τηλεφώνου στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια του οδηγού με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης.	39
2.3) Σύνοψη.....	41
3. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ	47
3.1) Εισαγωγή	47

3.2) Βασικές έννοιες της στατιστικής	48
3.3) Συσχέτιση μεταβλητών- συντελεστής συσχέτισης	50
3.4) Κανονική κατανομή	51
3.5) Μαθηματικά μοντέλα	51
3.5.1) Γραμμική παλινδρόμηση	51
3.5.2) Λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση.....	54
3.5.3) Λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης	56
3.5.4) Εκτίμηση των παραμέτρων	57
3.6) Διαδικασία ανάπτυξης και κριτήρια αποδοχής μοντέλου.....	58
3.7) Λειτουργία του ειδικού στατιστικού λογισμικού	63
4. ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	65
4.1) Εισαγωγή	65
4.2) Το πείραμα	66
4.2.1) Διαδικασία.....	66
4.2.2) Συμμετέχοντες	67
4.2.3) Προσομοιωτής	68
4.2.4) Επιλογή σεναρίου οδήγησης.....	72
4.2.5) Εκτέλεση πειράματος	73
4.3) Επεξεργασία στοιχείων	76
4.3.1) Επεξεργασία ερωτηματολογίου και ειδικού εντύπου καταγραφής... 77	
4.3.2) Επεξεργασία μετρήσεων προσομοιωτή	79
4.4) Τελικοί πίνακες δεδομένων	89
4.5) Περιγραφικά χαρακτηριστικά δείγματος.....	91
5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	95
5.1) Γενικά	95
5.2) Ανάπτυξη και εφαρμογή μαθηματικών μοντέλων για τη μέση ταχύτητα 96	
5.2.1) Δεδομένα εισόδου και καθορισμός μεταβλητών	96
5.2.2) Περιγραφική στατιστική	98
5.2.3) Συσχέτιση μεταβλητών	100
5.2.4) Επιλογή της μεθόδου παλινδρόμησης	106
5.2.5) Γραμμική παλινδρόμηση	108
5.2.6) Λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση.....	111
5.2.7) Παρουσίαση αποτελεσμάτων	111
5.2.8) Περιγραφή αποτελεσμάτων των μοντέλων	118

5.2.9) Σχετική επιρροή των μεταβλητών	128
5.2.10) Ανάλυση ευαισθησίας.....	132
5.3) Ανάπτυξη και εφαρμογή μαθηματικών μοντέλων για το μέσο χρόνο αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν	135
5.3.1) Δεδομένα εισόδου και καθορισμός μεταβλητών	136
5.3.2) Περιγραφική στατιστική	137
5.3.3) Συσχέτιση μεταβλητών	138
5.3.4) Επιλογή της μεθόδου παλινδρόμησης	140
5.3.5) Παρουσίαση αποτελεσμάτων	141
5.3.6) Περιγραφή αποτελεσμάτων του μοντέλου	143
5.3.7) Σχετική επιρροή των μεταβλητών	147
5.3.8) Ανάλυση ευαισθησίας.....	148
5.4) Ανάπτυξη και εφαρμογή μαθηματικών μοντέλων για τη μέση απόσταση του οχήματος από τον άξονα της οδού.	150
5.4.1) Δεδομένα εισόδου και καθορισμός μεταβλητών	151
5.4.2) Περιγραφική στατιστική	153
5.4.3) Συσχέτιση μεταβλητών	153
5.4.4) Επιλογή της μεθόδου παλινδρόμησης	157
5.4.5) Παρουσίαση αποτελεσμάτων	158
5.4.6) Περιγραφή αποτελεσμάτων των μοντέλων	162
5.4.7) Σχετική επιρροή των μεταβλητών	169
5.4.8) Ανάλυση ευαισθησίας.....	172
5.5) Ανάπτυξη και εφαρμογή μαθηματικού μοντέλου ατυχήματος.	176
5.5.1) Δεδομένα εισόδου και καθορισμός μεταβλητών	176
5.5.2) Λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης.....	177
5.5.3) Συσχέτιση μεταβλητών	179
5.5.4) Παρουσίαση αποτελεσμάτων	181
5.5.5) Περιγραφή αποτελεσμάτων του μοντέλου	182
5.5.6) Σχετική επιρροή των μεταβλητών	185
5.5.7) Ανάλυση ευαισθησίας.....	188
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	192
6.1) Σύνοψη αποτελεσμάτων	192
6.2) Συνολικά συμπεράσματα	196
6.3) Προτάσεις για βελτίωση της οδικής ασφάλειας.....	200

6.4) Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα	202
7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	204
8. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	213

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1) Γενική ανασκόπηση

Οδική ασφάλεια στην Ελλάδα και διεθνώς

Η οδική ασφάλεια αποτελεί στη σύγχρονη εποχή έναν από τους μεγαλύτερους τομείς ενδιαφέροντος τόσο σε ερευνητικό όσο και σε επίπεδο μελέτης-εφαρμογής. Κατέχει σημαντική θέση ανάμεσα στα προβλήματα που απασχολούν τις κοινωνίες παγκοσμίως καθώς τα οδικά ατυχήματα είναι μία από τις πρώτες αιτίες θανάτων και σοβαρών τραυματισμών.

Παρά το γεγονός ότι δεν θεωρείται από τους πολίτες μείζον ζήτημα που χρήζει ιδιαίτερης αντιμετώπισης, τα στοιχεία αποδεικνύουν ότι αποτελεί για το σύγχρονο τεχνολογικό πολιτισμό ένα μελανό σημείο. Κάθε χρόνο εκτιμάται ότι 1,2 εκατομμύρια υγιείς άνθρωποι χάνουν τη ζωή τους σε οδικά ατυχήματα και ένα μεγάλο ποσοστό από τα άλλα 20-50 εκατομμύρια, που τραυματίζονται, μένουν ανάπηροι για όλη την υπόλοιπη ζωή τους (WHO, 2004). Σύμφωνα με εκτιμήσεις του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (WHO, 2004), το 2020 τα οδικά ατυχήματα αναμένεται να είναι παγκοσμίως η τρίτη σημαντικότερη αιτία θανάτων και τραυματισμών (Πίνακας 1.1).

Πίνακας 1.1

Οι 10 κυριότεροι παράγοντες παγκόσμιας επιβάρυνσης της δημόσιας υγείας (Global Burden of Disease)			
1990		2020	
Νόσημα ή Αίτιο τραυματισμού		Νόσημα ή Αίτιο τραυματισμού	
1	Λοιμώξεις κατωτέρου αναπνευστικού	1	Ισχαιμική καρδιοπάθεια
2	Διαρροϊκά σύνδρομα	2	Μονοπολική κατάθλιψη
3	Περιγεννητικές επιπλοκές	3	Οδικά ατυχήματα
4	Μονοπολική κατάθλιψη	4	Αγγειακό εγκεφαλικό νόσημα
5	Ισχαιμική καρδιοπάθεια	5	Χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια
6	Αγγειακό εγκεφαλικό νόσημα	6	Λοιμώξεις κατωτέρου αναπνευστικού
7	Φυματίωση	7	Φυματίωση
8	Ιλαρά	8	Πόλεμος
9	Οδικά ατυχήματα	9	Διαρροϊκά σύνδρομα
10	Συγγενείς ανωμαλίες	10	HIV

Πηγή : Murray CJL, Lopez AD, eds.

Η Οδική Ασφάλεια ορίζεται ως η δυνατότητα να χρησιμοποιεί κανείς, είτε ως πεζός είτε μέσω οχήματος, ένα οδικό σύστημα χωρίς να κινδυνεύει να προκαλέσει ή να εμπλακεί σε τροχαίο ατύχημα. Οι αιτίες των οδικών ατυχημάτων πηγάζουν από τις παρακάτω τέσσερις ομάδες παραγόντων (Φραντζεσκάκης et al., 1993) :

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

- ♦ *κοινωνία* (νομοθεσία, συστήματα οδικής διαπαιδαγώγησης, ανταμοιβής και τιμωρίας, οικονομικές συνθήκες, κοινωνικές τάξεις).

Στις περισσότερες περιπτώσεις ο συνδυασμός των παραπάνω παραγόντων συμβάλλει στην πρόκληση ατυχήματος, κάνοντας την οδική ασφάλεια ένα ζήτημα σύνθετο και πολυπαραμετρικό. Συστηματικές μελέτες και έρευνες καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι ο χρήστης της οδού (είτε μόνος, είτε σε συνδυασμό με τους άλλους παράγοντες) αποτελεί τη σημαντικότερη αιτία των οδικών ατυχημάτων, σε ποσοστό περίπου 65% έως 95% (Φραντζεσκάκης, 1993; Μουρατίδης, 1994).

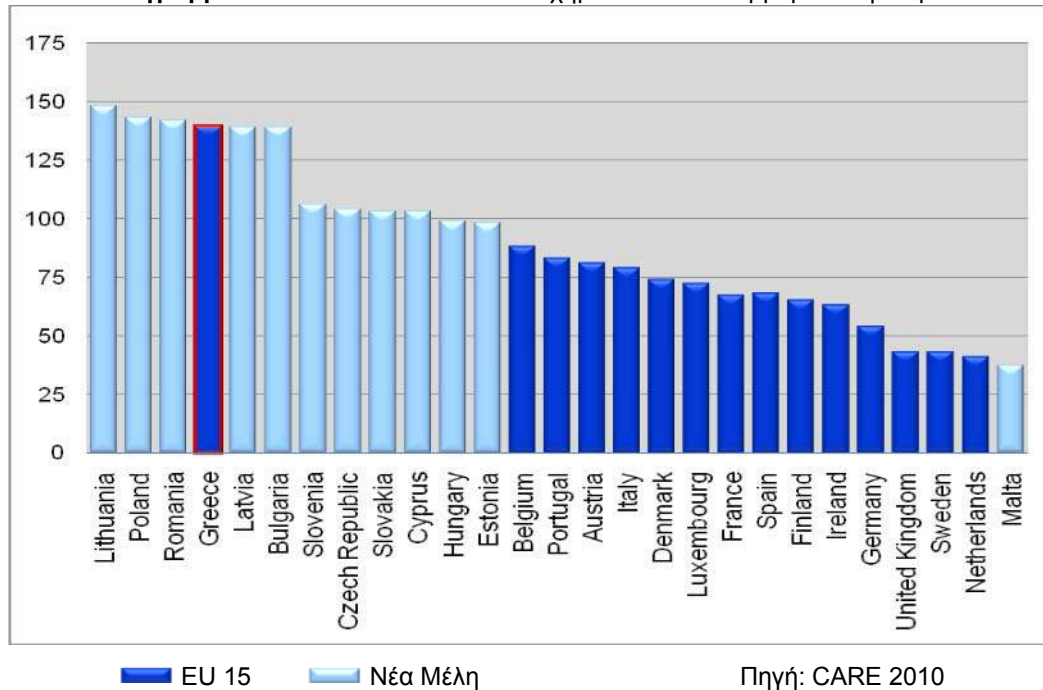
Αν υποτεθεί ότι οδός και όχημα είναι παράγοντες που μπορούν να βελτιωθούν και να μειωθεί σταδιακά η επιρροή τους στα οδικά ατυχήματα, **ο ανθρώπινος παράγοντας** που συμμετέχει κατά κύριο λόγο στη διαδικασία της οδήγησης, είναι εντελώς απρόβλεπτος. Όπως κάθε άλλη ανθρώπινη αντίδραση και συμπεριφορά, έτσι και η οδήγηση επηρεάζεται από παράγοντες όπως η φυσική και πνευματική κατάσταση (σωματική κούραση, ψυχική κόπωση κ.α.), τα αντανakλαστικά (κυρίως λόγω ηλικίας), αλλά και η γενικότερη παιδεία – εκπαίδευση.

Τα οδικά ατυχήματα αποτελούν ένα από τα σοβαρότερα προβλήματα σε **παγκόσμια κλίμακα**. Το τίμημα της ολοένα και μεγαλύτερης κινητικότητας είναι υπέρογκο, αφού κάθε χρόνο στην Ευρωπαϊκή Ένωση ο αριθμός των θυμάτων υπερβαίνει τους 35.000 νεκρούς και τους 1.700.000 τραυματίες. Το άμεσο ή έμμεσο κόστος έχει υπολογιστεί σε 160 δις. ευρώ, περίπου το 2% του ΑΕΠ της Ε.Ε. (Μίντσης, 1994; Τσώχος, 1994; Tsohos, 2000).

Η **Ελλάδα** ωστόσο εμφανίζει τους χειρότερους δείκτες οδικής ασφάλειας μεταξύ των Ευρωπαϊκών χωρών. Ενδεικτικά, από στοιχεία της βάσης δεδομένων CARE της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για το έτος 2010, η χώρα μας κατείχε την τέταρτη υψηλότερη θέση ανάμεσα στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, σε αριθμό οδικών θανατηφόρων ατυχημάτων (Διάγραμμα 1.1). Κάθε χρόνο καταγράφονται περί τα 15.000 οδικά ατυχήματα με θύματα που προκαλούν

περί τους 1.500 νεκρούς και 18.000 τραυματίες, πέρα από τις σημαντικές υλικές ζημιές (Yannis, 2007).

Διάγραμμα 1.1: Θάνατοι από οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού

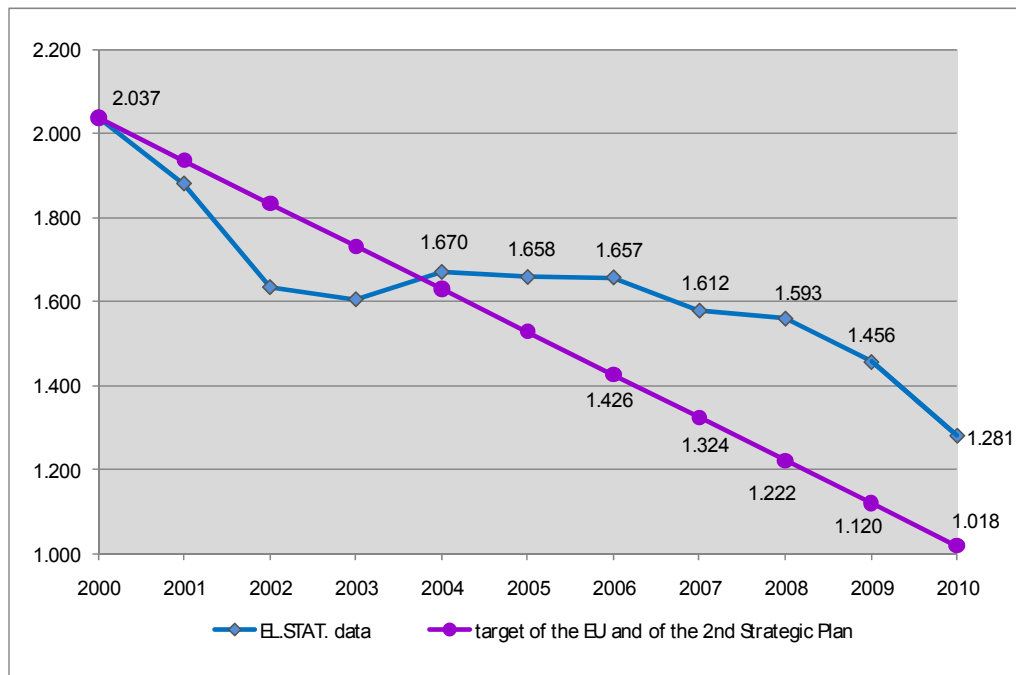


Τα τελευταία εικοσιπέντε χρόνια οι περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες έχουν ξεκινήσει συντονισμένες προσπάθειες βελτίωσης της οδικής ασφάλειας αναπτύσσοντας ολοκληρωμένα Στρατηγικά Σχέδια. Από τις αρχές της δεκαετίας του '90 και έπειτα, πολλές χώρες υιοθετούν συγκεκριμένους ποσοτικούς στόχους οδικής ασφάλειας (1988 Δανία, 1990 Σουηδία, 1992 Αυστραλία) και διευρυμένα προγράμματα δράσεων (Κανελλαΐδης et al., 2005, ΕΜΠ-ΤΜΣΥ, 2005).

Σύμφωνα με τον ευρωπαϊκό στόχο για την οδική ασφάλεια, καθορίστηκε ο ποσοτικός στόχος του Στρατηγικού Σχεδίου για τη βελτίωση της Οδικής Ασφάλειας στην Ελλάδα για την περίοδο 2006 - 2010: "Ο αριθμός των νεκρών σε οδικά ατυχήματα στην Ελλάδα το έτος 2010 να είναι μειωμένος κατά 50% σε σχέση με τον αριθμό των νεκρών του έτους 2000". Σύμφωνα με τον στόχο αυτό, ο αριθμός των νεκρών σε οδικά ατυχήματα στην Ελλάδα θα πρέπει να μειωθεί

από 2.037 νεκρούς το έτος 2000, σε 1.018 νεκρούς το έτος 2010 (Διάγραμμα 1.2), (Κανελλαΐδης et al., 2005, ΕΜΠ-ΤΜΣΥ, 2005).

Διάγραμμα 1.2: Αριθμός νεκρών από οδικά ατυχήματα για το διάστημα 2000-2010 στην Ελλάδα



Όσον αφορά στον ανθρώπινο παράγοντα, οι Έλληνες οδηγοί χαρακτηρίζονται από επιθετικότητα (στην οδήγηση), έλλειψη οδηγικής παιδείας (π.χ. έλλειψη σεβασμού στους πεζούς και τους δικυκλιστές) και πιθανώς μία ελαφρά τάση για παραβατικότητα (π.χ. υπέρβαση ορίων ταχύτητας, μη χρήση ζώνης ασφαλείας και κράνους). Αν και η μέση ηλικία των οχημάτων έχει βελτιωθεί αισθητά τα τελευταία χρόνια, τα οχήματα που κινούνται στους Ελληνικούς δρόμους πάσχουν συχνά από έλλειψη συντήρησης. Τέλος, ο μεγάλος αριθμός δικύκλων που κυκλοφορούν στους Ελληνικούς δρόμους είναι ένα στοιχείο που επιβαρύνει την εικόνα της οδικής ασφάλειας (καθώς συμβάλλει στην τέλεση πολλών και κυρίως σοβαρών ατυχημάτων). Ασφαλώς δεν πρέπει να αγνοούνται τα θετικά στοιχεία της Ελληνικής πραγματικότητας, όσον αφορά στην οδική ασφάλεια, τα

οποία περιλαμβάνουν το ήπιο κλίμα και τη (σχετικά) χαμηλή κατανάλωση αλκοόλ από τους οδηγούς (Αντωνίου, 2005).

Απόσπαση προσοχής

Έρευνες έχουν δείξει ότι η **απόσπαση της προσοχής** του οδηγού συμβάλλει στα οδικά ατυχήματα, με την εκτίμηση ότι το 10-25% των ατυχημάτων συσχετίζονται με αυτή (Klauer, Dingus, Neale, Sudweeks, & Ramsey, 2006; McEvoy, Stevenson, & Woodward, 2007; Stutts, Reinfurt, Staplin, Rodgman, 2001). Οι οδηγοί συχνά απασχολούνται με διάφορες δευτερεύουσες δραστηριότητες κατά τη διάρκεια της οδήγησης, οι οποίες ποικίλουν από την κατανάλωση φαγητού έως την όποια αλληλεπίδραση με τους συνεπιβάτες και κάποιες από αυτές αποτελούν εν δυνάμει περισπασμούς. Ο οργανισμός NHTSA των Η.Π.Α. (National Highway Traffic Safety Administration) έχει εκτιμήσει ότι η έλλειψη συγκέντρωσης του οδηγού συμβάλλει καθοριστικά σε ποσοστό 25-30% του συνόλου των οδικών ατυχημάτων (Wang et al., 1996).

Ορισμός απόσπασης προσοχής

Η **έλλειψη προσοχής** εμφανίζεται σε μια ευρεία κατηγορία καταστάσεων στις οποίες ο οδηγός αδυνατεί να αντεπεξέλθει στις απαιτήσεις της οδήγησης, όπως είναι 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 στο οδόστρωμα. Το ακόλουθο δείγμα των ορισμών απόσπασης προσοχής, οι οποίοι έχουν παρουσιαστεί τα τελευταία είκοσι χρόνια, αφορούν στην εξέταση της **απόσπασης προσοχής**, ως υποσύνολο της έλλειψης προσοχής (Μπαϊράμης, Σκλιας, 2010):

- ◆ Μετατόπιση της προσοχής από την οδήγηση από μια δραστηριότητα ή κάποιο 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 καθυστερεί να επεξεργαστεί τις πληροφορίες που απαιτούνται για να διεκπεραιωθεί ακίνδυνα η οδήγηση, διότι κάποια δραστηριότητα, αντικείμενο ή πρόσωπο εντός ή εκτός του οχήματος προκαλεί μετατόπιση της 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 αποτελούν 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 με αποτέλεσμα 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 απαιτείται 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 συμβαίνει όταν ένα συμβάν προκαλεί μια μετατόπιση της προσοχής από την οδήγηση.

- ◆ Κάθε γεγονός ή δραστηριότητα που επηρεάζει αρνητικά την ικανότητα του οδηγού να επεξεργάζεται τις πληροφορίες που είναι απαραίτητες για τον ασφαλή χειρισμό ενός οχήματος.

Παρατηρείται ότι μερικοί ορισμοί εξετάζουν την απόσπαση προσοχής κάτω από το πρίσμα των επιπτώσεων 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 προσοχής ως κάτι που διαταράσσει το καθήκον της οδήγησης.

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

Κινητό τηλέφωνο

Μια από τις πλέον διαδεδομένες μορφές απόσπασης προσοχής στη σύγχρονη κοινωνία αποτελεί το κινητό τηλέφωνο, η χρήση του οποίου κατά την οδήγηση αυξάνεται συνεχώς. Υπολογίζεται ότι παραπάνω από το 50% του παγκόσμιου πληθυσμού διαθέτουν κινητό τηλέφωνο ενώ στην Ευρωπαϊκή Ένωση το 95% του πληθυσμού ηλικίας 18-39 ετών, το 85% του πληθυσμού ηλικίας 40-54 ετών και το 55% του πληθυσμού ηλικίας μεγαλύτερης των 55 ετών αντίστοιχα είναι χρήστες κινητού τηλεφώνου (Eurobarometer, 2007).

Η απόσπαση της προσοχής του οδηγού λόγω της χρήσης του κινητού τηλεφώνου διακρίνεται σε τέσσερις διαφορετικές μορφές (Young et al. 2003): οπτική, ακουστική, φυσική και νοητική.

- ◆ Οπτική, κατά το χρονικό διάστημα που ο οδηγός έχει τα μάτια του στραμμένα στο κινητό αντί στο δρόμο (Dragutinovic N. et al, 2005).
- ◆ Ακουστική, σε περίπτωση που ο οδηγός αιφνιδιαστεί από τον ήχο κλήσης του κινητού, ή από τη συνομιλία κατά τη διάρκεια της κλήσης.

- ♦ Φυσική, αφού ο οδηγός πρέπει να χειρίζεται το αυτοκίνητο (π.χ. αλλαγή ταχυτήτων, χειρισμός τιμονιού) και τη συσκευή (π.χ. απάντηση-τερματισμός κλήσεων) ταυτόχρονα (Young et al, 2003).
- ♦ Νοητική, αφού η χρήση κινητού προκαλεί σφάλματα στη συγκέντρωση και στη λήψη αποφάσεων λόγω της πραγματοποίησης δύο διανοητικών λειτουργιών ταυτόχρονα. Η συνομιλία ανταγωνίζεται με τις απαιτήσεις της οδήγησης, ενώ όσο πιο σύνθετο είναι το θέμα της συζήτησης τόσο σημαντικότερη είναι η επίδραση της ομιλίας στην οδήγηση (SWOV, 2008).

Παρά τις πολυάριθμες προσπάθειες που έχουν πραγματοποιηθεί για την εξακρίβωση του **ρόλου του κινητού τηλεφώνου στην οδική ασφάλεια**, η επίπτωση του φαινομένου αυτού στην οδηγική ικανότητα δεν είναι ξεκάθαρη. Τα κινητά τηλέφωνα όταν χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με την οδήγηση είναι πιθανό να έχουν θετικά αλλά και αρνητικά αποτελέσματα. Τα **θετικά** αποτελέσματα είναι προφανή, για παράδειγμα επιτρέπουν στους ανθρώπους να καλέσουν άμεση βοήθεια σε περίπτωση οδικού ατυχήματος. Τα **αρνητικά** αποτελέσματα της χρήσης του κινητού τηλεφώνου παράλληλα με την οδήγηση συνδέονται με το γεγονός ότι η ενασχόληση με το κινητό μπορεί να αποσπάσει τον οδηγό από την κύρια ασχολία του (Wickens, 1992).

Η **οδήγηση**, στη θεώρησή της ως μία απομονωμένη διαδικασία, χωρίς δηλαδή την παρουσία άλλων δεσμευτικών δραστηριοτήτων, **απαιτεί την εκτέλεση διαφόρων εργασιών**. Υπάρχουν δύο είδη εργασιών: οι άμεσες και οι έμμεσες. Οι **άμεσες** εργασίες οι οποίες είναι κρίσιμης σημασίας για την οδήγηση, περιλαμβάνουν την παραμονή εντός των οριογραμμών της οδού, τη διατήρηση της ευθύγραμμης πορείας του οχήματος, τη συνέχιση της προαποφασισμένης πορείας και τέλος την αναγνώριση και αντιμετώπιση των αναπάντεχων συμβάντων που μπορεί να επηρεάσουν τον οδηγό (Seppelt and Wickens, 2003). Οι **έμμεσες** εργασίες είναι γενικά λιγότερο σημαντικές ως προς τη συνολική εικόνα της οδήγησης και περιλαμβάνουν την παρακολούθηση της ταχύτητας, την παρατήρηση των συνθηκών εντός και εκτός οχήματος και την

επεξεργασία σημάτων και άλλων χρήσιμων αντικειμένων του οδικού περιβάλλοντος.

Όπως αποδείχθηκε **η χρήση του κινητού τηλεφώνου έχει δυσμενείς επιπτώσεις και στις δύο αυτές κατηγορίες**. Όσον αφορά τις άμεσες εργασίες, παρατηρήθηκε ότι οι οδηγοί κάνουν πιο συχνούς και μεγαλύτερους ελιγμούς με το τιμόνι (Reed and Green, 1999) και φρενάρουν πιο έντονα αλλά έχουν μεγαλύτερους χρόνους αντίδρασης (Hancock et al., 2003). Επιπλέον, οι οδηγοί που συμμετείχαν σε τηλεφωνική συνομιλία ενώ οδηγούσαν, προσπέρασαν ή αντέδρασαν με μειωμένη αντίληψη σε σήματα (Consiglio et al., 2003) και φωτεινούς σηματοδότες (Hancock et al., 2003). Στην περίπτωση των έμμεσων εργασιών, οι οδηγοί στην προσπάθειά τους να συνδυάσουν τις εργασίες αυτές με τη χρήση του κινητού, μείωσαν την ταχύτητά τους (e.g., Alm and Nilsson, 1994; Brown et al., 1969; Haigney et al., 2000; Reed and Green, 1999) καθώς επίσης και την προσοχή τους προς το εξωτερικό περιβάλλον (Harbluk et al., 2002) ενώ παρατηρήθηκε ότι άφηναν πολύ μικρές αποστάσεις από τα υπόλοιπα οχήματα (Brown et al., 1969; Haigney et al., 2000).

Η προσπάθεια του οδηγού να συμμετάσχει σε μία συνομιλία και να χειριστεί σωστά την τηλεφωνική συσκευή έχει ως αποτέλεσμα την απόσπαση της προσοχής του από την οδό καθώς και τη μείωση της κινητικότητας και της ασφάλειάς του. Ωστόσο ο κίνδυνος δεν ενέχεται τόσο στην φυσική και οπτική απόσπαση που απαιτείται για να κρατήσει ο οδηγός τη συσκευή του τηλεφώνου όσο στη **νοητική προσπάθεια** που καλείται να καταβάλλει για να συμμετέχει στην συζήτηση (Rakauskas et al., 2005).

Επιπλέον, από έρευνα που πραγματοποιήθηκε από το **Intelligent Transportation Society of America** οι χρήστες του κινητού τηλεφώνου μπορεί να συμπεριφέρονται διαφορετικά από τους μη χρήστες όσον αφορά στην οδήγηση ακόμη και όταν δε το χρησιμοποιούν. Για παράδειγμα, τείνουν να έχουν περισσότερες παραβιάσεις για υπέρβαση του ορίου ταχύτητας, επικίνδυνη οδήγηση, μη χρήση της ζώνης ασφαλείας και επιθετική συμπεριφορά. Αυτό δείχνει ότι η προδιάθεση των χρηστών του κινητού

τηλεφώνου τους εκθέτει σε μεγαλύτερο κίνδυνο ατυχήματος (ITS America, 2002) .

Ένας **μεγάλος αριθμός πειραματικών μελετών** έδειξε τις πιθανές αρνητικές επιπτώσεις της συζήτησης σε κινητό, τόσο σε πραγματικές όσο και σε προσομοιωμένες συνθήκες οδήγησης, όπως συνοψίζουν οι Svenson and Patten (2003). Για παράδειγμα, έρευνα που πραγματοποιήθηκε στον Καναδά κατέληξε στο ότι ο κίνδυνος σοβαρής σύγκρουσης που περιλαμβάνει τραυματισμό του οδηγού αυξάνεται κατά 38% όταν γίνεται χρήση κινητού (ITS America, 2002), ενώ ένας οδηγός που χρησιμοποιεί το κινητό τηλέφωνο είναι κατά 16% πιο πιθανό να έχει προκαλέσει το ατύχημα. Άλλες μελέτες εκτίμησαν τον κίνδυνο οδικού ατυχήματος δύο έως έξι φορές μεγαλύτερο λόγω της χρήσης κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση (Violanti and Marshall, 1996; Redelmeier and Tibshirani, 1997).

Ο κίνδυνος του οδηγού να εμπλακεί σε ατύχημα αυξάνεται κατά 400-900% όταν το χρησιμοποιεί με συχνότητα μία μόλις ώρα το μήνα (McEnoy et al., 2005; Violanti, 1998; Violanti and Marshall, 1996) ενώ η χρήση της συσκευής ακουστικών και μικροφώνου (hands-free), αν και σήμερα είναι υποχρεωτική σε πολλές χώρες, δεν παρουσιάζει μεγαλύτερη ασφάλεια συγκριτικά με τη χρήση του κινητού με το χέρι (Redelmeier and Tibshirani, 1997; Lambie et al., 1999; Nunes and Recarte, 2002). Αντιθέτως, τα ενσύρματα ακουστικά ενδέχεται να ενθαρρύνουν τους οδηγούς να συνομιλούν περισσότερη ώρα και η αίσθηση ότι είναι περισσότερο ασφαλή μπορεί να ωθήσει τους μεγαλύτερους ηλικιακά και τους λιγότερο έμπειρους οδηγούς στην εκτεταμένη χρήση τους.

Τέλος, ο **κίνδυνος που πηγάζει από τη χρήση του κινητού τηλεφώνου είναι εξίσου σημαντικός με την οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ** σε κατάσταση μέθης (Strayer et al., 2006) και ειδικότερα μπορεί να συγκριθεί με τον κίνδυνο που αντιστοιχεί σε επίπεδα περιεκτικότητας αλκοόλ 0,08 στο αίμα, το ανώτατο όριο που προβλέπεται από το νόμο σε ορισμένες χώρες (Redelmeier and Tibshirani, 1997, 2001).

Μουσική

Μέχρι πρόσφατα οι έρευνες που έχουν τεκμηριώσει τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι χρησιμοποιούν διαχρονικά τη μουσική στα κοινωνικά πλαίσια ήταν λίγες. Ωστόσο πρόσφατες μελέτες υποδεικνύουν ότι οι άνθρωποι δεν κάνουν απλά διάφορα πράγματα μαζί με τη μουσική αλλά στην ουσία λειτουργούν στην καθημερινότητα μέσω αυτής. Η εθνογραφική μελέτη της DeNora (2000) διερεύνησε τον τρόπο με τον οποίο η μουσική χρησιμοποιείται στον δυτικό πολιτισμό και επιβεβαίωσε ότι οι άνθρωποι τελικά οδηγούν, τρώνε, αποκοιμούνται, ονειροπολούν, ασκούνται, γιορτάζουν, διαμαρτύρονται, καταναλώνουν, λατρεύουν και στοχάζονται με την παρουσία μουσικής.

“Η **ακουστική απόσπαση** παρουσιάζεται όταν ο οδηγός σπασμωδικά ή συνεχόμενα συγκεντρώνει την προσοχή του σε ήχους ή ακουστικά ερεθίσματα και όχι στο οδικό περιβάλλον” (Young et al., 2003).

Ακουστικά ερεθίσματα υπάρχουν σχεδόν πάντα μέσα στο όχημα. Ειδικότερα, η μουσική αποτελεί μια συνεχή πηγή ακουσμάτων στις μεταφορές (DeNora, 2000; Sloboda, 1999; Sloboda, O'Neill & Ivaldi, 2001). Έρευνες υποδεικνύουν ότι η οδήγηση χωρίς την παρουσία συνοδηγού είναι η πιο διαδεδομένη κατάσταση στην οποία προτιμάται η μουσική (Brodsky, 2002). Οι οδηγοί ακούνε μουσική διότι την βρίσκουν ευχάριστη, αγχολυτική και διασκεδαστική ή για να αποφύγουν την πλήξη. Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους Dikken και Williamson, το 62% των συμμετεχόντων συμφώνησε ότι η μουσική τους χαλαρώνει στην οδήγηση και το 25% δήλωσε ότι τους βοηθούσε στη συγκέντρωση.

Η μουσική την ώρα της οδήγησης έχει χαρακτηριστεί ως ωφέλιμη αλλά και ως ένας παράγοντας απόσπασης της προσοχής. Η **θετική επίδραση της μουσικής** περιλαμβάνει μείωση του άγχους και της επιθετικότητας του οδηγού σε καταστάσεις κυκλοφοριακής συμφόρησης (Wiesenthal, Hennessy, & Totten, 2000) και βελτίωση του χρόνου αντίδρασής του (Spinney, 1997). Επιπρόσθετα, έχει αποδειχθεί ότι η μουσική κατά την οδήγηση βοηθά τους οδηγούς να

διατηρούνται σε εγρήγορση (Dibben & Williamson, 2007; Stevens & Minton, 2001; Turner, Fernandez & Nelson, 1996). Οι Cummings, Koepsell, Moffat και Rivara (2001) έδειξαν ότι η μουσική συσχετίζεται με χαμηλότερη πιθανότητα ατυχήματος στους αμερικανικούς υπεραστικούς αυτοκινητόδρομους ενώ μελέτη προσομοίωσης που πραγματοποιήθηκε από τους Reyner και Horne (1998), συμπέρανε ότι οι άυπνοι οδηγοί αντεπεξέρχονται καλύτερα στις απαιτήσεις της οδήγησης με την παρουσία της μουσικής παρά χωρίς αυτή.

Όσον αφορά στην **αρνητική επίδραση της μουσικής**, οι Spence και Ho (2008) υποστηρίζουν ότι όσο πιο απαιτητική είναι η ακουστική ενασχόληση τόσο μεγαλύτερη είναι η επίπτωση στην οδήγηση. Ειδικότερα, σε πείραμα προσομοίωσης παρουσιάστηκαν περισσότερα λάθη στην οδήγηση όταν αυτή συνοδευόταν από μουσική (Henry, 2006). Οι Dibben και Williamson ισχυρίζονται ότι η μουσική μπορεί να αλληλεπιδράσει αρνητικά με την ικανότητα του οδηγού να αντιληφθεί τις εξωτερικές ακουστικές ειδοποιήσεις και ενδέχεται να αυξήσει τον κίνδυνο ατυχήματος.

Ένα πρόσθετο ζήτημα που προκύπτει με τη μουσική στην οδήγηση είναι η **ένταση** στην οποία ακούγεται και η επίδραση αυτής στην απόδοση του οδηγού. Έχει υποστηριχθεί ότι χαμηλής μέχρι μέτριας έντασης μουσική ενισχύει την επαγρύπνηση των οδηγών (Davenport, 1972; Fontaine & Schwalm, 1979) και συγκεκριμένα οι Beh και Hirst (1999) παρατήρησαν ότι σε αυτή την ένταση η μουσική βελτιώνει τις αντιδράσεις στους φωτεινούς σηματοδότες και τα απρόβλεπτα συμβάντα. Αντίθετα, η μουσική σε πολύ υψηλή ένταση μειώνει τον έλεγχο του οχήματος από τον οδηγό. Για παράδειγμα, ο Spinney (1997) επισήμανε ότι οι χρόνοι αντίδρασης με μουσική υψηλής έντασης αυξάνονταν κατά 20% σε σχέση με εκείνους σε χαμηλότερη ένταση.

Σημαντικό ρόλο φαίνεται να διαδραματίζει και η **προτίμηση του οδηγού όσον αφορά στην ένταση της μουσικής**. Πείραμα των Turner et al. (1996) που διερεύνησε αυτό τον παράγοντα κατέληξε στο ότι οι οδηγοί αντιδρούν πιο γρήγορα σε απρόσμενα γεγονότα, όπως είναι η ξαφνική ενεργοποίηση των φώτων πέδησης του προπορευόμενου οχήματος, στην περίπτωση όπου η

μουσική ακούγεται στην ένταση της προτίμησής τους και όχι χαμηλότερα ή υψηλότερα από αυτήν. Τέλος, οι επιδράσεις της μουσικής στην οδήγηση ποικίλουν ανάλογα με το είδος της (Furnham & Allass, 1999), τις προτιμήσεις του οδηγού (Hilliard & Tolin, 1979; Wiesenthal et al., 2003) και το φύλο του (Turner et al., 1996).

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

Πλεονεκτήματα προσομοιωτή

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

Περιορισμοί προσομοιωτή

Τα μειονεκτήματα στη χρήση προσομοιωτών οδήγησης βασίζονται στην εγκυρότητα και στην πιστότητά τους. Η πιστότητα αναφέρεται στον βαθμό ρεαλιστικής απεικόνισης του περιβάλλοντος και των συνθηκών οδήγησης ενώ η

εγκυρότητα στον βαθμό που ο οδηγός παρουσιάζει σε έναν προσομοιωτή συμπεριφορά όμοια με εκείνη που έχει όταν οδηγεί σε πραγματικές συνθήκες και δεν παρακολουθείται.

1.2) Στόχος της διπλωματικής εργασίας

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

Συγκεκριμένα, **θα εξεταστεί** ο βαθμός, στον οποίο η χρήση κινητού τηλεφώνου και η μουσική 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 στην μεταβολή οδηγικής συμπεριφοράς (μέση ταχύτητα οδήγησης, απόκλιση από τον άξονα της οδού, χρόνος αντίδρασης) και αν μέσω αυτών των μεταβλητών είναι δυνατή η πρόβλεψη ενός ατυχήματος.

Για την ποσοτικοποίηση αυτών των επιρροών απαιτείται η **εφαρμογή κατάλληλων μεθόδων ανάλυσης** των δεδομένων. Επομένως, επιμέρους στόχο της Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου για την ανάπτυξη ενός μαθηματικού μοντέλου, που θα αποτυπώνει επαρκώς τη σχέση μεταξύ εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών που θα συλλεχθούν μέσω της πειραματικής διαδικασίας σε προσομοιωτή οδήγησης.

Τα μοντέλα που θα αναπτυχθούν, μέσα από τη διαδικασία της ανάλυσης, θα περιγράφουν τη μεταβολή της ταχύτητας, της απόκλισης του οχήματος από τον άξονα της οδού, του χρόνου αντίδρασης και της πιθανότητας να συμβεί ένα

ατύχημα, ως συνέπεια της χρήσης κινητού τηλεφώνου, της μουσικής και άλλων παραγόντων.

Εκτιμάται ότι τα αποτελέσματα που θα προκύψουν θα επιτρέψουν την **κατανόηση του βαθμού και του τρόπου** με τον οποίο η χρήση κινητού και η μουσική, σε συνδυασμό με χαρακτηριστικά του οδηγού και του οδικού περιβάλλοντος, επηρεάζουν τη συμπεριφορά του οδηγού και την πιθανότητα να συμβεί κάποιο ατύχημα.

1.3) Μέθοδος

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

Αρχικά καθορίστηκε το αντικείμενο που θα εξέταζε η παρούσα εργασία καθώς και ο επιδιωκόμενος στόχος. Για την υλοποίηση του στόχου πραγματοποιήθηκε ευρεία **βιβλιογραφική ανασκόπηση**. Αναζητήθηκαν, δηλαδή, έρευνες με θέμα συναφές με εκείνο της Διπλωματικής Εργασίας τόσο σε ελληνικό, όσο και σε διεθνές επίπεδο. Οι έρευνες αυτές θα 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, της μεθόδου της βιντεοσκόπησης και της συλλογής στοιχείων μέσω του λειτουργικού συστήματος του προσομοιωτή αποτέλεσε την πηγή προέλευσης των στοιχείων.

Στη συνέχεια, τα στοιχεία καταχωρήθηκαν σε ηλεκτρονική βάση δεδομένων, η οποία βελτιώθηκε σταδιακά, έως ότου αποκτήσει την τελική της μορφή. Ακολούθησε **η επιλογή της μεθοδολογίας** στατιστικής επεξεργασίας των

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

Την επιλογή της κατάλληλης μεθοδολογίας διαδέχτηκε η ανάπτυξη των μαθηματικών μοντέλων και η **παρουσίαση των αποτελεσμάτων**, στο πλαίσιο της οποίας, πραγματοποιήθηκε περιγραφή της επιρροής της χρήσης κινητού τηλεφώνου και της μουσικής στην ταχύτητα διαδρομής, στο χρόνο αντίδρασης του οδηγού σε απρόβλεπτο συμβάν, στη μέση απόσταση από τον άξονα της οδού και στην πιθανότητα να συμβεί ατύχημα λόγω απρόβλεπτου συμβάντος. Τέλος, εξάχθηκαν τα συμπεράσματα για τα συνολικά ερωτήματα της έρευνας.

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 **1^ο κεφάλαιο** είναι **εισαγωγικό** και αποτελεί τη βάση για την κατανόηση του αντικειμένου της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Αρχικά αναφέρονται κάποια γενικά στατιστικά σχετικά με το θέμα της οδικής ασφάλειας στην Ελλάδα αλλά και διεθνώς. Στη συνέχεια πραγματοποιείται μια γενική ανασκόπηση της χρήσης κινητού τηλεφώνου και της μουσικής κατά την οδήγηση και αναφέρονται κάποια σημαντικά συμπεράσματα που έχουν προκύψει διεθνώς από τη διερεύνηση της επιρροής των παραγόντων αυτών στην συμπεριφορά και στην ασφάλεια του οδηγού. Επιπροσθέτως, αναφέρονται συνοπτικά τα πλεονεκτήματα χρησιμοποίησης των προσομοιωτών οδήγησης σε πειραματικές διαδικασίες που αφορούν στην οδική ασφάλεια. Εν συνεχεία, καταγράφεται με μεγαλύτερη σαφήνεια ο στόχος που πρόκειται να επιτευχθεί μέσα από την εκπόνηση της Διπλωματικής Εργασίας. Τέλος, περιγράφεται συνοπτικά η μέθοδος που ακολουθήθηκε για την αντιμετώπιση του αντικειμένου της Διπλωματικής Εργασίας.

Στο **κεφάλαιο 2**, της **βιβλιογραφικής ανασκόπησης**, παρουσιάζονται μεθοδολογίες και αποτελέσματα ερευνών με αντικείμενο συναφές με εκείνο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας. Περιγράφονται περιληπτικά ένα πλήθος ερευνών που εντοπίστηκαν και που έχουν πραγματοποιηθεί είτε με τη χρήση προσομοιωτή είτε σε πειράματα υπό πραγματικές συνθήκες. Στο τέλος του κεφαλαίου, συνοψίζονται οι μεθοδολογίες όλων των ερευνών που εξετάστηκαν, καταγράφονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματά τους και γίνεται μια συνολική συγκριτική αξιολόγηση τους.

Στο **κεφάλαιο 3**, που αφορά στο **θεωρητικό υπόβαθρο**, αναλύεται η επιλεγείσα μεθοδολογία και περιγράφεται η οικογένεια στην οποία ανήκει. Αρχικά, περιγράφονται βασικές μαθηματικές και στατιστικές έννοιες και στη συνέχεια αναλύονται οι προϋποθέσεις εφαρμογής και τα επιμέρους στοιχεία της γραμμικής και της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης καθώς και της λογιστικής ανάλυσης παλινδρόμησης. Ακολούθως, παρουσιάζεται η διαδικασία ανάπτυξης μοντέλου και οι απαραίτητοι στατιστικοί έλεγχοι στους οποίους υποβάλλονται. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με μια σύντομη αναφορά στα βήματα που ακολουθούνται για την επεξεργασία των δεδομένων στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης.

Στο **κεφάλαιο 4** γίνεται παρουσίαση των διαδικασιών της **συλλογής και επεξεργασίας** των στοιχείων, στα οποία στηρίχθηκε η Διπλωματική Εργασία. Αρχικά, περιγράφεται ο σχεδιασμός και η εφαρμογή της πειραματικής διαδικασίας και δίνεται μια σύντομη περιγραφή του προσομοιωτή οδήγησης. Στη συνέχεια, περιγράφεται η διαδικασία διαμόρφωσης της βάσης δεδομένων έως την απόκτηση της τελικής μορφής της. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στον τρόπο εισαγωγής της βάσης δεδομένων στο ειδικό στατιστικό λογισμικό. Επιπρόσθετα, επισημαίνονται τα κρίσιμα σημεία στη λειτουργία του λογισμικού και παρατίθενται οι διαδοχικές οθόνες εκτέλεσης της επεξεργασίας των στοιχείων.

Το **κεφάλαιο 5** είναι ένα από τα σημαντικότερα της Διπλωματικής Εργασίας, καθώς περιλαμβάνει την αναλυτική **περιγραφή της μεθοδολογίας** που εφαρμόστηκε ως την εξαγωγή των τελικών αποτελεσμάτων. Αρχικά,

περιγράφονται τα βήματα που ακολουθήθηκαν για την εφαρμογή της μεθοδολογίας και παρουσιάζεται η διαδικασία ανάπτυξης μαθηματικού μοντέλου. Παρουσιάζονται, δηλαδή, τα δεδομένα εισόδου και εξόδου με ιδιαίτερη έμφαση στους στατιστικούς ελέγχους αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων. Τα τελικά αποτελέσματα συνοδεύονται από τις αντίστοιχες μαθηματικές σχέσεις που τα περιγράφουν και από διαγράμματα ευαισθησίας, για την ευκολότερη κατανόηση τους.

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

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

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

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 μεθοδολογία των οποίων παρουσιάζει συνάφεια με το αντικείμενο της Διπλωματικής εργασίας. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται έρευνες που αναφέρονται στην επιρροή της χρήσης κινητού τηλεφώνου και της μουσικής κατά την οδήγηση, στην κυκλοφορία και την οδική ασφάλεια. Για κάθε επιστημονική εργασία παρουσιάζεται σύντομη σύνοψη, με έμφαση στη μέθοδο που ακολουθήθηκε και τα αποτελέσματα τα οποία προέκυψαν. Μέσω της ανασκόπησης των μεθοδολογιών των ερευνών αυτών, επιχειρήθηκε ο προσδιορισμός μιας κατάλληλης μεθόδου για την αντιμετώπιση του αντικειμένου της διπλωματικής εργασίας.

2.2) Συναφείς έρευνες

Στο υποκεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα **βασικότερα σημεία ερευνών** που προσεγγίζουν τη μεταβολή της οδικής συμπεριφοράς και της οδικής ασφάλειας ως αποτέλεσμα της χρήσης κινητού τηλεφώνου και της μουσικής κατά την οδήγηση. Οι έρευνες αυτές βασίζονται στην παρατήρηση της συμπεριφοράς των συμμετεχόντων είτε σε πραγματικές είτε σε προσομοιωμένες συνθήκες οδήγησης. Στόχος τους είναι να εξετάσουν τη μεταβολή που επιφέρει η χρήση κινητού και η μουσική στα διάφορα μεγέθη της κυκλοφορίας, αλλά και της οδικής ασφάλειας.

2.2.1) Η επίδραση των συναισθημάτων που προκαλεί η μουσική στην οδηγική συμπεριφορά.

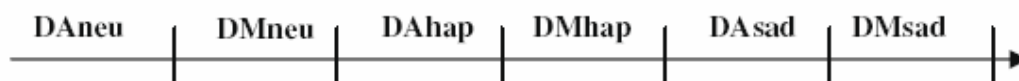
Christelle Pekcher, Celine Lemercier, Jean-Marie Cellier, 2009

Σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε το 2009 στο Πανεπιστήμιο Le Mirail της Τουλούζης έλαβαν μέρος δεκαεπτά εθελοντές. Το δείγμα αυτό αποτελούνταν από 8 άντρες και 9 γυναίκες με ηλικία από 21 έως 29 χρόνων, που ήταν κάτοχοι διπλώματος οδήγησης (τουλάχιστον τεσσάρων χρόνων) και είχαν οδηγική εμπειρία περίπου 10.000 χιλιομέτρων το χρόνο. Χρησιμοποιήθηκε προσομοιωτής οδήγησης και η διαδρομή που ακολουθήθηκε - πειραματική και δοκιμαστική - πραγματοποιήθηκε σε αυτοκινητόδρομο με δύο λωρίδες κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση.

Διαδικασία πειράματος

Αρχικά, οι συμμετέχοντες συμπλήρωσαν ερωτηματολόγιο σχετικό με το ενδιαφέρον τους όσον αφορά στη μουσική και την οδήγηση. Μέσω δοκιμαστικής διαδρομής που διήρκεσε 15 έως 45 λεπτά, είχαν την δυνατότητα να εξοικειωθούν με τον προσομοιωτή. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε η βασική διαδρομή που διήρκεσε 37 λεπτά, κατά την οποία υπήρξε συνεχής διαδοχή ακουστικών αποσπασμάτων (ευχάριστη, μελαγχολική και αδιάφορη μουσική) και περιόδων χωρίς καθόλου μουσική διάρκειας ενός λεπτού το καθένα. Συνολικά επιλέχθηκαν δεκαοκτώ μουσικά αποσπάσματα. Τα τμήματα με μουσική (Driving with Music phase - DM) ακολουθούσαν τα αντίστοιχα χωρίς μουσική διάρκειας ενός λεπτού (Driving Alone phase – DA), όπως φαίνεται στο διάγραμμα 2.2.1.1. Στο τέλος του πειράματος οι συμμετέχοντες αξιολόγησαν τα συναισθήματά τους και τις δυσκολίες που αντιμετώπισαν κατά την οδήγηση ενώ παράλληλα περιέγραψαν την επίδραση που είχε στην οδηγική τους συμπεριφορά το κάθε είδος μουσικής.

Διάγραμμα 2.1



Αποτελέσματα

Το σύνολο των **οδηγών** δήλωσε πως η ευχάριστη μουσική ήταν εκείνη που τους απέσπασε περισσότερο από την οδήγηση. Το 76% των οδηγών αποσπάστηκαν λόγω της μουσικής γιατί προσπαθούσαν να ακολουθήσουν το ρυθμό ή τραγουδούσαν, με αποτέλεσμα η οδήγηση να μην αποτελεί πλέον τη βασική τους προτεραιότητα. Αντίθετα, η μελαγχολική μουσική τους βοήθησε ώστε να είναι περισσότερο συγκεντρωμένοι και ήρεμοι και λόγω αυτής δεν παρατηρήθηκε μείωση της απόδοσής τους στην οδήγηση. Τέλος, σύμφωνα με το 92% των οδηγών, η αδιάφορη μουσική δεν είχε καμία επίδραση στη συμπεριφορά τους.

Τα αποτελέσματα επιβεβαίωσαν ότι η επίδραση της μουσικής στην οδήγηση διαφέρει ανάλογα με τα συναισθήματα που προκαλεί στον οδηγό. Συγκεκριμένα, ανάλογα με το μουσικό απόσπασμα παρατηρήθηκαν τα εξής:

- ◆ Η **μέση ταχύτητα** των συμμετεχόντων μειώθηκε σημαντικά λόγω της ευχάριστης μουσικής ενώ παρατηρήθηκε πολύ μικρή μείωση κατά την οδήγηση με το απόσπασμα της μελαγχολικής μουσικής. Η αδιάφορη μουσική δεν είχε καμία επίδραση στη μέση ταχύτητα.
- ◆ Με την ευχάριστη μουσική ο **πλευρικός έλεγχος** του οχήματος έγινε δυσκολότερος (οι συμμετέχοντες οδηγούσαν πιο κοντά στη λωρίδα έκτακτης ανάγκης) ενώ το αντίθετο συνέβη στην περίπτωση της μελαγχολικής και της αδιάφορης μουσικής.

Περιορισμοί έρευνας

Οι οδηγοί που συμμετείχαν στο πείραμα ήταν νέοι σε ηλικία και ίσως περισσότερο ευαίσθητοι στη μουσική που επιλέχθηκε κατά την οδήγηση. Υπάρχει λοιπόν ο κίνδυνος σε πραγματικές συνθήκες οι οδηγοί να μην αντιλαμβάνονται με τον ίδιο τρόπο τη μουσική, δηλαδή να μην είναι ξεκάθαρος ο διαχωρισμός της (ευχάριστη, μελαγχολική, αδιάφορη) με τον τρόπο που έγινε στο συγκεκριμένο πείραμα. Ένας ακόμη περιορισμός στη συγκεκριμένη

μεθοδολογία είναι το είδος της οδού που χρησιμοποιήθηκε για το πείραμα καθώς και το γεγονός ότι δεν υπήρχαν πραγματικές κυκλοφοριακές συνθήκες (άλλα οχήματα, οδικά σήματα, κ.λ.π.). Τα αποτελέσματα θα ήταν πολύ διαφορετικά σε μία πιο σύνθετη κατάσταση όπως για παράδειγμα στην περίπτωση μεγάλης κυκλοφορίας οχημάτων ή σε έναν υπεραστικό δρόμο.

2.2.2) Η επιρροή του κινητού τηλεφώνου και της μουσικής στο χρόνο απόκρισης στην πέδηση.

David B. Bellinger, Bradley M. Budde, Moe Machida, Gary B. Richardson, William P. Berg, 2009

Στην έρευνα αυτή συμμετείχαν είκοσι επτά κάτοχοι διπλώματος οδήγησης, ηλικίας δεκαεννιά έως εικοσιτριών ετών (16 άντρες και 11 γυναίκες), και ο εξοπλισμός προσομοίωσης που χρησιμοποιήθηκε αποτελούνταν από μια θέση, ένα τιμόνι, πετάλι επιτάχυνσης και φρένου σε όμοιες θέσεις με αυτές ενός πραγματικού αυτοκινήτου καθώς και από μια λυχνία, με την ένδειξη της οποίας οι οδηγοί καλούνταν να πατήσουν το φρένο. Κατά τη διάρκεια του πειράματος οι συμμετέχοντες έπρεπε να ανταποκριθούν στην φωτεινή ένδειξη ενώ ταυτόχρονα συνομιλούσαν στο κινητό τηλέφωνο, άκουγαν μουσική ή συμμετείχαν και στις δύο δευτερεύουσες δραστηριότητες ταυτόχρονα. Η συνομιλία μέσω του κινητού ήταν απλή, καθημερινού χαρακτήρα και χρησιμοποιήθηκε ένα χορευτικό μουσικό κομμάτι (urban contemporary music), σε μέτρια και υψηλή ένταση.

Σκοπός της μελέτης αυτής ήταν να προσδιοριστεί η επίδραση της χρήσης του κινητού τηλεφώνου και της μουσικής στο χρόνο απόκρισης, το χρόνο αντίδρασης (RT) και το χρόνο κινητοποίησης (MT), όπου ο χρόνος απόκρισης θεωρήθηκε ως το άθροισμα των άλλων δύο χρόνων. Ο **χρόνος απόκρισης** ορίστηκε ως ο συνολικός χρόνος που απαιτείται για να ενεργοποιήσει ο οδηγός το φρένο από τη στιγμή που δέχεται το προειδοποιητικό ερέθισμα, ο **χρόνος αντίδρασης** ως ο χρόνος που απαιτείται για να ελευθερώσει το γκάζι από τη στιγμή που δέχεται το προειδοποιητικό ερέθισμα και ο **χρόνος κινητοποίησης**

ως ο χρόνος που μεσολαβεί από την ελευθέρωση του γκαζιού μέχρι την ενεργοποίηση του φρένου.

Αποτελέσματα

Τα στοιχεία που προέκυψαν από την πειραματική διαδικασία, επεξεργάσθηκαν με την στατιστική μέθοδο ανάλυσης διακύμανσης (ANalysis Of VAriance – ANOVA) και τελικά διεξήχθησαν τα ακόλουθα συμπεράσματα για τους τρεις χαρακτηριστικούς χρόνους που προαναφέρθηκαν:

♦ Χρόνος απόκρισης:

Η συνομιλία στο κινητό τηλέφωνο προκάλεσε αύξηση του χρόνου απόκρισης σε σχέση με την κατάσταση οδήγησης χωρίς κανέναν περισπασμό, ενώ η παρουσία της μουσικής ξεχωριστά ή σε συνδυασμό με το κινητό τηλέφωνο δεν παρουσίασε καμία σημαντική επίπτωση. Ωστόσο οι διακυμάνσεις στην ένταση της μουσικής επηρέασαν περισσότερο τον χρόνο απόκρισης στην οδήγηση από την συνομιλία στο κινητό.

♦ Χρόνος αντίδρασης (RT) :

Η συνομιλία στο κινητό προκάλεσε σημαντική αύξηση στο χρόνο αντίδρασης ενώ η παρουσία της μουσικής δεν είχε καμία επίδραση. Ομοίως με τον χρόνο απόκρισης, στατιστικά σημαντική δεν ήταν ούτε η επίδραση του συνδυασμού των δύο περισπασμών.

♦ Χρόνος κινητοποίησης (MT):

Όπως και με τους άλλους χαρακτηριστικούς χρόνους, η συνομιλία στο κινητό τηλέφωνο ήταν η μοναδική κατάσταση η οποία είχε στατιστικά σημαντική επίδραση στο χρόνο κινητοποίησης. Ωστόσο, σε αντίθεση με τους χρόνους απόκρισης και αντίδρασης που παρουσίαζαν αύξηση, ο χρόνος κινητοποίησης μειώθηκε στην κατάσταση της συνομιλίας στο κινητό.

2.2.3) Οι αποσπάσεις προσοχής και ο κίνδυνος εμπλοκής σε ατύχημα: Ο ρόλος της ηλικίας του οδηγού.

Lawrence T. Lam, 2001

Στόχος της συγκεκριμένης μελέτης που έγινε στην Αυστραλία το 2001 ήταν να διερευνηθεί η σχέση μεταξύ των διαφόρων τύπων αποσπάσεων προσοχής, (τόσο αυτών που συμβαίνουν μέσα στο όχημα, όσο και αυτών που πηγάζουν από το ευρύτερο περιβάλλον έξω από αυτό) και του τραυματισμού του οδηγού από οδικό ατύχημα, με ιδιαίτερη έμφαση στην ηλικία του.

Τα στοιχεία προς ανάλυση συλλέχθηκαν από τη βάση δεδομένων Traffic Accident Database System (TADS), σε οδούς τις Αυστραλίας, για την περίοδο 1996-2000. Τα δεδομένα για τα οδικά ατυχήματα προήλθαν από τις αναφορές της αστυνομίας για αυτή την πενταετία. Η βάση δεδομένων συμπεριλαμβάνει λεπτομερή αναφορά των συνθηκών που επικρατούσαν τη στιγμή του ατυχήματος και πληροφορίες για την συμπεριφορά των οδηγών και των επιβατών που πιθανώς να συνετέλεσαν στο οδικό ατύχημα.

Οι καταστάσεις της απόσπασης προσοχής του οδηγού διαχωρίστηκαν σε τρεις κατηγορίες:

- i. απόσπαση προσοχής μέσα στο όχημα, δηλαδή η χρήση του κινητού τηλεφώνου από τον οδηγό, η συνομιλία με τους συνεπιβάτες, η ενασχόληση με το ραδιόφωνο και το cd player, το κάπνισμα και άλλες δευτερεύουσες δραστηριότητες.
- ii. απόσπαση προσοχής έξω από το όχημα, δηλαδή τα ξαφνικά συμβάντα στο οδικό περιβάλλον όπως ένα ατύχημα, η σειρήνα ενός οχήματος εκτάκτου ανάγκης ή ακόμη και η καταδίωξη από αστυνομικό όχημα.
- iii. κανένας περισπασμός.

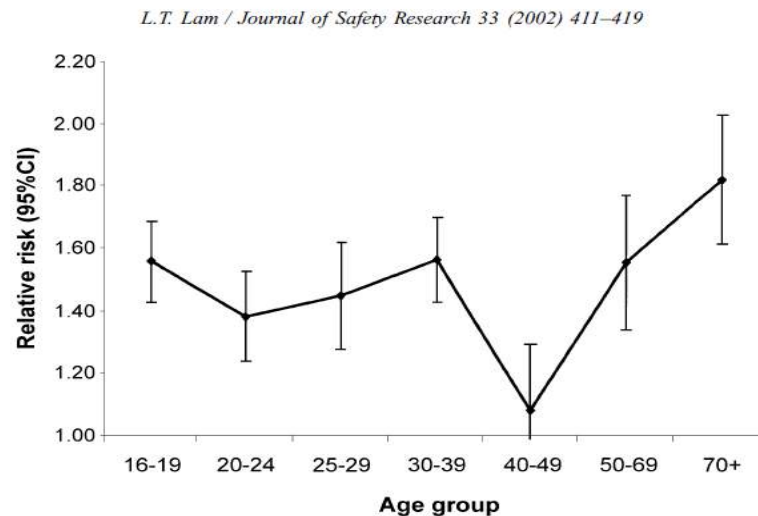
Αποτελέσματα

1. Στην περίοδο 1996-2000 είχαν καταγραφεί συνολικά 414.136 οδικά ατυχήματα από τα οποία το 15,3% είχαν ως αποτέλεσμα το θάνατο ή το σοβαρό τραυματισμό κάποιου οδηγού. Η ηλικιακή ομάδα των 20-24 ετών παρουσίασε αυξημένο αριθμό ατυχημάτων και τραυματισμών σε σχέση με τους νεότερους των 16-19 ετών, και από εκεί και έπειτα όσο αυξανόταν η ηλικία τόσο μειώνονταν τα ατυχήματα και οι τραυματισμοί. Ωστόσο παρατηρήθηκε αυξημένος δείκτης τραυματισμών και ατυχημάτων στις ηλικίες των 70 ετών και άνω.
2. Η απόσπαση της προσοχής του οδηγού συνέβαλε καθοριστικά σε 2.400 ατυχήματα που είχαν ως αποτέλεσμα το θάνατο ή τον τραυματισμό των οδηγών. Οι αποσπάσεις προσοχής προέρχονταν μέσα και έξω από το όχημα και συνδέθηκαν με το 3,8% των σοβαρών ατυχημάτων. Συνολικά 30 οδηγοί σκοτώθηκαν ή τραυματίστηκαν ενώ οδηγούσαν και μιλούσαν στο κινητό και τα ατυχήματα που καταγράφηκαν ως αποτέλεσμα της χρήσης του κινητού τηλεφώνου ήταν 120. Η ηλικιακή ομάδα των 25-29 ετών παρουσίασε την υψηλότερη συχνότητα ατυχημάτων που οφείλονταν στη χρήση του κινητού. Τέλος, όσον αφορά στις υπόλοιπες μορφές απόσπασης της προσοχής, η συχνότητα των ατυχημάτων παρουσίαζε μείωση με την αύξηση της ηλικίας των οδηγών, με εξαίρεση την ηλικιακή ομάδα των 30-39 ετών.
3. Υπολογίσθηκαν οι δείκτες θνησιμότητας και οι σχετικοί κίνδυνοι σε συνάρτηση με τις ηλικιακές ομάδες και το είδος της απόσπασης προσοχής και τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι αποσπάσεις που συμβαίνουν μέσα στο όχημα αυξάνουν σημαντικά τον κίνδυνο να συμβεί ατύχημα, σε όλες τις ηλικίες. Αντιθέτως, οι περισπασμοί έξω από το όχημα δεν έδειξαν να έχουν καμία επίπτωση στον κίνδυνο να συμβεί ατύχημα, σε καμία ηλικιακή ομάδα. Επιπλέον, σχεδόν σε κάθε ηλικία, η χρήση του κινητού τηλεφώνου δεν φάνηκε να αυξάνει την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα, με εξαίρεση τους οδηγούς ηλικίας 25-29 ετών, στους οποίους ο κίνδυνος να εμπλακούν σε ατύχημα την ώρα που

χρησιμοποιούν το κινητό εκτιμήθηκε 2,4 φορές μεγαλύτερος από εκείνον της οδήγησης χωρίς περισπασμούς.

4. Οι υπόλοιπες μορφές απόσπασης της προσοχής μέσα στο όχημα έδειξαν ότι αυξάνουν τον κίνδυνο να συμβεί ατύχημα σε όλες τις ηλικιακές ομάδες εκτός από τους οδηγούς 40-49 ετών. Τα αποτελέσματα του κινδύνου οδικού ατυχήματος σε σχέση με την ηλικία του οδηγού συνοψίζονται στο διάγραμμα 2.2.4.1.

Διάγραμμα 2.2: Σχετικός κίνδυνος τραυματισμού ή θανάτου από ατύχημα λόγω απόσπασης προσοχής εντός οχήματος σε σχέση με την ηλικιακή ομάδα.



2.2.4) Η επιρροή ρεαλιστικών τηλεφωνικών συνομιλιών στην οδηγική συμπεριφορά.

Michael E. Rakauskas, Leo J. Gugerty, Nicholas J. Ward, 2004

Στο πείραμα που πραγματοποιήθηκε το 2004 στις Η.Π.Α. συμμετείχαν 24 άτομα (12 γυναίκες και 12 άνδρες). Όλοι οι συμμετέχοντες είχαν δίπλωμα οδήγησης και οδηγική εμπειρία τουλάχιστον δύο χρόνων. Ο προσομοιωτής που χρησιμοποιήθηκε συμπεριλάμβανε ένα τιμόνι, πετάλι επιτάχυνσης και φρένου, πλευρικό καθρέφτη και κιβώτιο ταχυτήτων.

Η **πειραματική διαδικασία** πραγματοποιήθηκε σε υπεραστική οδό δύο λωρίδων ανά κατεύθυνση όπου υπήρχαν διασταυρώσεις με σήματα διακοπής της πορείας του οχήματος. Ένας μεγάλος αριθμός οχημάτων βρίσκονταν σταματημένα στη μια πλευρά της οδού με σκοπό να αποσπάσουν την προσοχή του οδηγού και να εξετάσουν την αντίδρασή του σε διάφορα τυχαία συμβάντα όπως ένα όχημα που ξεπαρκάρει ή ξαφνικά εμφανίζεται μπροστά του.

Οι **ερωτήσεις** που έγιναν μέσω συστήματος ενσύρματων ακουστικών (hands free), είχαν δύο επίπεδα δυσκολίας και η επιλογή τους βασίστηκε σε δεδομένα που είχαν προηγουμένως συγκεντρώσει προπτυχιακοί φοιτητές του πανεπιστημίου Clemson αλλά και σε στοιχεία από το Book of Questions (Stock, 1985). Συνολικά, υπήρχαν **τρία επίπεδα δυσκολίας της συνομιλίας στο κινητό** τα οποία θεωρήθηκαν ως ανεξάρτητες μεταβλητές: καμία συνομιλία, εύκολη συνομιλία και δύσκολη συνομιλία. Ο κάθε συμμετέχων οδήγησε σε τρεις διαδρομές, μία για κάθε επίπεδο δυσκολίας. Η κάθε διαδρομή διήρκεσε περίπου 10 λεπτά.

Στα τμήματα της διαδρομής όπου δεν υπήρχαν διασταυρώσεις ή καμπύλα τμήματα έγιναν **μετρήσεις** :

- ◆ της διατήρησης της ταχύτητας σε ένα επίπεδο, με μεταβλητές τη μεταβολή στη θέση του γκαζιού, τη μεταβολή της ταχύτητας και τη μέση ταχύτητα,
- ◆ της διατήρησης της θέσης του οχήματος ως προς τη λωρίδα κυκλοφορίας, με μεταβλητές τη μέση πλευρική ταχύτητα και την απόκλιση του οχήματος από το κέντρο της οδού,
- ◆ της αποφυγής ατυχήματος, με μεταβλητές τις συγκρούσεις με άλλα οχήματα και το χρόνο αντίδρασης,
- ◆ της πνευματικής προσπάθειας που καταβάλλει ο οδηγός για να αντεπεξέλθει στη συνομιλία (χρησιμοποιήθηκε η Rating Scale of Mental Effort - RSME)

Για την ανάλυση των δεδομένων που συλλέχθηκαν, χρησιμοποιήθηκε η λογιστική μέθοδος ανάλυσης διακύμανσης (Multivariate analysis of variance-**MANOVA**) για να ελεγχθεί αν το επίπεδο δυσκολίας της συνομιλίας επηρέασε τις διάφορες μεταβλητές της ταχύτητας κατά όμοιο τρόπο και για να εκτιμηθεί η επίδραση του επιπέδου δυσκολίας της συνομιλίας στις μεταβλητές που σχετίζονται με τη διατήρηση της θέσης του οχήματος ως προς τη λωρίδα κυκλοφορίας. Για περαιτέρω ανάλυση, με τον έλεγχο **t-test** έγινε η σύγκριση των τριών επιπέδων δυσκολίας και η εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την επιρροή τους στην οδήγηση.

Αποτελέσματα

◆ Σχετικά με τη νοητική προσπάθεια

Όπως είχε προβλεφθεί, η **νοητική προσπάθεια** του οδηγού ήταν μεγαλύτερη κατά την παρουσία της συνομιλίας συγκριτικά με το τμήμα χωρίς συνομιλία, ενώ δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά στην προσπάθεια αυτή συγκρίνοντας τα διάφορα επίπεδα δυσκολίας κατά την οδήγηση. Συμπερασματικά, όπως ήταν αναμενόμενο, η δέσμευση που συνεπάγεται η συμμετοχή σε μία συνομιλία, τελικά αύξησε την προσπάθεια του οδηγού να αντεπεξέλθει στις απαιτήσεις της οδήγησης. Μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν με τη στατιστική μέθοδο ανάλυσης της διακύμανσης (ANOVA), έδειξαν ότι οι οδηγοί απάντησαν σε ίσο αριθμό ερωτήσεων και στα δύο είδη συνομιλίας με τους άνδρες όμως συμμετέχοντες να έχουν απαντήσει περισσότερες ερωτήσεις σε λιγότερο χρόνο από τις γυναίκες οδηγούς.

Κατά τη διεξαγωγή ενός τέτοιου πειράματος, υπάρχει η **πιθανότητα η συμπεριφορά του συμμετέχοντα στις διαδρομές που γίνονται πιο μετά να επηρεαστεί λόγω της εμπειρίας που έχει από τις προηγούμενες**. Προκειμένου να ληφθεί υπόψη ο παράγοντας αυτός, πραγματοποιήθηκε ανάλυση για να συγκρίνει τη βελτίωση της απόδοσης του οδηγού ανάμεσα στη πρώτη και την τελευταία διαδρομή για όλες τις μεταβλητές (εκτός της μεταβλητής των συγκρούσεων). Όπως αποδείχθηκε, ο χρόνος αντίδρασης βελτιώθηκε σημαντικά με την εμπειρία, γεγονός που δείχνει ότι οι οδηγοί ήταν πλέον σε εγρήγορση για την αντιμετώπιση των τυχαίων συμβάντων, όμως

καμία από τις άλλες μεταβλητές δεν επηρεάστηκε από τις προηγούμενες διαδρομές.

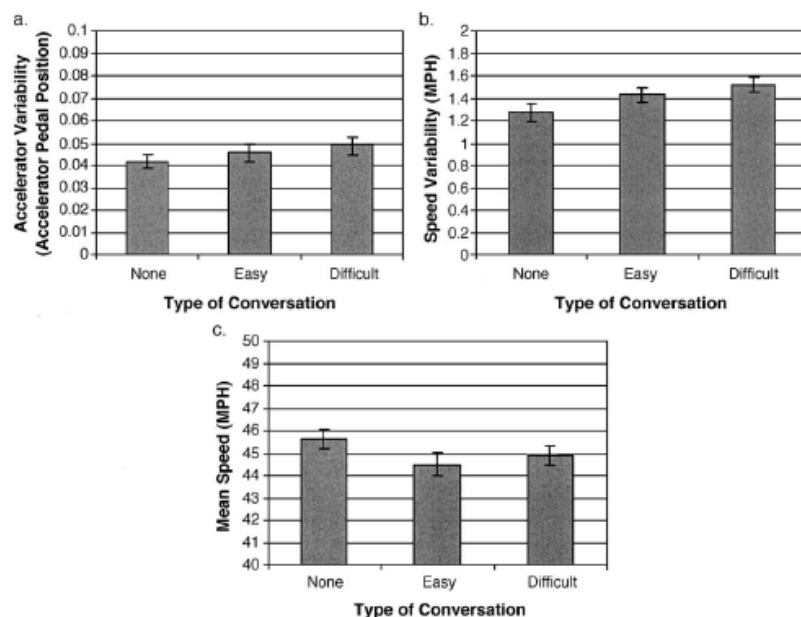
♦ Σχετικά με τη διατήρηση της ταχύτητας (κινητικότητα)

Η επιρροή της συνομιλίας στην **ταχύτητα** αποδείχθηκε σημαντική. Συγκεκριμένα, η αυξημένη μεταβολή της θέσης του γκαζιού και της ταχύτητας και η μειωμένη μέση ταχύτητα, δείχνουν ότι οι τηλεφωνικές συνομιλίες μείωσαν την απόδοση των οδηγών. Οι παραπάνω μεταβλητές δε φάνηκε να επηρεάζονται από το επίπεδο δυσκολίας της συνομιλίας.

♦ Σχετικά με τη διατήρηση της ευθύγραμμης πορείας (ασφάλεια)

Η επιρροή της συνομιλίας στη **θέση του οχήματος ως προς τη λωρίδα της οδού** δεν ήταν ιδιαίτερα σημαντική καθώς δεν παρατηρήθηκε μεγάλη μεταβολή στη μέση πλευρική ταχύτητα. Η συνομιλία, δε φάνηκε να επηρεάζει επίσης τους χρόνους αντίδρασης σε τυχαία συμβάντα ούτε το ποσοστό των συγκρούσεων με άλλα οχήματα. Επιπλέον, το επίπεδο δυσκολίας της συνομιλίας δεν επηρέασε τη μεταβολή της πλευρικής ταχύτητας και τη μεταβολή στην απόκλιση του οχήματος από την ευθύγραμμη πορεία του.

Διάγραμμα 2.3: Η επιρροή της τηλεφωνικής συνομιλίας α) στην μεταβολή της θέσης του γκαζιού, β) στη μεταβολή της μέσης ταχύτητας και γ) στη μέση ταχύτητα.



2.2.5) Οδήγηση με συνομιλία: κινητά τηλέφωνα και επιβάτες που αποσπούν την προσοχή.

Samuel G.Charlton, 2009

Σε **πείραμα** που διεξήχθη το 2009 από το Πανεπιστήμιο του Waikato έγινε προσπάθεια να γίνει μια σύγκριση της απόδοσης στην οδήγηση και της ασφάλειας μεταξύ τριών παραγόντων απόσπασης προσοχής: της χρήσης κινητού τηλεφώνου, της ομιλίας με συνοδηγό και μιας τρίτης πλαστής κατηγορίας εικονικών επιβατών όπου χωρίς να βρίσκονται εντός του οχήματος είχαν εικόνα μέσα από αυτό και συνεννοούνταν μέσω συστήματος ενσύρματων ακουστικών. 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 τη βοήθεια του στατιστικού προγράμματος SPSS βρέθηκαν κάποια αποτελέσματα που υποδεικνύουν ότι η οδήγηση και η ταυτόχρονη συνομιλία σε κινητό τηλέφωνο είναι σημαντικά διαφορετική από τη συνομιλία με κάποιον που βρίσκεται εντός του οχήματος ή την οδήγηση χωρίς την επίδραση της συνομιλίας.

Αποτελέσματα

- ◆ Σχετικά με τις ταχύτητες, η ομάδα που οδηγούσε αναπόσπαστη και εκείνη που είχε στο όχημα συνοδηγό, μείωναν σε μεγάλο βαθμό την ταχύτητά τους καθώς πλησίαζαν κάποιο επικίνδυνο σημείο, 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. Ακόμη 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 οι οδηγοί επιβράδυναν στα κατάλληλα σημεία, διαχειρίζονταν σωστότερα την ταχύτητα 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.
- ◆ Οι οδηγοί που συνομιλούσαν με κάποιον εντός οχήματος ήταν δεύτεροι από πλευράς ασφάλειας, 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 τη συνομιλία 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.

2.2.6) Τα διαφορετικά οδικά περιβάλλοντα και η επιρροή τους στην ταχύτητα και στον χρόνο αντίδρασης.

Tornros, Bolling, 2006

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

- ◆ υπεραστικό δίκτυο με όριο ταχύτητας 90km/h

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

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

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

Η ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε μέσω της **ανάλυσης της διακύμανσης** (variance analysis). Όταν η ανάλυση της διακύμανσης εντοπίζει επιρροή του περιβάλλοντος τότε, επιστρατεύεται ο έλεγχος Tukey post hoc για να προσδιοριστεί η διαφορά μεταξύ των περιβαλλόντων.

Αποτελέσματα

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

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

2.2.7) Η οδική συμπεριφορά συναρτější της καμπυλότητας της οδού.

Alm H., Nilsson L, 1993

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

Σαράντα άτομα, είκοσι άνδρες και είκοσι γυναίκες, ηλικίας 23-61 ετών συμμετείχαν στη διαδικασία του πειράματος. Δύο παράγοντες διαφοροποιήθηκαν στο πείραμα: η καμπυλότητα της οδού (από εύκολη, ομαλή και σχεδόν ευθεία διαδρομή, σε δυσκολότερη με έντονες οριζοντιογραφικές καμπύλες) και η υποβολή ή μη των συμμετεχόντων σε τηλεφωνικές κλήσεις.

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

Αποτελέσματα

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

2.2.8) Χρήση κινητού σε σύγκριση με την επήρεια αλκοόλ-επιπτώσεις.

Strayer, Drews, & Crouch, 2004

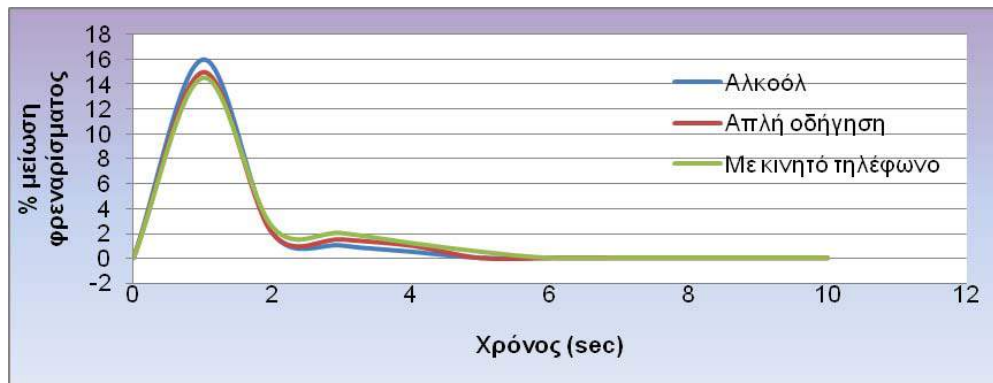
Ακόμα μια έρευνα που πραγματοποιήθηκε το 2004 στο Πανεπιστήμιο της Γιούτα είχε ως θέμα τις **επιπτώσεις της χρήσης κινητού καθώς και της επήρειας αλκοόλ στην οδική συμπεριφορά**.

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

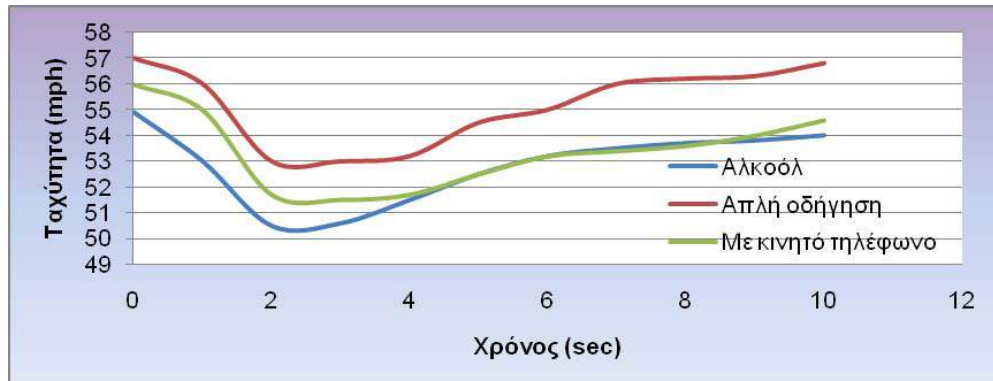
Σκοπός της έρευνας ήταν να εξεταστούν έξι **εξαρτημένες μεταβλητές** σχετικές με τις αντιδράσεις του συμμετέχοντα στις ενέργειες του προπορευόμενου οχήματος. Οι μεταβλητές αυτές ήταν ο χρόνος αντίδρασης των οδηγών στο φρενάρισμα του προπορευόμενου οχήματος, η δύναμη με την οποία οι οδηγοί πατούσαν το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

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

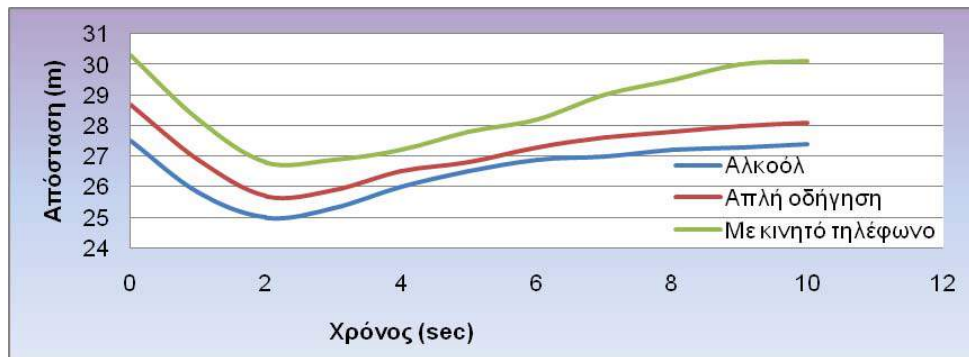
Διάγραμμα 2.4: Ποσοστό μείωσης φρεναρίσματος κατά την οδήγηση σε καθένα από τα τρία σενάρια της έρευνας.



Διάγραμμα 2.5: Ταχύτητα εξεταζόμενου οχήματος κατά την οδήγηση σε καθένα από τα τρία σενάρια της έρευνας.



Διάγραμμα 2.6: Απόσταση ασφαλείας εξεταζόμενου οχήματος από προπορευόμενο σε καθένα από τα τρία σενάρια της έρευνας.



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

2.2.9) Χρήση κινητού τηλεφώνου και χαρακτηριστικά κυκλοφορίας.

Παπαντωνίου, Πετρέλλης, 2008

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

Διαδικασία πειράματος:

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

Για τη **στατιστική επεξεργασία των στοιχείων** καθώς και την ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων, επιχειρήθηκε με δύο οικονομετρικά προγράμματα, η χρήση της μεθόδου τόσο της γραμμικής όσο και της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης. Από την ανάλυση προέκυψαν **τα τελικά μαθηματικά μοντέλα** που αποτυπώνουν τη συσχέτιση μεταξύ των εξεταζόμενων μεταβλητών και των παραγόντων που τις επηρεάζουν. Χρησιμοποιώντας τη γραμμική παλινδρόμηση, διερευνήθηκε η επιρροή της χρήσης κινητού τηλεφώνου, των χαρακτηριστικών των οδηγών (φύλο, ηλικία) και της ροής κυκλοφορίας (διαφορά ταχυτήτων και χρονοαποστάσεων από το προπορευόμενο όχημα) στην ταχύτητα και τους χωρικούς διαχωρισμούς των οχημάτων.

Αποτελέσματα

- ◆ Η χρήση κινητού τηλεφώνου επιφέρει μικρή μείωση στην ταχύτητα κυκλοφορίας.

- ◆ Μέσω της σχετικής επιρροής, προσδιορίστηκε ότι οδηγοί ηλικίας 18 έως 25 ετών οδηγούν πιο γρήγορα συγκριτικά με τους οδηγούς ηλικίας 55 ετών και άνω, οι οποίοι οδηγούν πιο αργά επί του συνόλου.
- ◆ Το φύλο παρουσιάζει αυξημένη επιρροή στην ταχύτητα. Οι γυναίκες οδηγούν με χαμηλότερη ταχύτητα από τους άντρες είτε μιλούν, είτε δε μιλούν στο κινητό τηλέφωνο.
- ◆ Η χρήση κινητού τηλεφώνου επιφέρει μείωση στους χωρικούς διαχωρισμούς.
- ◆ Οδηγοί ηλικίας 25 έως 55 ετών τηρούν μεγαλύτερες αποστάσεις από τα προπορευόμενα οχήματα.
- ◆ Η οδήγηση με χρήση κινητού σε καμία περίπτωση δεν μπορεί να θεωρηθεί ασφαλής, καθώς οδηγεί σε μείωση της απόστασης που αφήνει ο οδηγός από το προπορευόμενο όχημα, γεγονός που αναμφισβήτητα είναι ενάντια στην οδική ασφάλεια.

2.2.10) Διερεύνηση της επιρροής της χρήσης κινητού τηλεφώνου στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια του οδηγού με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης.

Ρούμπας Λεωνίδας, 2010

Για τη **συλλογή των απαραίτητων στοιχείων** πραγματοποιήθηκε πείραμα σε 30 νέους οδηγούς στον προσομοιωτή οδήγησης (Driving Simulator FPF) του Εργαστηρίου Κυκλοφοριακής Τεχνικής του Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου (2009). Επιπλέον συμπληρώθηκαν από τους οδηγούς αυτούς ερωτηματολόγια που αφορούσαν στα χαρακτηριστικά τους.

Το πείραμα περιελάμβανε τρεις διαδρομές: μία δοκιμαστική διάρκειας πέντε λεπτών για να εξοικειωθεί ο οδηγός με τον προσομοιωτή, μία διάρκειας τεσσάρων λεπτών υπό καλές καιρικές συνθήκες και μία τεσσάρων λεπτών υπό βροχή. Όλες οι διαδρομές πραγματοποιήθηκαν στο ίδιο οδικό περιβάλλον το

οποίο συνδύαζε οδήγηση σε αστικό περιβάλλον μικρής επαρχιακής πόλης και υπεραστικό περιβάλλον με όρια ταχύτητας 70 και 100 km/h αντίστοιχα υπό κανονική κυκλοφορία.

Για τη **στατιστική επεξεργασία των στοιχείων** καθώς και την ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων σε ό,τι αφορά στη μέση ταχύτητα οδήγησης εφαρμόστηκε η μέθοδος της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης. Σε ό,τι αφορά στην πιθανότητα να συμβεί ατύχημα, επιλέχθηκε η λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης. Σε κάθε στατιστικό μοντέλο εξετάστηκε η επιρροή της κάθε μεταβλητής σε αστικό και υπεραστικό περιβάλλον ξεχωριστά αλλά και στο σύνολο της διαδρομής που περιελάμβανε και τους δύο τύπους οδικού περιβάλλοντος.

Αποτελέσματα

Ως προς τη συμπεριφορά:

- ◆ Διαπιστώθηκε ότι **η μέση ταχύτητα οδήγησης εξαρτάται** από τη χρήση κινητού τηλεφώνου, το οδικό περιβάλλον, τον μέσο αριθμό στροφών του κινητήρα, τη χρήση των ταχυτήτων κιβωτίου, την ετήσια διανυόμενη απόσταση, την ελάχιστη απόσταση από εμπόδιο και το αν συνέβη ατύχημα. Συγκεκριμένα:
 - ➔ Η χρήση κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση επιφέρει **μείωση στην ταχύτητα κυκλοφορίας**. Οι οδηγοί που έλαβαν μέρος στο πείραμα μείωσαν την ταχύτητά τους ενώ μιλούσαν στο κινητό τηλέφωνο κατά 7% στο υπεραστικό περιβάλλον και κατά 28% στο αστικό περιβάλλον οδήγησης.
 - ➔ Ο **μέσος αριθμός στροφών κινητήρα** έχει τη μεγαλύτερη επιρροή στο μοντέλο της συνολικής διαδρομής και στο μοντέλο που αφορά στο αστικό τμήμα.
 - ➔ Στο υπεραστικό περιβάλλον τη μεγαλύτερη επιρροή παρουσιάζει η **ελάχιστη απόσταση από εμπόδιο**.

Ως προς την ασφάλεια:

- ◆ Διαπιστώθηκε ότι **η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα εξαρτάται** από τη χρήση κινητού τηλεφώνου, τη μείωση της ταχύτητας από τους οδηγούς ενώ χρησιμοποιούν κινητό τηλέφωνο, τις καιρικές συνθήκες οδήγησης, τη χρήση των ταχυτήτων κιβωτίου, τη μέση απόσταση οδήγησης από το άκρο της οδού και από το πόσο εξοικειωμένοι είναι οι οδηγοί με τη χρήση του κινητού τηλεφώνου στο αυτοκίνητο. Συγκεκριμένα:
 - ➔ Στο μοντέλο αστικού και υπεραστικού περιβάλλοντος η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα είναι τρεις φορές μεγαλύτερη όταν ο οδηγός έχει να αντιμετωπίσει ένα επικίνδυνο συμβάν ενώ μιλάει στο κινητό σε σύγκριση με το αν δεν μίλαγε.
 - ➔ **Η μείωση της ταχύτητας μειώνει τον κίνδυνο να συμβεί ατύχημα αλλά δεν αντισταθμίζει την αύξηση της πιθανότητας ατυχήματος λόγω χρήσης του κινητού τηλεφώνου.** Συγκεκριμένα η χρήση κινητού τηλεφώνου σε ένα επικίνδυνο συμβάν αυξάνει την πιθανότητα για ατύχημα σχεδόν 9 φορές.
 - ➔ Στην οδήγηση υπό **βροχή** αυξάνεται η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα και ειδικά στο αστικό περιβάλλον η μεταβλητή αυτή παρουσίασε τη μεγαλύτερη επιρροή.
 - ➔ Οι οδηγοί που οδηγούν σε **μεγαλύτερη απόσταση από το άκρο της οδού και που χρησιμοποιούν περισσότερο τη 2η ταχύτητα κιβωτίου** στη συνολική διαδρομή παρουσιάζουν αυξημένη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα.
 - ➔ Οι οδηγοί που είχαν δηλώσει ότι δεν χρησιμοποιούν καθόλου κινητό ενώ οδηγούν παρουσίασαν αυξημένο κίνδυνο να τους συμβεί ατύχημα.

2.3) Σύνοψη

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκαν οι σημαντικότερες από ένα πλήθος ερευνών που αφορούν στις επιπτώσεις της χρήσης κινητού τηλεφώνου και της

μουσικής κατά την οδήγηση, στην κυκλοφορία και την οδική ασφάλεια. Όλες οι έρευνες εστίασαν στη μελέτη της συμπεριφοράς των οδηγών που είτε χρησιμοποιούν το κινητό τους τηλέφωνο είτε ακούν μουσική κατά την οδήγηση. Από τη σύνθεση των βασικών τους σημείων προκύπτουν οι εξής παρατηρήσεις.

Κινητό τηλέφωνο

Η επίδραση στην ταχύτητα:

- ◆ Παρατηρήθηκε μείωση της μέσης ταχύτητας καθώς και αυξημένη μεταβολή της ταχύτητας λόγω τηλεφωνικής συνομιλίας κατά την οδήγηση, ενώ το επίπεδο δυσκολίας της συνομιλίας δε φάνηκε να την επηρεάζει σημαντικά (Rakauskas et al., 2004).
- ◆ Εξαιρετικά σημαντική αναδείχθηκε η επιρροή του περιβάλλοντος στην ταχύτητα (Tornros et al., 2006). Συγκεκριμένα:
 - ➔ Η ταχύτητα έλαβε τη μικρότερη τιμή της σε αστικό δίκτυο υψηλής συνθετότητας.
 - ➔ Η συνομιλία μέσω συσκευής χειρός επέφερε ελάττωση στην ταχύτητα σε όλα τα περιβάλλοντα, ενώ η συνομιλία μέσω συσκευής ακουστικών και μικροφώνου έφερε παρόμοιο αποτέλεσμα μόνο σε υπεραστικό δίκτυο με όριο ταχύτητας 90km/h και σε αστικό δίκτυο υψηλής συνθετότητας.
- ◆ Η ταχύτητα επηρεάζεται από την καμπυλότητα της οδού και ειδικότερα, η διαφορά της ταχύτητας των οδηγών που μιλούν στο κινητό και εκείνων που δε μιλούν είναι στατιστικά σημαντική όταν η διαδρομή είναι πιο εύκολη, ενώ δεν αγγίζει τη στατιστική σημαντικότητα για μια πιο δύσκολη διαδρομή (Alm H. et al., 1993).
- ◆ Η ταχύτητα κατά το συνδυασμό κινητού και οδήγησης παρουσιάζεται μεγαλύτερη σε σύγκριση με την ταχύτητα οδήγησης υπό την επήρεια αλκοόλ, αλλά μικρότερη από εκείνη που αναπτύσσει ο οδηγός όταν δεν αποσπάται από τους παραπάνω παράγοντες (Strayer et al., 2004).
- ◆ Το φύλο και η ηλικία παρουσιάζουν αυξημένη επιρροή στην ταχύτητα (Παπαντωνίου, Πετρέλλης, 2008). Συγκεκριμένα:

- ➔ Οι γυναίκες οδηγούν με χαμηλότερη ταχύτητα από τους άντρες είτε μιλούν, είτε δε μιλούν στο κινητό τηλέφωνο.
- ➔ Οδηγοί ηλικίας 18 έως 25 ετών οδηγούν πιο γρήγορα συγκριτικά με τους οδηγούς ηλικίας 55 ετών και άνω είτε μιλούν, είτε δεν μιλούν στο κινητό τηλέφωνο.
- ◆ Οι οδηγοί που οδηγούν αναπόσπαστοι και εκείνοι που έχουν στο όχημά τους συνοδηγό, μειώνουν σε μεγάλο βαθμό την ταχύτητά τους καθώς πλησιάζουν κάποιο επικίνδυνο σημείο, σε σύγκριση με την περίπτωση των οδηγών που μιλούν στο κινητό οι οποίοι τη μειώνουν ελάχιστα έως καθόλου (Charlton, 2009).
- ◆ Διαπιστώθηκε ότι η μέση ταχύτητα οδήγησης εξαρτάται από τη χρήση κινητού τηλεφώνου, το οδικό περιβάλλον, τον μέσο αριθμό στrophών του κινητήρα, τη χρήση των ταχυτήτων κιβωτίου, την ετήσια διανυόμενη απόσταση, την ελάχιστη απόσταση από εμπόδιο και το αν συνέβη ατύχημα (Ρούμπας, 2009). Συγκεκριμένα παρατηρήθηκε:
 - ➔ μείωση της ταχύτητας των οδηγών που μιλούσαν στο κινητό τηλέφωνο κατά 7% στο υπεραστικό περιβάλλον και κατά 28% στο αστικό περιβάλλον οδήγησης,
 - ➔ επιρροή του μέσου αριθμού στrophών κινητήρα στο μοντέλο της συνολικής διαδρομής και στο μοντέλο που αφορά σε αστικό τμήμα,
 - ➔ επιρροή της ελάχιστης απόστασης από εμπόδιο στο υπεραστικό περιβάλλον.

Η επίδραση στο χρόνο αντίδρασης:

- ◆ Η συνομιλία στο κινητό τηλέφωνο φάνηκε να προκαλεί σημαντική αύξηση του χρόνου αντίδρασης του οδηγού (David B. Bellinger et al., 2008).
- ◆ Ο χρόνος αντίδρασης σημειώθηκε αυξημένος λόγω της τηλεφωνικής συνομιλίας σε όλα τα οδικά περιβάλλοντα (υπεραστικά και αστικά δίκτυα) και μάλιστα ανεξάρτητα από το αν το κινητό χρησιμοποιήθηκε με το χέρι ή με ενσύρματα ακουστικά (Tornros et al., 2006).

- ♦ Ο χρόνος αντίδρασης παρουσίασε τη μεγαλύτερη αύξηση σε υπεραστικό δίκτυο με όριο ταχύτητας 90km/h και σε αστικό δίκτυο χαμηλής συνθετότητας (Tornros et al., 2006).
- ♦ Η χρήση του κινητού με σύστημα ενσύρματων ακουστικών και μικροφώνου δεν έδειξε να έχει σημαντική επιρροή στο χρόνο αντίδρασης στα διάφορα ερεθίσματα σε αντίθεση με την καμπυλότητα της οδού (Alm H. et al., 1993).
- ♦ Οι οδηγοί που χρησιμοποιούσαν το κινητό τηλέφωνο κατά την οδήγηση είχαν μεγαλύτερο χρόνο αντίδρασης από όταν οδηγούσαν χωρίς περισπασμό σε αντίθεση με τους οδηγούς υπό την επήρεια αλκοόλ οι οποίοι αντιδρούσαν το ίδιο γρήγορα με την κατάσταση στην οποία οδηγούσαν νηφάλιοι (Strayer et al., 2004).

Η επίδραση στην απόσταση του οχήματος από τον άξονα της οδού:

Η χρήση κινητού δεν φάνηκε να επηρεάζει σημαντικά την **πλευρική θέση** του οχήματος στη λωρίδα κυκλοφορίας (Rakauskas et al., 2004; Alm H., 1993).
Επιπλέον:

- ♦ το επίπεδο δυσκολίας της συνομιλίας δεν επηρέασε τη μεταβολή στην απόκλιση του οχήματος από την ευθύγραμμη πορεία του (Rakauskas et al., 2004),
- ♦ η διαφοροποίηση στην πλευρική θέση μεταξύ εκείνων που μιλούν στο κινητό και εκείνων που δε μιλούν είναι πολύ μικρή για την εύκολη (ευθεία) διαδρομή ενώ αυτή η διαφορά είναι μεγαλύτερη για τη δύσκολη διαδρομή (Alm H., 1993).

Η επίδραση στην εμπλοκή σε ατύχημα και γενικότερα στην επικίνδυνη συμπεριφορά:

- ♦ Η ηλικιακή ομάδα των 25-29 ετών παρουσίασε την υψηλότερη συχνότητα ατυχημάτων που οφείλονταν στη χρήση του κινητού (Lawrence T. Lam, 2001).
- ♦ Για τους οδηγούς ηλικίας 25-29 ετών, ο κίνδυνος να εμπλακούν σε ατύχημα την ώρα που χρησιμοποιούν το κινητό εκτιμήθηκε 2,4 φορές

μεγαλύτερος από αυτόν της οδήγησης χωρίς περισπασμούς (Lawrence T. Lam, 2001).

- ◆ Η ικανότητα οδήγησης φαίνεται να μειώνεται, ακόμα και στην περίπτωση που χρησιμοποιείται σύστημα ακουστικών και μικροφώνου (Strayer et al., 2004).
- ◆ Η οδήγηση με χρήση κινητού οδηγεί σε μείωση της απόστασης που αφήνει ο οδηγός από το προπορευόμενο όχημα (Παπαντωνίου, Πετρέλλης, 2008).
- ◆ Οι οδηγοί που μιλούσαν στο κινητό παρουσίασαν τους μεγαλύτερους δείκτες ατυχημάτων (Samuel G.Charlton, 2009).
- ◆ Η χρήση κινητού τηλεφώνου σε ένα επικίνδυνο συμβάν αυξάνει την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα σχεδόν 9 φορές. (Ρούμπας Λ., 2010)

Μουσική

Η επίδραση στην ταχύτητα:

- ◆ Η μέση ταχύτητα βρέθηκε σημαντικά μειωμένη στις περιπτώσεις όπου η μουσική ήταν ευχάριστη, ελάχιστα μειωμένη όταν η μουσική χαρακτηριζόταν ως μελαγχολική ενώ δεν φάνηκε να επηρεάζεται καθόλου στις περιπτώσεις όπου η μουσική θεωρήθηκε ως αδιάφορη (Christelle Pekcher et al., 2009).

Η επίδραση στο χρόνο αντίδρασης:

- ◆ Ο χρόνος αντίδρασης δεν φάνηκε να επηρεάζεται από την παρουσία της μουσικής. Ωστόσο, η μεταβολή της έντασης της μουσικής από μέτρια σε υψηλή επέφερε μια μικρή αύξηση του συνολικού χρόνου αντίδρασης του οδηγού (David B. Bellinger et al., 2008).

Η επίδραση στην απόσταση του οχήματος από τον άξονα της οδού:

- ◆ Η απόσταση του οχήματος από τον άξονα της οδού ήταν μεγαλύτερη στην περίπτωση όπου οι οδηγοί άκουγαν μουσική που τους προκαλούσε

ευχάριστα συναισθήματα και αντιθέτως ήταν μικρότερη στα τμήματα με μελαγχολική και αδιάφορη μουσική. (Christelle Pkcher et al., 2009).

Η επίδραση στην εμπλοκή σε ατύχημα και γενικότερα στην επικίνδυνη συμπεριφορά:

- ♦ Ο πλευρικός έλεγχος του οχήματος παρατηρήθηκε δυσκολότερος στην ευχάριστη μουσική και ευκολότερος στην μελαγχολική και αδιάφορη μουσική (Christelle Pkcher et al., 2009).

Όπως διαπιστώθηκε μέσα από την αναζήτηση βιβλιογραφικών πηγών, μέχρι σήμερα στην Ελλάδα δεν έχει πραγματοποιηθεί κάποια έρευνα σε προσομοιωτή οδήγησης που να αφορά στην επιρροή της χρήσης κινητού τηλεφώνου και της μουσικής σε οδό με ορεινό περιβάλλον, στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια του οδηγού. Οι συναφείς έρευνες είναι εκείνες των Κοντοδήμα - Καρεκλά (ΕΜΠ 2008), Παπαντωνίου - Πετρέλη (ΕΜΠ 2008) και Ρούμπα (ΕΜΠ, 2008), στις οποίες διερευνήθηκε η επιρροή του κινητού στα χαρακτηριστικά κυκλοφορίας, στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια του οδηγού. Οι δύο πρώτες πραγματοποιήθηκαν με πείραμα σε πραγματικές συνθήκες και η τελευταία με πείραμα σε προσομοιωτή οδήγησης.

Όπως προέκυψε από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση αλλά και από θεωρητικής άποψης (κεφάλαιο 3), κατάλληλες μέθοδοι για την μελέτη της επιρροής της χρήσης κινητού τηλεφώνου στη συμπεριφορά και την ασφάλεια του οδηγού είναι οι μέθοδοι της παλινδρόμησης (απλή, λογαριθμοκανονική και λογιστική).

3. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

3.1) Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό, που αφορά στο θεωρητικό υπόβαθρο, παρουσιάζεται η θεωρία στην οποία βασίζεται η στατιστική ανάλυση της διπλωματικής εργασίας. Η μέθοδος που αρχικά επιλέχθηκε για την ανάλυση των στοιχείων ήταν η γραμμική παλινδρόμηση (linear regression). Ο κύριος λόγος στον οποίο στηρίχθηκε η επιλογή της μεθόδου αυτής συνίσταται στο ότι, οι εξαρτημένες μεταβλητές του προβλήματος (ταχύτητα διαδρομής, απόσταση από τον άξονα της οδού και 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 το αν θα συμβεί τελικά κάποιο ατύχημα επιλέχτηκε η μέθοδος της λογιστικής ανάλυσης παλινδρόμησης (binary logistic regression). Αυτό έγινε διότι η εξαρτημένη μεταβλητή είναι διακριτή και λαμβάνει μόνο δύο τιμές. Στη συνέχεια του κεφαλαίου αυτού, και αφού γίνει αναφορά στις βασικές στατιστικές έννοιες, αναλύονται τα επιμέρους θεωρητικά στοιχεία που αφορούν στη γραμμική και στη λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση, στη λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης, καθώς και στα κριτήρια αποδοχής ενός προτύπου. Τέλος, αναπτύσσονται κάποιες βασικές λειτουργίες του ειδικού στατιστικού λογισμικού που χρησιμοποιήθηκε.

3.2) Βασικές έννοιες της στατιστικής

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

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

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

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

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

Σε μία διακριτή μεταβλητή η μικρότερη μη μηδενική διαφορά που μπορούν να έχουν δύο τιμές της είναι σταθερή ποσότητα. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι ο

αριθμός των μελών μιας 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 s_{XY} και των διασπορών s_X , s_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

Όπως είναι γνωστό από τη θεωρία της στατιστικής για να μελετηθούν τα διάφορα στατιστικά μεγέθη πρέπει να είναι γνωστή η 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 μοντέλα

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 τη μεταβολή της μεταβλητής Y όταν η μεταβλητή X μεταβληθεί κατά μια μονάδα.

Η τυχαία μεταβλητή ε_i αφορά στο **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 γίνεται η υπόθεση ότι η δεσμευμένη κατανομή της Y είναι κανονική.

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

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

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

3.5.2) 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:

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

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 τις ανεξάρτητες μεταβλητές. Βρίσκει εφαρμογή στη μελλοντική πρόβλεψη μιας μεταβλητής σε σχέση με μια άλλη ή στον προσδιορισμό μιας συναρτησιακής σχέσης $\log(\mu_i) = f(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iq})$ μεταξύ των παρατηρηθέντων τιμών $\mu_i (i=1, 2, \dots, q)$ της εξαρτημένης μεταβλητής και των τιμών των ανεξάρτητων μεταβλητών (Bauer, Harwood, 1998).

Η μαθηματική σχέση που περιγράφει τη μέθοδο αυτή είναι η εξής:

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

όπου:

y_i : είναι η εξαρτημένη μεταβλητή και

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

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

Εναλλακτικά μπορεί να διατυπωθεί με την παρακάτω 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:

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

όπου:

B_0 : είναι η σταθερά του μοντέλου

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

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

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

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

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

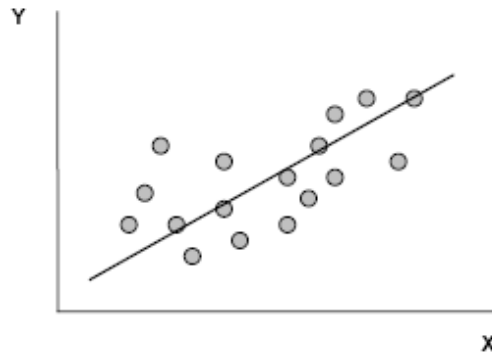
Έτσι παρατηρείται ότι όταν η ανεξάρτητη μεταβλητή X_i αυξηθεί κατά μια μονάδα, με όλες τις υπόλοιπες μεταβλητές να παραμένουν σταθερές, η πιθανότητα $P_i/(1-P_i)$ αυξάνεται κατά ένα συντελεστή $\exp^{B_i}$.

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 των ελαχίστων τετραγώνων** (method of least squares).

Ο προσδιορισμός των β_i , δίνει μια προσεγγιστική ευθεία, που συνδέει τις τιμές της μεταβλητής Y δοθέντων των τιμών της X .

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

Διάγραμμα 3.1: Ευθεία ελαχίστων τετραγώνων

3.6) Διαδικασία 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 ($\rho(X_i, X_j) = 0 \quad \forall \quad i \neq j$), γιατί σε αντίθετη περίπτωση δεν είναι δυνατή η εξακρίβωση της επιρροής της κάθε μεταβλητής στο αποτέλεσμα. Αν δηλαδή, σε ένα μοντέλο εισάγονται δύο μεταβλητές που σχετίζονται μεταξύ τους εμφανίζονται προβλήματα μεροληψίας και επάρκειας.

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

Όσον αφορά στους **συντελεστές της εξίσωσης**, θα πρέπει να υπάρχει δυνατότητα λογικής ερμηνείας των προσήμων τους. Το θετικό πρόσημο του συντελεστή δηλώνει αύξηση της εξαρτημένης μεταβλητής με την αύξηση της ανεξάρτητης. Αντίθετα, αρνητικό πρόσημο συνεπάγεται μείωση της

εξαρτημένης μεταβλητής με την αύξηση της ανεξάρτητης. Για παράδειγμα, στην περίπτωση που η ταχύτητα διαδρομής αποτελεί την ανεξάρτητη και οι χρονικοί διαχωρισμοί την εξαρτημένη μεταβλητή του μοντέλου θα πρέπει ο συντελεστής β_i της ταχύτητας να έχει αρνητικό πρόσημο. Η τιμή του συντελεστή θα πρέπει και αυτή να ερμηνεύεται λογικά δεδομένου ότι, αύξηση της ανεξάρτητης μεταβλητής (x_i) κατά μία μονάδα επιφέρει αύξηση της εξαρτημένης κατά β_i μονάδες. Στην περίπτωση που η αύξηση αυτή εκφράζεται σε ποσοστά τότε χρησιμοποιείται η έννοια της ελαστικότητας (elasticity).

Η ελαστικότητα αντικατοπτρίζει την ευαισθησία μιας εξαρτημένης μεταβλητής Y στην μεταβολή μιας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών. Είναι πολλές φορές ορθότερο να εκφραστεί η ευαισθησία ως ποσοστιαία μεταβολή της εξαρτημένης μεταβλητής που προκαλεί η 1% μεταβολή της ανεξάρτητης. Η ελαστικότητα, για γραμμικά πρότυπα, δίνεται από τη 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 $t=-3,2$ για κάποια ανεξάρτητη μεταβλητή X_i τότε παρατηρείται ότι η απόλυτη τιμή του t είναι μεγαλύτερη από την τιμή του t^* (1,7) και άρα είναι αποδεκτή η μεταβλητή ως στατιστικά σημαντική για το 95% των περιπτώσεων.

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

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

Όπου:

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

και

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

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 πληρεί τρεις προϋποθέσεις:

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

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

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

Ο συντελεστής ρ^2 καθορίζει την ποιότητα του μοντέλου. Ο συντελεστής αυτός, είναι ανάλογος του συντελεστή R^2 της απλής γραμμικής και λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης, και χρησιμοποιείται ως κριτήριο καλής προσαρμογής των δεδομένων στο μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης. Υπολογίζεται ως εξής $\rho^2 = 1 - (L(b)/L(0))$ όπου $L(b) = L(\text{μοντέλο με τις } p \text{ μεταβλητές})$ ενώ $L(0) = L(\text{μοντέλο χωρίς τις } p \text{ μεταβλητές})$. Συγκεκριμένα, εκφράζει το ποσοστό της μεταβλητότητας της μεταβλητής Y που εξηγείται από τη μεταβλητή X . Λαμβάνει τιμές από 0 έως 1. Όσο πιο κοντά βρίσκεται η τιμή του ρ^2 στην μονάδα, τόσο πιο ισχυρή είναι η γραμμική σχέση εξάρτησης των μεταβλητών Y και X . Επισημαίνεται ότι ο συντελεστής ρ^2 έχει και εδώ συγκριτική αξία. Αυτό σημαίνει ότι δεν υπάρχει συγκεκριμένη τιμή του ρ^2 που κρίνεται ως αποδεκτή ή 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.

3.7) Λειτουργία του ειδικού στατιστικού λογισμικού

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

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

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

- ◆ **Descriptive Statistics:** Διαδικασίες για την παραγωγή περιγραφικών αποτελεσμάτων. Εδώ βρίσκεται η επιλογή **Options**. Πρόκειται για χρήσιμες στατιστικές περιγραφικές συναρτήσεις (μέσος 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 επιλέχθηκε για την ανάλυση των δεδομένων. Η μεταβλητή που ενδιαφέρει (εξαρτημένη μεταβλητή) εισάγεται στο πλαίσιο Dependent. Οι επεξηγηματικές μεταβλητές με τις οποίες θα εξηγηθεί η μεταβλητότητα της εξαρτημένης μεταβλητής, εισάγονται στο πλαίσιο Independent(s). Στο πλαίσιο Method μπορεί να επιλεγεί μια μέθοδος για τη βέλτιστη επιλογή επεξηγηματικών μεταβλητών. Αυτή συνήθως αφήνεται Enter που σημαίνει ότι στο μοντέλο εισέρχονται όσες μεταβλητές βρίσκονται στο πλαίσιο Independent(s) με τη σειρά που αναγράφονται εκεί.

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

- ◆ **Ο συντελεστής συσχέτισης R^2** να είναι κατά το δυνατό μεγαλύτερος στα μοντέλα γραμμικής και λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης ενώ, στα μοντέλα λογιστικής παλινδρόμησης επιδιώκεται μεγάλη πιθανοφάνεια δηλαδή η τιμή του λογαρίθμου των συναρτήσεων πιθανοφάνειας $L = -\log(\text{likelihood})$ να είναι όσο το δυνατόν μικρότερη.
- ◆ Οι τιμές και τα πρόσημα των **συντελεστών παλινδρόμησης β_i** να μπορούν να εξηγηθούν λογικά.
- ◆ **Ο σταθερός όρος** της εξίσωσης, που εκφράζει το σύνολο των παραμέτρων που δε λήφθηκαν υπόψη, να είναι κατά το δυνατό μικρότερος.
- ◆ **Η τιμή του στατιστικού ελέγχου t** να είναι μεγαλύτερη από την τιμή 1,7 για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% και 1,3 για επίπεδο εμπιστοσύνης 90%.

4. ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

4.1) Εισαγωγή

Μετά τη βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών συναφών με το αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, αναπτύχθηκε το θεωρητικό υπόβαθρο που οδήγησε στην επιλογή μιας κατάλληλης μεθόδου ανάλυσης. Ως μέθοδοι στατιστικής ανάλυσης επιλέχθηκαν η γραμμική, η λογαριθμοκανονική και η λογιστική παλινδρόμηση. Επόμενο βήμα ήταν η εφαρμογή μιας κατάλληλης διαδικασίας εκτέλεσης του πειράματος, από όπου θα προέκυπταν τα απαραίτητα στοιχεία. Η στατιστική επεξεργασία των στοιχείων αυτών θα οδηγήσει στην επίτευξη του στόχου της Διπλωματικής Εργασίας, δηλαδή τη διερεύνηση της επιρροής της χρήσης κινητού τηλεφώνου και της μουσικής στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια του οδηγού με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης.

Το κεφάλαιο αυτό, που αφορά στη συλλογή και επεξεργασία στοιχείων, περιλαμβάνει δύο υποκεφάλαια. Στο πρώτο υποκεφάλαιο περιγράφεται το πείραμα που πραγματοποιήθηκε και τα βασικά χαρακτηριστικά των στοιχείων που συλλέχθηκαν. Παράλληλα παρουσιάζονται επιγραμματικά κάποια βασικά στοιχεία που αφορούν στον τρόπο χρήσης και τις βασικές λειτουργίες του προσομοιωτή που έπρεπε να ρυθμιστούν ώστε να συλλεχθούν τα απαραίτητα δεδομένα. Στο δεύτερο υποκεφάλαιο το οποίο αφορά στην επεξεργασία των στοιχείων, παρουσιάζεται η κωδικοποίηση των στοιχείων και ο τρόπος εισαγωγής τους στον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Επιπρόσθετα αναπτύσσεται η διαδικασία που ακολουθήθηκε κατά τη χρήση των προγραμμάτων του ηλεκτρονικού υπολογιστή. Συγκεκριμένα δίνονται χαρακτηριστικά παραδείγματα του τρόπου επεξεργασίας των στοιχείων και των τρόπων αντιμετώπισης των διαφόρων προβλημάτων που προέκυψαν.

4.2) Το πείραμα

Σύμφωνα με τα όσα προαναφέρθηκαν στο προηγούμενο σκέλος, στόχο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί η διερεύνηση της επιρροής της χρήσης κινητού τηλεφώνου και της μουσικής στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια του οδηγού σε οδό με ορεινό περιβάλλον. Προκειμένου να προσδιοριστεί η επιρροή αυτή, πραγματοποιήθηκε πείραμα σε προσομοιωτή οδήγησης στο οποίο συμμετείχαν 48 άτομα. Κατά τη διεξαγωγή του πειράματος και για τη συλλογή των απαραίτητων στοιχείων, εργάστηκαν ταυτόχρονα δύο ερευνητές σε διαφορετικούς ρόλους ο καθένας, όπως περιγράφεται αναλυτικά παρακάτω (4.2.1). Από τα αποτελέσματα της πειραματικής αυτής διαδικασίας και από τα στοιχεία που συλλέχθηκαν μέσω ερωτηματολογίων που συμπληρώθηκαν από τους συμμετέχοντες, προέκυψαν σημαντικά συμπεράσματα για το βαθμό επιρροής των προαναφερθέντων παραγόντων στην οδηγική τους συμπεριφορά.

4.2.1) Διαδικασία

Για τις ανάγκες του πειράματος, τοποθετήθηκαν δύο ηχεία κάτω από την κεντρική οθόνη του προσομοιωτή, ένα αριστερά και ένα δεξιά της οθόνης, σε ίσες αποστάσεις από τη θέση του οδηγού ώστε να υπάρχει όσο το δυνατό μεγαλύτερη ομοιομορφία στο μουσικό ερέθισμα που δέχεται ο οδηγός. Τα ηχεία ήταν συνδεδεμένα με συσκευή αναπαραγωγής μουσικής, η οποία αναπαρήγαγε ένα ροκ μουσικό απόσπασμα (Rage against the machine – Sleep now in the fire), γρήγορου ρυθμού (127 BPM) και υψηλής έντασης, το ίδιο για όλους τους συμμετέχοντες, σε συγκεκριμένο τμήμα της οδού που προσδιορίστηκε από τους υπεύθυνους του πειράματος.

Για τη διεξαγωγή του πειράματος εργάστηκαν δύο ερευνητές καθένας από τους οποίους ανέλαβε ένα διαφορετικό ρόλο. Ο ένας ερευνητής ενεργοποιούσε σε καθορισμένα σημεία της διαδρομής τα απρόοπτα συμβάντα ενώ παράλληλα κατέγραφε συμπληρωματικές παρατηρήσεις πάνω στο εκάστοτε πείραμα. Κατά τη διάρκεια του πειράματος ο χρήστης ήταν απαλλαγμένος από οποιοδήποτε

άλλο εξωτερικό ερέθισμα. Ο δεύτερος ερευνητής πραγματοποιούσε τις κλήσεις και συγχρόνως συμπλήρωνε ειδικό έντυπο σχετικό με τη δυσκολία που αντιμετώπισαν οι οδηγοί σε κάθε τηλεφωνική συνομιλία, ορισμένη ως χρονική καθυστέρηση στην απάντηση της ερώτησης, και με την ορθή ή λανθασμένη ανταπόκρισή τους στις ερωτήσεις που κλήθηκαν να απαντήσουν. Η κλήση με δύσκολη συνομιλία αφορούσε στη λύση ενός προβλήματος που απαιτούσε μαθηματική σκέψη ενώ στην κλήση με εύκολη συνομιλία ο συντονιστής του πειράματος ζητούσε οδηγίες για τη μετάβαση από ένα γνωστό σημείο της Αθήνας σε ένα άλλο.

Για την ορθότερη συλλογή των παραπάνω δεδομένων δημιουργήθηκε μια νέα θέση εργασίας σε διπλανή αίθουσα. Αυτό κρίθηκε απαραίτητο καθώς οι οδηγοί με αυτόν τον τρόπο δεν θα επηρεάζονταν από την παρουσία του παρατηρητή και θα διατηρούσαν την οδηγική συμπεριφορά που συνήθως έχουν. Επιπροσθέτως, ήταν απαραίτητο για τη σωστή διεξαγωγή του πειράματος ο παρατηρητής που ήταν υπεύθυνος για τις τηλεφωνικές κλήσεις να γνωρίζει με ακρίβεια τη χιλιομετρική θέση όπου θα τις πραγματοποιήσει. Με τη βοήθεια μιας ενσύρματης κάμερας USB, ενός μετατροπέα USB σε UTP και με τη χρήση 15 μέτρων καλωδίου UTP ο παρατηρητής παρακολουθούσε σε πραγματικό χρόνο την εξέλιξη του πειράματος μέσω του ηλεκτρονικού υπολογιστή που εγκαταστάθηκε στο βοηθητικό χώρο.

4.2.2) Συμμετέχοντες

Οι οδηγοί που επιλέχθηκαν για να συμμετάσχουν στο πείραμα ήταν στο σύνολό τους νέοι ηλικιακά καθώς είναι γνωστό από στατιστικά στοιχεία ότι ο κίνδυνος ατυχήματος σχετίζεται με την ηλικία του οδηγού. Οι πιο νέοι σε ηλικία οδηγοί εκτός του ότι έχουν μικρότερη εμπειρία στην οδήγηση, έχουν την τάση για υπερεκτίμηση της προσωπικής οδηγικής τους ικανότητας και παρατηρείται μια αυξημένη πιθανότητα να εμπλακούν σε ατύχημα. Επιπλέον, το δείγμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν προτιμότερο να παρουσιάζει ομοιογένεια στα χαρακτηριστικά του. Για τους παραπάνω λόγους, στο πείραμα συμμετείχαν 48 εθελοντές (29 άντρες και 19 γυναίκες), από 19 έως 27 χρόνων εκ των οποίων

το μεγαλύτερο ποσοστό ήταν φοιτητές του Πολυτεχνείου. Όλοι οι συμμετέχοντες ήταν κάτοχοι διπλώματος οδήγησης και κινητού τηλεφώνου.

4.2.3) Προσομοιωτής

Για την εκτέλεση του πειράματος χρησιμοποιήθηκε ο προσομοιωτής οδήγησης **Driving Simulator FPF** του Εργαστηρίου Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου (Εικόνα 4.1). Ο συγκεκριμένος προσομοιωτής έχει κατασκευασθεί από την γερμανική εταιρεία FOERST ώστε να εξυπηρετεί ερευνητικούς σκοπούς. Αποτελείται από μια μονοθέσια καμπίνα οδήγησης, τρεις οθόνες LCD 40" με οπτικό πεδίο από 60 έως 180 μοίρες, και μία βάση υποστήριξης. Η καμπίνα οδήγησης έχει διαστάσεις σε πλήρη ανάπτυξη 230 X 180 cm., ζυγίζει 170 κιλά, ενώ το πλάτος βάσης είναι 78 cm. Διαθέτει ρυθμιζόμενο κάθισμα οδήγησης, τιμόνι διαμέτρου 27 cm, ποδόπληκτρα χειρισμού (γκάζι, φρένο, συμπλέκτης), πίνακα οργάνων οχήματος (ταχογράφος, στροφόμετρο) καθώς και δύο εξωτερικούς και έναν κεντρικό καθρέπτη που εμφανίζονται στις πλάγιες και στην κεντρική οθόνη αντίστοιχα και απεικονίζουν σε πραγματικό χρόνο αντικείμενα και συμβάντα που συμβαίνουν πίσω από το όχημα. Τα χειριστήρια που έχει στη διάθεσή του ο οδηγός είναι μοχλός 5 ταχυτήτων και όπισθεν, φλας, υαλοκαθαριστήρες, φώτα, κόρνα, χειρόφρενο και μίζα (Εικόνες 4.2, 4.3).

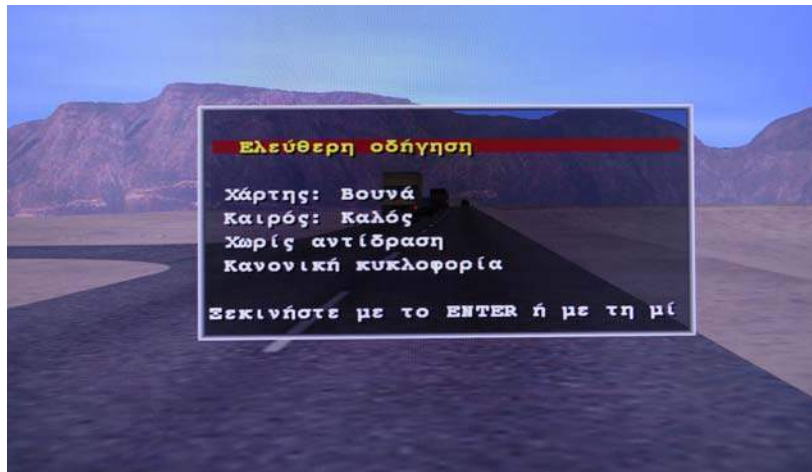


Εικόνα 4.1: Προσομοιωτής οδήγησης (Driving Simulator PFF)

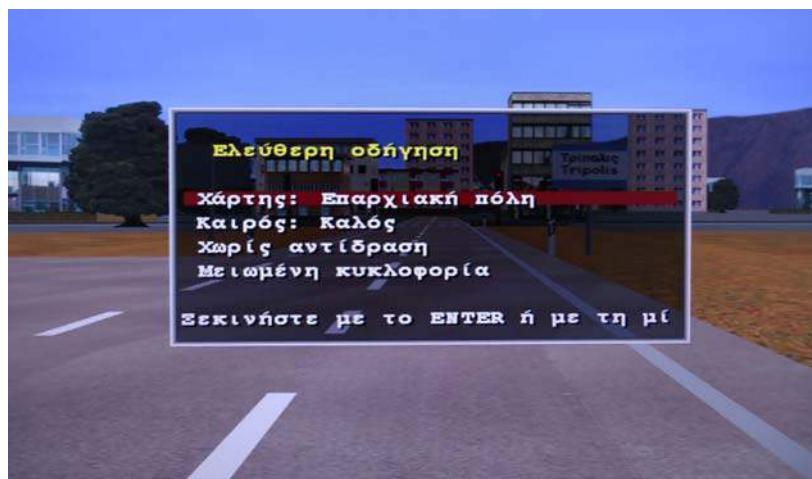


Εικόνες 4.2, 4.3: Φωτογραφίες της θέσης οδήγησης του προσομοιωτή

Στον προσομοιωτή παρέχεται η δυνατότητα προσομοίωσης πολλών καταστάσεων μεταξύ εναλλακτικών τύπων οδών (αστική-υπεραστική οδός, αυτοκινητόδρομος) σε διαφορετικές κυκλοφοριακές συνθήκες (κανονική - μειωμένη - χωρίς - μόνο συνοδευτική ή επερχόμενη κυκλοφορία), και υπό διαφορετικό περιβάλλον (ευμενείς καιρικές συνθήκες, ομίχλη, βροχή, χιόνι), (Εικόνες 4.4, 4.5). Αυτές οι ρυθμίσεις επιτυγχάνονται μέσω ενός **ειδικού πληκτρολογίου ελέγχου** (Εικόνα 4.6). Το πλήκτρο Mode χρησιμοποιείται για την περιήγηση σε διαφορετικούς καταλόγους επιλογών του κύριου προγράμματος και για την αλλαγή στις επιλογές στο εσωτερικό ενός συγκεκριμένου καταλόγου, ενώ το πλήκτρο Line δίνει τη δυνατότητα περιήγησης εντός των επιλογών κάθε καταλόγου.



Εικόνα 4.4: Βασικός κατάλογος επιλογών – ελεύθερη οδήγηση

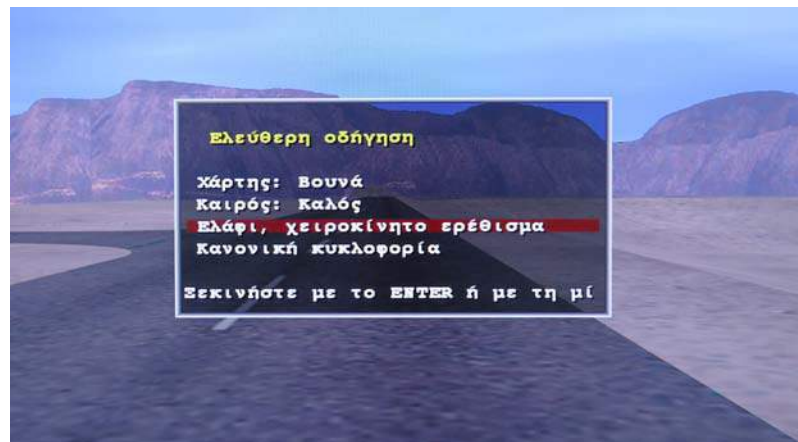


Εικόνα 4.5: Βασικός κατάλογος επιλογών – επιλογή οδικού περιβάλλοντος



Εικόνα 4.6: Ειδική συσκευή ελέγχου

Τέλος, το λογισμικό του προσομοιωτή, μέσω της ειδικής συσκευής ελέγχου που προαναφέρθηκε, παρέχει στον χειριστή τη δυνατότητα ενεργοποίησης απρόοπτων καταστάσεων (Εικόνα 4.7). Αυτό γίνεται είτε με προκαθορισμένη επιλογή από τον ερευνητή είτε τυχαία από το πρόγραμμα εμφάνισης εμποδίου και απρόοπτου συμβάντος (διέλευση ζώου, αιφνίδια διακοπή πορείας προπορευόμενου οχήματος, κτλ).



Εικόνα 4.7: Βασικός κατάλογος επιλογών – Ρύθμιση εμφάνισης εμποδίου

4.2.4) Επιλογή σεναρίου οδήγησης

Ο προσομοιωτής ως εργαλείο για τη διερεύνηση της επιρροής της χρήσης του κινητού τηλεφώνου και της μουσικής στην συμπεριφορά και στην ασφάλεια του οδηγού διαθέτει ένα πλήθος σεναρίων οδήγησης και επιλογών που μπορούσαν να βοηθήσουν στο πείραμα. Από όλα τα πιθανά σενάρια επιλέχθηκε η οδός σε ορεινό περιβάλλον. Στο συγκεκριμένο περιβάλλον υπάρχουν ανοιχτές και κλειστές στροφές, έντονες κατά μήκος κλίσεις της οδού, μία γέφυρα και μία σήραγγα. Η οδός είχε δύο λωρίδες κυκλοφορίας ενώ δεν υπήρχε στηθαίο ασφαλείας ούτε διαχωριστική νησίδα (Εικόνες 4.8, 4.9, 4.10). Μέσω των ρυθμίσεων του προσομοιωτή επιλέχθηκε κανονική κυκλοφορία και καλές καιρικές συνθήκες και επιπλέον κρίθηκε σκόπιμο κατά τη διάρκεια της οδήγησης να συμβαίνουν σε συγκεκριμένα σημεία (συγκεκριμένη χιλιομετρική θέση) της διαδρομής επικίνδυνα συμβάντα (ξαφνική εμφάνιση ζώου).



Εικόνα 4.8: Οδικό περιβάλλον πειράματος – σήραγγα.



Εικόνα 4.9: Οδικό περιβάλλον πειράματος – γέφυρα.



Εικόνα 4.10: Οδικό περιβάλλον πειράματος - παρουσία κλειστής στροφής.

4.2.5) Εκτέλεση πειράματος

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε από τέλη Μαρτίου μέχρι τέλη Απριλίου 2010 στο Εργαστήριο Κυκλοφοριακής Τεχνικής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου όπου στεγάζεται ο προσομοιωτής οδήγησης.

♦ Πρώτο στάδιο πειράματος

Αρχικά, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να συμπληρώσουν **ερωτηματολόγιο** που αφορούσε στα χαρακτηριστικά τους και στην οδηγική τους συμπεριφορά σε γενικό πλαίσιο αλλά και σε σχέση με τη χρήση κινητού και τη μουσική κατά την

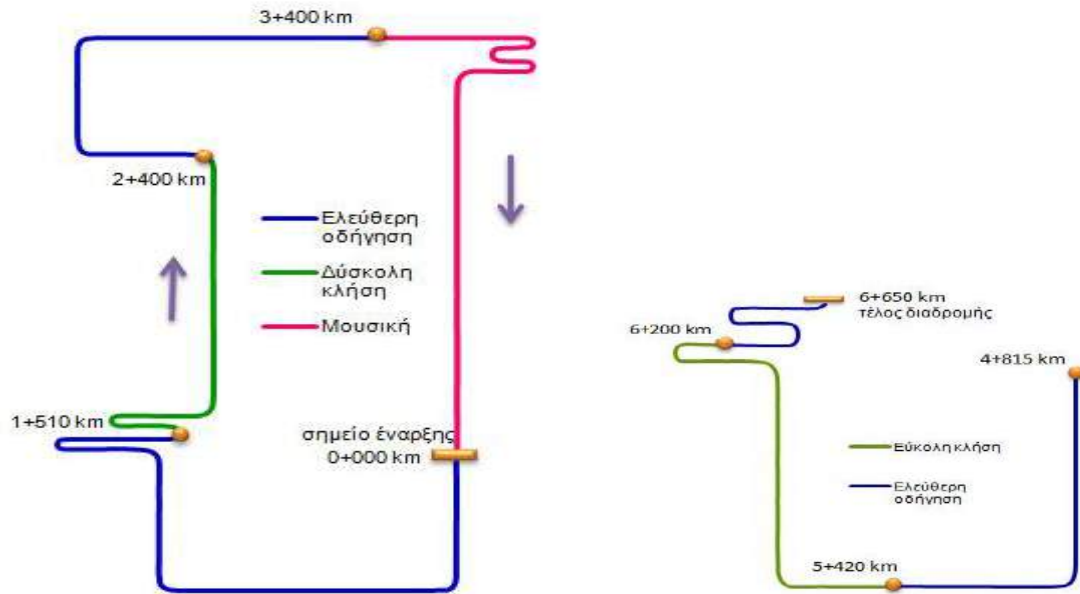
οδήγηση. Το ερωτηματολόγιο παρατίθεται στο παράρτημα. Ακολούθησε ολιγόλεπτη ενημέρωση των οδηγών σχετικά με το είδος της διαδρομής (μεγάλη κατά μήκος κλίση της οδού, ανοιχτές και κλειστές στροφές, πιθανότητα απρόσμενων συμβάντων) και έγινε σύντομη παρουσίαση του προσομοιωτή. Για τη διαδικασία του πειράματος ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να διατηρήσουν την οδηγική συμπεριφορά που έχουν συνήθως και να μην επηρεαστούν από άλλους παράγοντες.

♦ Δεύτερο στάδιο πειράματος

Οι οδηγοί πραγματοποίησαν **δύο διαδρομές** από τις οποίες ελήφθησαν τα δεδομένα για την επεξεργασία. Η **πρώτη δοκιμαστική**, διήρκεσε περίπου πέντε λεπτά και σκοπός της ήταν η **εξοικείωση** του χρήστη με τον προσομοιωτή. Στη διαδρομή αυτή οι οδηγοί δεν πραγματοποίησαν καμία ενέργεια με το κινητό τους τηλέφωνο, δεν άκουγαν μουσική και δεν ήρθαν αντιμέτωποι με απρόοπτα συμβάντα. Μετά το τέλος αυτής της φάσης ακολούθησε διάλειμμα μικρής διάρκειας όπου ο οδηγός ξεκουραζόταν και έθετε στο συντονιστή του πειράματος τυχόν απορίες του.

Στη **δεύτερη** διαδρομή οι οδηγοί διένυσαν 6.650 m στο επιλεγμένο σενάριο οδήγησης και σε χρόνο κατά μέσο όρο δέκα λεπτών. Ο οδηγός ήταν υποχρεωμένος να απαντήσει σε **δύο τηλεφωνικές κλήσεις διαφορετικής δυσκολίας** οι οποίες γίνονταν σε καθορισμένα τμήματα της διαδρομής με διάρκεια συνήθως ογδόντα έως ενενήντα δευτερόλεπτα και στόχος τους ήταν να θέσουν τον οδηγό σε διαδικασία σκέψης καθώς απαιτούσαν πνευματική εγρήγορση. Η κλήση με δύσκολη συνομιλία αφορούσε στην λύση ενός προβλήματος που απαιτούσε μαθηματική σκέψη και ορίστηκε και αναφέρεται στα ακόλουθα κεφάλαια ως «δύσκολη κλήση». Στην κλήση με εύκολη συνομιλία η οποία ορίστηκε και αναφέρεται στα ακόλουθα κεφάλαια ως «εύκολη κλήση», ο συντονιστής του πειράματος ζητούσε οδηγίες για τη μετάβαση από ένα γνωστό σημείο της Αθήνας σε ένα άλλο. Σημειώνεται ότι όλοι οι συμμετέχοντες έπρεπε να απαντήσουν στις κλήσεις χρησιμοποιώντας τη συσκευή του κινητού τηλεφώνου με το χέρι. Ο οδηγός έπρεπε επίσης να ακούσει ένα συγκεκριμένο ροκ **μουσικό απόσπασμα** (Rage against the machine – Sleep now in the fire),

γρήγορου ρυθμού (127 BPM) και υψηλής έντασης που έθετε σε λειτουργία ο ερευνητής που βρισκόταν μέσα στην αίθουσα.



Εικόνες 4.11, 4.12: Σκαρίφημα διαδρομής.

Και στις δύο διαδρομές, σε λογικά καθορισμένες θέσεις, ο ένας από τους δύο συντονιστές ενεργοποιούσε με τη βοήθεια του ειδικού χειριστηρίου τα **απρόοπτα συμβάντα** με το πάτημα του πλήκτρου Mode. Συγκεκριμένα, ο χρήστης κλήθηκε να αντιμετωπίσει έξι απρόσμενα συμβάντα που αφορούσαν στην ξαφνική εμφάνιση ενός ζώου (ελάφι) κάποια μέτρα μπροστά από το όχημα στη λωρίδα κυκλοφορίας. Η απόσταση στην οποία εμφανιζόταν κάθε φορά το ζώο, εξαρτιόταν από την ταχύτητα που είχε αναπτύξει ο οδηγός στο σημείο εκείνο της διαδρομής (Εικόνες 4.11, 4.12).

Καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος ο συντονιστής που βρισκόταν στην αίθουσα του προσομοιωτή οδήγησης κατέγραφε σε ειδικό έντυπο διάφορες χρήσιμες πληροφορίες για το εκάστοτε πείραμα. Ειδικότερα, σημειωνόταν ο αύξων αριθμός του συμμετέχοντα, η ημερομηνία και ώρα πραγματοποίησης του πειράματος, η χιλιομετρική θέση που αντιστοιχούσε στην έναρξη και τη λήξη κάθε κλήσης και ακόμα ο αριθμός και το είδος των πιθανών ατυχημάτων σε συνδυασμό με το τμήμα της διαδρομής όπου αυτά συνέβησαν. Τέλος,

κατέγραφε παρατηρήσεις σχετικές με την οδηγική συμπεριφορά των συμμετεχόντων ή τυχόν λάθη και ελλείψεις που αφορούσαν στο πείραμα ή στη λειτουργία του προσομοιωτή. Επιπλέον, ο συντονιστής που βρισκόταν στον βοηθητικό χώρο και πραγματοποιούσε τις τηλεφωνικές κλήσεις κατέγραφε σε ειδικό έντυπο παρατηρήσεις σχετικά με τις συνομιλίες όπως εάν ο κάθε συμμετέχων απαντούσε σωστά στις ερωτήσεις των κλήσεων και εάν δυσκολευόταν να συμμετάσχει στην κάθε συνομιλία (έντονη καθυστέρηση στην απάντηση της ερώτησης) και κατέγραφε και αυτός τυχόν προβλήματα ή λάθη που προέκυψαν σχετικά με την πραγματοποίηση των τηλεφωνικών κλήσεων. Μετά το τέλος της οδήγησης οι συντονιστές ρωτούσαν τους συμμετέχοντες και κατέγραφαν την γνώμη τους ως προς το μουσικό απόσπασμα που χρησιμοποιήθηκε και την αίσθηση που αυτό τους προκαλούσε στην οδήγηση, εάν θα το χαρακτήριζαν δηλαδή ως ευχάριστο, ενοχλητικό ή αδιάφορο.



Εικόνες 4.11, 4.12: Απρόοπτο συμβάν – ξαφνική εμφάνιση ζώου.

4.3) Επεξεργασία στοιχείων

Στην παράγραφο αυτή περιγράφεται η διαδικασία επεξεργασίας των στοιχείων που συλλέχθηκαν μέσω των ερωτηματολογίων και του προσομοιωτή. Παράλληλα, θα δοθούν στατιστικά αποτελέσματα ορισμένων μεγεθών που παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον και θα γίνει μια σύντομη αναφορά στα προγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν για την επεξεργασία.

4.3.1) Επεξεργασία ερωτηματολογίου και ειδικού εντύπου καταγραφής

Το ερωτηματολόγιο που συμπλήρωσαν οι συμμετέχοντες περιείχε ερωτήσεις που αφορούσαν στα δημογραφικά χαρακτηριστικά των οδηγών αλλά και στις οδηγικές τους συνήθειες. Οι μεταβλητές που προέκυψαν διακρίνονταν σε συνεχείς και διακριτές. Για να είναι άμεσα συγκρίσιμες και περισσότερο κατανοητές, όλες οι μεταβλητές μετατράπηκαν σε διακριτές δίτιμες, δηλαδή κάθε μεταβλητή είχε δύο μόνο πιθανές τιμές: 0 και 1. Για παράδειγμα, για τη συνεχή μεταβλητή “εβδομαδιαία διανυόμενη απόσταση” υπολογίστηκε ο μέσος όρος των συμμετεχόντων και δημιουργήθηκε μια νέα μεταβλητή, οπότε αν ο οδηγός διένυε εβδομαδιαία περισσότερα χιλιόμετρα από το μέσο όρο η αντίστοιχη μεταβλητή έπαιρνε την τιμή 1 αλλιώς έπαιρνε την τιμή 0. Με παρόμοιο τρόπο κωδικοποιήθηκαν και οι υπόλοιπες μεταβλητές. Στις ερωτήσεις όπου είχαν ως πιθανές απαντήσεις ναι ή όχι, τοποθετήθηκε 1 στις καταφατικές και 0 στις αρνητικές απαντήσεις.

Ακολούθησε η μεταφορά των μεταβλητών σε φύλλο εργασίας Excel υπό μορφή πίνακα. Ο πίνακας που προέκυψε αποτελούνταν από 48 γραμμές (μία για κάθε άτομο) και 41 στήλες (μία για κάθε μεταβλητή) στις οποίες προστέθηκε μία ακόμη στήλη με τον αύξοντα αριθμό του συμμετέχοντα. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι μεταβλητές που προέκυψαν από το ερωτηματολόγιο (Πίνακας 4.1) καθώς και απόσπασμα από τον πίνακα που καταχωρήθηκαν οι μεταβλητές αυτές (Εικόνα 4.13).

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, κατά τη διάρκεια του πειράματος συμπληρώθηκε ειδικό έντυπο από τον συντονιστή που πραγματοποιούσε τις τηλεφωνικές κλήσεις. Από το έντυπο αυτό προέκυψαν τέσσερις μεταβλητές που σχετίζονταν με το πόσο καλά ανταποκρίθηκαν οι οδηγοί στις ερωτήσεις που κλήθηκαν να απαντήσουν. Επίσης, μετά το πέρας του πειράματος προέκυψαν τρεις ακόμα μεταβλητές που αφορούσαν στην άποψη των οδηγών για το μουσικό απόσπασμα που χρησιμοποιήθηκε. Οι μεταβλητές αυτές παρουσιάζονται στον πίνακα 4.2.

Πίνακας 4.1: Πίνακας μεταβλητών που προέκυψαν από τα ερωτηματολόγια.

ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΤΙΜΕΣ
sex	φύλο	0=άνδρας, 1=γυναίκα
dr_exp	οδηγική εμπειρία σε έτη	1-4 έτη=0, 5-9 έτη=1
dist_week	εβδομαδιαία διανυόμενη απόσταση	κάτω από το μέσο όρο=0, πάνω από το μέσο όρο=1
like	σας αρέσει η οδήγηση;	όχι=0, ναι=1
	πόσο συχνά οδηγείτε σε ορεινή περιοχή	
never	ποτέ	όχι=0, ναι=1
rarely	σπάνια	όχι=0, ναι=1
often	συχνά	όχι=0, ναι=1
db_change	κατά ποιο τρόπο αλλάζετε την οδική σας συμπεριφορά σε ορεινό περιβάλλον;	δεν αλλάζω συμπεριφορά=0, μειώνω ταχύτητα=1
ACC_mob	έχετε εμπλακεί σε ατύχημα ενώ μιλούσατε στο κινητό τηλέφωνο;	όχι=0, ναι=1
ACC_mus	έχετε εμπλακεί σε ατύχημα ενώ ακούγατε μουσική;	όχι=0, ναι=1
	χρησιμοποιείτε κινητό στο αυτοκίνητο και με ποιον τρόπο;	
use1	με το χέρι	όχι=0, ναι=1
use2	με hands free	όχι=0, ναι=1
use3	με bluetooth	όχι=0, ναι=1
use4	με ανοιχτή ακρόαση	όχι=0, ναι=1
use5	δε χρησιμοποιώ	όχι=0, ναι=1
	όταν οδηγείτε πόσο συχνά μιλάτε στο κινητό;	
freq1	πολλές φορές τη μέρα	όχι=0, ναι=1
freq2	περισσότερο από μία φορά τη μέρα	όχι=0, ναι=1
freq3	μία φορά τη μέρα	όχι=0, ναι=1
freq4	μία φορά το μήνα	όχι=0, ναι=1
freq5	ποτέ	όχι=0, ναι=1
	πόσο επικίνδυνο θεωρείτε ότι είναι να μιλάτε στο κινητό τηλέφωνο όταν οδηγείτε;	
dang1	όχι ιδιαίτερα	όχι=0, ναι=1
dang2	λίγο	όχι=0, ναι=1
dang3	μέτρια	όχι=0, ναι=1
dang4	αρκετά	όχι=0, ναι=1
dang5	πολύ	όχι=0, ναι=1
	κατά ποιο τρόπο αλλάζετε την οδική σας συμπεριφορά όταν μιλάτε στο κινητό;	
beh1	δεν αλλάζω	όχι=0, ναι=1
beh2	σταματώ το όχημα	όχι=0, ναι=1
beh3	μειώνω ταχύτητα	όχι=0, ναι=1
beh4	δε μιλάω στο κινητό	όχι=0, ναι=1
dr_mus	πόσο συχνά ακούτε μουσική όταν οδηγείτε;	συχνά=0, πάντα=1
	σε τι ένταση ακούτε μουσική όταν οδηγείτε;	
low	χαμηλή	όχι=0, ναι=1
medium	μέτρια	όχι=0, ναι=1
high	υψηλή	όχι=0, ναι=1
like rock	σας αρέσει ή συνηθίζετε να ακούτε έντονη, ροκ μουσική όταν οδηγείτε;	όχι=0, ναι=1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
		sex	dr_exp	km	like	never	rarely	often	db_change	ACC_mob	ACC_mus	use1	use2	use3	use4
3	p01	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0
4	p02	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0
5	p03	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0
6	p04	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0
7	p05	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0
8	p06	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0
9	p07	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0
10	p08	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
11	p09	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0
12	p10	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0
13	p11	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0
14	p12	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
15	p50	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0
16	p51	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0
17	p13	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0
18	p14	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0
19	p52	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1
20	p53	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
21	p15	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0
22	p54	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
23	p16	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0

Εικόνα 4.13: Απόσπασμα τελικού πίνακα μεταβλητών ερωτηματολογίου.

Πίνακας 4.2: Πίνακας μεταβλητών που προέκυψαν από το ειδικό έντυπο και από τη γνώμη του οδηγού για το μουσικό απόσπασμα.

ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΤΙΜΕΣ
corr1	απαντήθηκε σωστά η ερώτηση της δύσκολης κλήσης	όχι=0, ναι=1
corr2	απαντήθηκε σωστά η ερώτηση της εύκολης κλήσης	όχι=0, ναι=1
trouble_call1	ο οδηγός δυσκολεύτηκε να απαντήσει στην ερώτηση της δύσκολης κλήσης	όχι=0, ναι=1
trouble_call2	ο οδηγός δυσκολεύτηκε να απαντήσει στην ερώτηση της εύκολης κλήσης	όχι=0, ναι=1
	πώς θα χαρακτηρίζατε το μουσικό απόσπασμα που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα;	
nice	ευχάριστο	όχι=0, ναι=1
annoying	ενοχλητικό	όχι=0, ναι=1
uninteresting	αδιάφορο	όχι=0, ναι=1

4.3.2) Επεξεργασία μετρήσεων προσομοιωτή

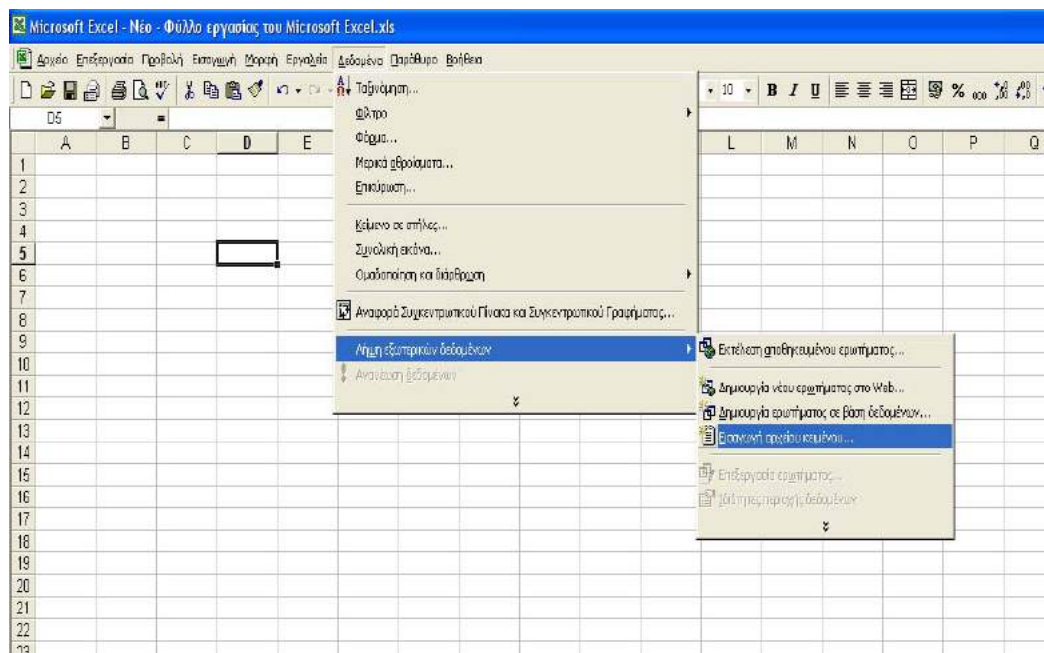
Τα αρχεία με τις μετρήσεις του προσομοιωτή που εξάγονται είναι σε μορφή κειμένου (*.txt). Συνεπώς, η πρώτη εργασία για την επεξεργασία των μετρήσεων ήταν η **μετατροπή τους σε αρχεία του προγράμματος Excel**. Κάθε σειρά αυτών των αρχείων αντιστοιχεί στις μετρήσεις που πραγματοποίησε ο προσομοιωτής σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα που απείχαν μεταξύ

τους 33 έως 50 χιλιοστά του δευτερολέπτου. Ακόμη, ήταν απαραίτητος ο **διαχωρισμός των μετρήσεων σε επιμέρους οδικά τμήματα** ανάλογα με τους παράγοντες απόσπασης προσοχής και με τα στοιχεία της οριζοντιογραφίας και της μηκοτομής. Σε τελική φάση, για να επιτευχθεί μεγαλύτερη ακρίβεια στα αποτελέσματα, **αφαιρέθηκαν ορισμένες σειρές δεδομένων** που αντιστοιχούσαν στην εμφάνιση απρόοπτων συμβάντων ενώ επιλέχθηκαν από τους ερευνητές οι κυριότερες κατά την κρίση τους μεταβλητές και **υπολογίσθηκαν οι μέσοι όροι** τους για κάθε οδικό τμήμα.

♦ Πρώτο στάδιο επεξεργασίας: Εισαγωγή στοιχείων στο Excel

Τα αρχεία που συλλέχθηκαν από τον προσομοιωτή για κάθε οδηγό εισάγονται στο λογισμικό Excel μέσω της εντολής Data→Import External Data→Import Data (εικόνα 4.14). Για κάθε συμμετέχοντα δημιουργήθηκε ένα αρχείο με δύο φύλλα εργασίας (Logfile.xls). Στο πρώτο φύλλο περιλαμβάνονται τα στοιχεία της διαδρομής (Logfile*.txt), ενώ το δεύτερο περιέχει τα λάθη και τις παρατηρήσεις που αφορούν τον συγκεκριμένο οδηγό (Err_log*.txt), όπως το αν έγινε ατύχημα και το είδος του ατυχήματος, ο χρόνος αντίδρασης σε απρόβλεπτα συμβάντα κ.τ.λ.

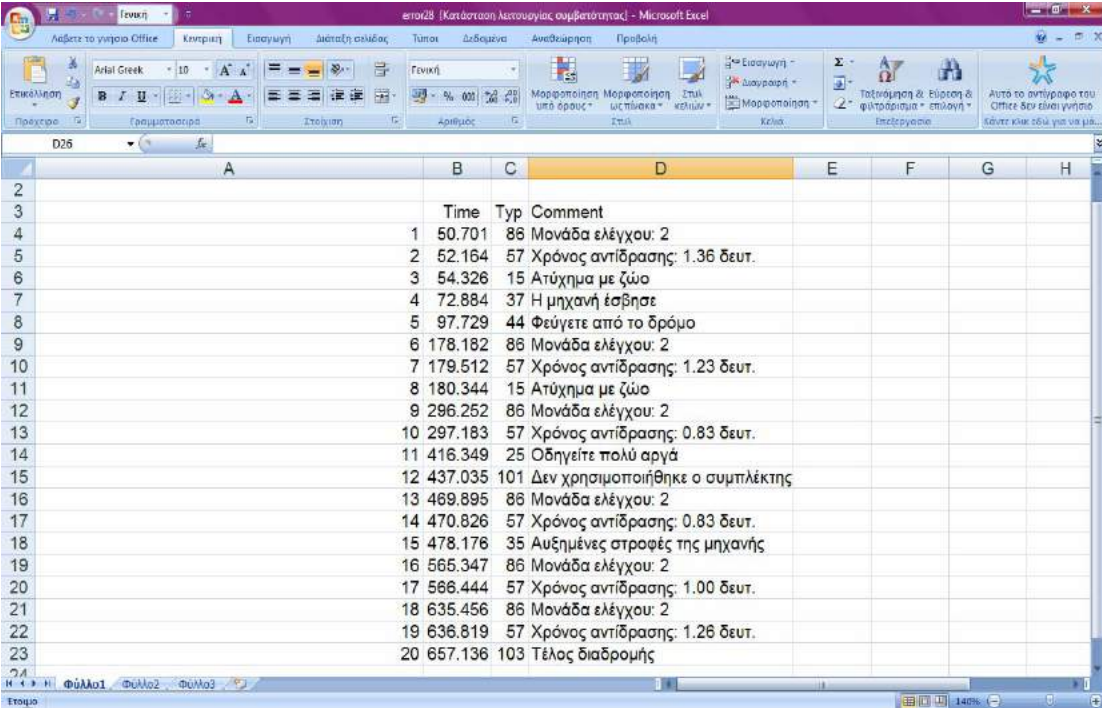
Εκτός των μεταβλητών οι οποίες καταγράφηκαν από τον προσομοιωτή, δημιουργήθηκαν και κάποιες άλλες ως συνάρτηση των υπαρχόντων, συγκεκριμένα οι: Wheel_Right (στροφή τιμονιού προς τα δεξιά), Wheel_Left (στροφή τιμονιού προς τ'αριστερά) και RT (χρόνος αντίδρασης σε απρόβλεπτα συμβάντα). Η στήλη RT προέκυψε από τους χρόνους αντίδρασης που είχαν καταγραφεί στο αρχείο με τα λάθη και τις παρατηρήσεις που αφορούν στον οδηγό.



Εικόνα 4.14: Διαδικασία εισαγωγής μετρήσεων στο Excel.

Microsoft Excel - logfile01.xls																													
Αρχικό Ενδοσκόπιο Παράθυρο Εμφάνιση Μεταγλωττισμένο Λογισμικό Παράθυρο Βοήθεια																													
Α1Logfile																													
1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z			
2	Logfile																												
3	Time	x-pos	y-pos	z-pos	road	right	rdist	rsur	ralpha	Dist	Speed	Bk	Acc	Clutch	Gear	RPM	HWay	OLeft	ORight	Wheel	ThHead	TTL	TTC	AccLat	AccLon	Event			
4	25	-452.00	0.00	65.00	8.00	1	20.00	2.00	0.0000	0.00	0.0	0	100	100	0	0	9999	1	20	1	20	3	9999	9	9999	9	-0.000	-0.000	0
5	81	-452.00	0.00	65.00	8.00	1	20.00	2.00	0.0000	0.00	0.0	0	100	100	0	0	9999	1	20	1	20	3	9999	9	9999	9	-0.000	-0.000	0
6	95	-452.00	0.00	65.00	8.00	1	20.00	2.00	0.0000	0.00	0.0	0	100	100	0	0	9999	1	20	1	20	3	9999	9	9999	9	-0.000	-0.000	0
7	125	-452.00	0.00	65.00	8.00	1	20.00	2.00	0.0000	0.00	0.0	0	100	100	0	0	9999	1	20	1	20	3	9999	9	9999	9	-0.000	-0.000	0
8	151	-452.00	0.00	65.00	8.00	1	20.00	2.00	0.0000	0.00	0.0	0	100	100	0	0	9999	1	20	1	20	3	9999	9	9999	9	-0.000	-0.000	0
9	195	-452.00	0.00	65.00	8.00	1	20.00	2.00	0.0000	0.00	0.0	0	0	0	0	0	9999	1	20	1	20	3	9999	9	9999	9	-0.000	-0.000	0
10	225	-452.00	0.00	65.00	8.00	1	20.00	2.00	0.0000	0.00	0.0	0	0	100	0	787	9999	1	20	1	20	3	9999	9	9999	9	-0.000	-0.000	0
11	251	-452.00	0.00	65.00	8.00	1	20.00	2.00	0.0000	0.00	0.0	0	0	0	0	870	9999	1	20	1	20	3	9999	9	9999	9	-0.000	-0.000	0
12	294	-452.00	0.00	65.00	8.00	1	20.00	2.00	0.0000	0.00	0.0	0	0	100	0	944	9999	1	20	1	20	3	9999	9	9999	9	-0.000	-0.000	0
13	325	-452.00	0.00	65.00	8.00	1	20.00	2.00	0.0000	0.00	0.0	0	0	0	0	1011	9999	1	20	1	20	3	9999	9	9999	9	-0.000	-0.000	0
14	351	-452.00	0.00	65.00	8.00	1	20.00	2.00	0.0000	0.00	0.0	0	0	100	0	1072	9999	1	20	1	20	3	9999	9	9999	9	-0.000	-0.000	0
15	394	-452.00	0.00	65.00	8.00	1	20.00	2.00	0.0000	0.00	0.0	0	0	100	0	1128	9999	1	20	1	20	3	9999	9	9999	9	-0.000	-0.000	0
16	427	-452.00	0.00	65.00	8.00	1	20.00	2.00	0.0000	0.00	0.0	0	0	100	0	1181	9999	1	20	1	20	3	9999	9	9999	9	-0.000	-0.000	0
17	451	-452.00	0.00	65.00	8.00	1	20.00	2.00	0.0000	0.00	0.0	0	0	100	0	1231	9999	1	20	1	20	3	9999	9	9999	9	-0.000	-0.000	0
18	494	-452.00	0.00	65.00	8.00	1	20.00	2.00	0.0000	0.00	0.0	0	0	100	0	1277	9999	1	20	1	20	3	9999	9	9999	9	-0.000	-0.000	0
19	527	-452.00	0.00	65.00	8.00	1	20.00	2.00	0.0000	0.00	0.0	0	0	100	0	1320	9999	1	20	1	20	3	9999	9	9999	9	-0.000	-0.000	0
20	560	-452.00	0.00	65.00	8.00	1	20.00	2.00	0.0000	0.00	0.0	0	0	100	0	1362	9999	1	20	1	20	3	9999	9	9999	9	-0.000	-0.000	0
21	594	-452.00	0.00	65.00	8.00	1	20.00	2.00	0.0000	0.00	0.0	0	0	100	0	1403	9999	1	20	1	20	3	9999	9	9999	9	-0.000	-0.000	0
22	627	-452.00	0.00	65.00	8.00	1	20.00	2.00	0.0000	0.00	0.0	0	0	100	0	1440	9999	1	20	1	20	3	9999	9	9999	9	-0.000	-0.000	0
23	650	-452.00	0.00	65.00	8.00	1	20.00	2.00	0.0000	0.00	0.0	0	0	100	0	1475	9999	1	20	1	20	3	9999	9	9999	9	-0.000	-0.000	0
24	693	-452.00	0.00	65.00	8.00	1	20.00	2.00	0.0000	0.00	0.0	0	0	100	0	1509	9999	1	20	1	20	3	9999	9	9999	9	-0.000	-0.000	0
25	727	-452.00	0.00	65.00	8.00	1	20.00	2.00	0.0000	0.00	0.0	0	0	100	0	1543	9999	1	20	1	20	3	9999	9	9999	9	-0.000	-0.000	0
26	760	-452.00	0.00	65.00	8.00	1	20.00	2.00	0.0000	0.00	0.0	0	0	100	0	1574	9999	1	20	1	20	3	9999	9	9999	9	-0.000	-0.000	0
27	793	-452.00	0.00	65.00	8.00	1	20.00	2.00	0.0000	0.00	0.0	0	0	100	0	1604	9999	1	20	1	20	3	9999	9	9999	9	-0.000	-0.000	0
28	825	-452.00	0.00	65.00	8.00	1	20.00	2.00	0.0000	0.00	0.0	0	0	100	0	1575	9999	1	20	1	20	3	9999	9	9999	9	-0.000	-0.000	0
29	860	-452.00	0.00	65.00	8.00	1	20.00	2.00	0.0000	0.00	0.0	0	0	100	0	1545	9999	1	20	1	20	3	9999	9	9999	9	-0.000	-0.000	0
30	893	-452.00	0.00	65.00	8.00	1	20.00	2.00	0.0000	0.00	0.0	0	0	100	0	1515	9999	1	20	1	20	3	9999	9	9999	9	-0.000	-0.000	0
31	925	-452.00	0.00	65.00	8.00	1	20.00	2.00	0.0000	0.00	0.0	0	0	100	0	1488	9999	1	20	1	20	3	9999	9	9999	9	-0.000	-0.000	0
32	959	-452.00	0.00	65.00	8.00	1	20.00	2.00	0.0000	0.00	0.0	0	0	100	0	1461	9999	1	20	1	20	3	9999	9	9999	9	-0.000	-0.000	0
33	993	-452.00	0.00	65.00	8.00	1	20.00	2.00	0.0000	0.00	0.0	0	0	100	0	1433	9999	1	20	1	20	3	9999	9	9999	9	-0.000	-0.000	0

Εικόνα 4.15: Εισαγωγή μετρήσεων στο Excel - αρχείο πειράματος.



	A	B	C	D	E	F	G	H
2								
3			Time	Typ	Comment			
4		1	50.701	86	Μονάδα ελέγχου: 2			
5		2	52.164	57	Χρόνος αντίδρασης: 1.36 δευτ.			
6		3	54.326	15	Ατύχημα με ζώο			
7		4	72.884	37	Η μηχανή έσβησε			
8		5	97.729	44	Φεύγετε από το δρόμο			
9		6	178.182	86	Μονάδα ελέγχου: 2			
10		7	179.512	57	Χρόνος αντίδρασης: 1.23 δευτ.			
11		8	180.344	15	Ατύχημα με ζώο			
12		9	296.252	86	Μονάδα ελέγχου: 2			
13		10	297.183	57	Χρόνος αντίδρασης: 0.83 δευτ.			
14		11	416.349	25	Οδηγείτε πολύ αργά			
15		12	437.035	101	Δεν χρησιμοποιήθηκε ο συμπλέκτης			
16		13	469.895	86	Μονάδα ελέγχου: 2			
17		14	470.826	57	Χρόνος αντίδρασης: 0.83 δευτ.			
18		15	478.176	35	Αυξημένες στροφές της μηχανής			
19		16	565.347	86	Μονάδα ελέγχου: 2			
20		17	566.444	57	Χρόνος αντίδρασης: 1.00 δευτ.			
21		18	635.456	86	Μονάδα ελέγχου: 2			
22		19	636.819	57	Χρόνος αντίδρασης: 1.26 δευτ.			
23		20	657.136	103	Τέλος διαδρομής			
24								

Εικόνα 4.16: Αρχείο σφαλμάτων στο Excel.

◆ Δεύτερο στάδιο επεξεργασίας: Διαχωρισμός της διαδρομής σε τμήματα

Προκειμένου να γίνει η διερεύνηση της επιρροής της χρήσης κινητού τηλεφώνου και της μουσικής κατά την οδήγηση, θεωρήθηκε απαραίτητος ο διαχωρισμός των συνολικών δεδομένων που συνέλεξε ο προσομοιωτής σε επιμέρους τμήματα (Logfile v2.xls). Ο αρχικός διαχωρισμός έγινε σύμφωνα με τις χιλιομετρικές θέσεις που αναγράφονται στο ειδικό έντυπο καταγραφής, οι οποίες αντιστοιχούν στην αρχή και το τέλος κάθε τμήματος της οδού όπου αλλάζει ο παράγοντας απόσπασσης της προσοχής (ελεύθερη οδήγηση, χρήση κινητού τηλεφώνου, μουσική).

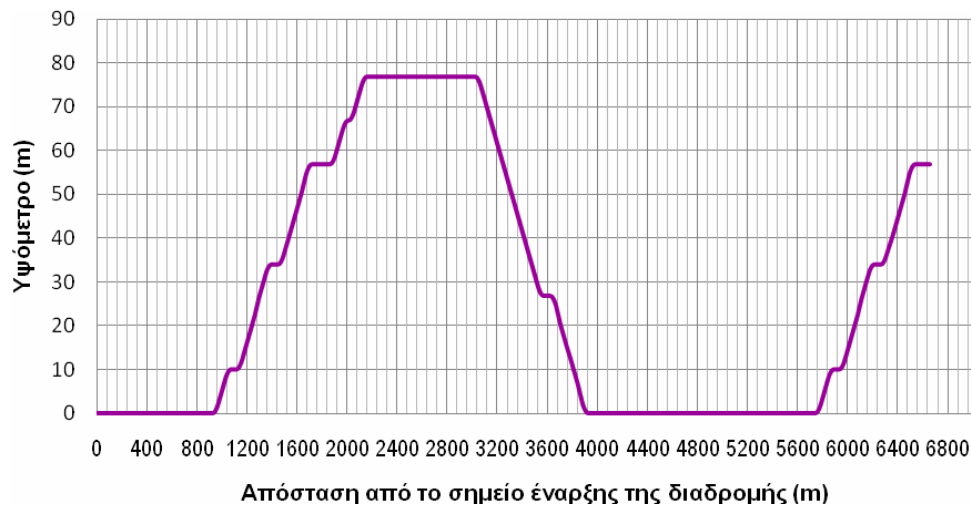
Αφού δημιουργήθηκαν τα αρχικά αυτά τμήματα, έγινε περαιτέρω διαχωρισμός τους που βασίστηκε στα σημεία όπου αλλάζουν τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οδού (οριζοντιογραφία ή μηκοτομή) (Πίνακας 4.3, Διάγραμμα 4.1). Για το λόγο αυτό, στον πίνακα των μεταβλητών προστέθηκαν οι εξής δύο νέες μεταβλητές: Orizod για την οριζοντιογραφία και Mikotomi για τη μηκοτομή. Από

τη μεταβλητή Orizod προέκυψαν οι Ε (ευθεία), ΑS (ανοικτή στροφή), ΚS (κλειστή στροφή) και από τη Mikotomi προέκυψαν οι Ι (ίσωμα), Α (ανωφέρεια) και Κ (κατωφέρεια). Όλες οι παραπάνω μεταβλητές είχαν ομοίως με τις προηγούμενες δύο πιθανές τιμές: 0 και 1. Τα τελικά τμήματα που προέκυψαν ήταν 36 για κάθε συμμετέχοντα.

Πίνακας 4.3: Διαχωρισμός τμημάτων με βάση την οριζοντιογραφία της οδού.

	ΧΙΛΙΟΜΕΤΡΙΚΗ ΘΕΣΗ		
	ΑΡΧΗ		ΤΕΛΟΣ
Ευθεία	0,000 km	—	0,215 km
Ανοικτή στροφή	0,215 km	—	0,306 km
Ευθεία	0,306 km	—	0,769 km
Ανοικτή στροφή	0,769 km	—	0,866 km
Ευθεία	0,866 km	—	1,044 km
Ανοικτή στροφή	1,044 km	—	1,131 km
Κλειστές στροφές	1,131 km	—	1,807 km
Ανοικτή στροφή	1,807 km	—	1,908 km
Ευθεία	1,908 km	—	2,313 km
Ανοικτή στροφή	2,313 km	—	2,429 km
Ευθεία	2,429 km	—	2,579 km
Ανοικτή στροφή	2,579 km	—	2,739 km
Ανοικτή στροφή	2,739 km	—	2,799 km
Ευθεία	2,799 km	—	3,599 km
Κλειστές στροφές	3,599 km	—	3,956 km
Ανοικτή στροφή	3,956 km	—	4,072 km
Ευθεία	4,072 km	—	5,032 km
Ανοικτή στροφή	5,032 km	—	5,122 km
Ευθεία	5,122 km	—	5,585 km
Ανοικτή στροφή	5,585 km	—	5,682 km
Ευθεία	5,682 km	—	5,761 km
Ανοικτή στροφή	5,761 km	—	5,954 km
Κλειστές στροφές	5,954 km	—	6,650 km

Διάγραμμα 4.1: Σκαρίφημα μηκοτομής οδού.



logfile v2 [Καταγραφή λειτουργίας συμβατάτητας] - Microsoft Excel

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1					Logfile											
2																
3		Distract	Orizont	Mikotomi	Time	x-pos	y-pos	z-pos	road	richt	rdist	rspur	ralpha	Dist	Speed	Brk
4904					160071.00	-1017.08	33.99	97.79	3.00	0.00	636.46	2.21	0.01	1456.34	46.60	0.00 3
4905					160104.00	-1016.65	34.00	97.79	3.00	0.00	636.89	2.21	0.01	1456.77	46.70	0.00 3
4906					160137.00	-1016.22	34.01	97.78	3.00	0.00	637.32	2.22	0.01	1457.20	46.60	0.00 3
4907					160171.00	-1015.78	34.02	97.78	3.00	0.00	637.76	2.22	0.01	1457.64	46.60	0.00 3
4908					160204.00	-1015.36	34.02	97.77	3.00	0.00	638.18	2.23	0.01	1458.06	46.60	0.00 3
4909					160237.00	-1014.93	34.03	97.77	3.00	0.00	638.61	2.23	0.01	1458.49	46.60	0.00 1
4910					160270.00	-1014.50	34.04	97.76	3.00	0.00	639.04	2.24	0.01	1458.92	46.50	0.00 1
4911					160304.00	-1014.07	34.05	97.76	3.00	0.00	639.47	2.24	0.01	1459.36	46.40	0.00 2
4912					160337.00	-1013.64	34.06	97.76	3.00	0.00	639.90	2.24	0.01	1459.78	46.40	0.00 3
4913					160370.00	-1013.22	34.07	97.75	3.00	0.00	640.32	2.25	0.01	1460.21	46.30	0.00 3
4914					160403.00	-1012.79	34.08	97.75	3.00	0.00	640.75	2.25	0.01	1460.63	46.30	0.00 3
4915					160437.00	-1012.35	34.09	97.75	3.00	0.00	641.19	2.25	0.01	1461.07	46.20	0.00 3
4916					160470.00	-1011.93	34.10	97.75	3.00	0.00	641.61	2.25	0.01	1461.49	46.20	0.00 3
4917					160503.00	-1011.51	34.12	97.74	3.00	0.00	642.03	2.26	0.01	1461.91	46.10	0.00 3
4918					160536.00	-1011.09	34.13	97.74	3.00	0.00	642.45	2.26	0.01	1462.34	46.10	0.00 3
4919					160570.00	-1010.65	34.14	97.74	3.00	0.00	642.89	2.26	0.01	1462.77	46.10	0.00 3
4920					160603.00	-1010.23	34.15	97.74	3.00	0.00	643.31	2.26	0.01	1463.19	46.00	0.00 3
4921	C1/KS/A	CALL1			160636.00	-1009.81	34.16	97.74	3.00	0.00	643.73	2.26	0.01	1463.61	46.00	0.00 3
4922					160670.00	-1009.37	34.18	97.74	3.00	0.00	644.17	2.26	0.01	1464.05	46.00	0.00 3

Εικόνα 4.17: Διαχωρισμός της διαδρομής σε τμήματα με βάση τον παράγοντα απόστασης.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1					Logfile										
2															
3		Distract	Orizont	Mikotomi	Time	x-pos	y-pos	z-pos	road	richt	rdist	rspur	ralpha	Dist	Speed
12952					449106,00	-418,28	26,76	947,17	3,00	0,00	2770,88	2,83	62805,00	3587,96	78,40
12953					449140,00	-417,54	26,76	947,17	3,00	0,00	2771,62	2,83	62804,00	3588,70	78,30
12954					449173,00	-416,82	26,76	947,18	3,00	0,00	2772,34	2,82	62803,00	3589,42	78,20
12955					449206,00	-416,10	26,76	947,18	3,00	0,00	2773,06	2,82	62802,00	3590,13	78,10
12956					449239,00	-415,39	26,76	947,18	3,00	0,00	2773,77	2,82	62801,00	3590,85	78,00
12957					449273,00	-414,65	26,76	947,18	3,00	0,00	2774,51	2,82	62800,00	3591,59	77,90
12958					449306,00	-413,94	26,76	947,19	3,00	0,00	2775,22	2,81	62799,00	3592,30	77,80
12959					449339,00	-413,23	26,76	947,19	3,00	0,00	2775,93	2,81	62798,00	3593,01	77,70
12960					449372,00	-412,52	26,76	947,19	3,00	0,00	2776,64	2,81	62797,00	3593,72	77,60
12961					449406,00	-411,78	26,76	947,20	3,00	0,00	2777,38	2,80	62796,00	3594,45	77,50
12962					449439,00	-411,07	26,76	947,20	3,00	0,00	2778,08	2,80	62795,00	3595,16	77,40
12963					449472,00	-410,37	26,76	947,20	3,00	0,00	2778,79	2,80	62794,00	3595,87	77,30
12964					449506,00	-409,64	26,76	947,21	3,00	0,00	2779,52	2,79	62793,00	3596,60	77,20
12965					449539,00	-408,93	26,76	947,21	3,00	0,00	2780,23	2,79	62792,00	3597,31	77,10
12966					449572,00	-408,22	26,76	947,21	3,00	0,00	2780,94	2,79	62791,00	3598,02	77,00
12967	M/KS/K		KS		449605,00	-407,52	26,76	947,22	3,00	0,00	2781,64	2,78	62790,00	3598,72	76,90
12968					449639,00	-406,79	26,76	947,22	3,00	0,00	2782,37	2,78	62789,00	3599,45	76,80
12969					449672,00	-406,09	26,76	947,22	3,00	0,00	2783,07	2,78	62788,00	3600,15	76,70
12970					449705,00	-405,39	26,76	947,23	3,00	0,00	2783,77	2,77	62786,00	3600,85	76,60
12971					449738,00	-404,69	26,76	947,23	3,00	0,00	2784,47	2,77	62785,00	3601,55	76,50
12972					449772,00	-403,96	26,76	947,24	3,00	0,00	2785,19	2,76	62783,00	3602,27	76,40

Εικόνα 4.18: Διαχωρισμός της διαδρομής σε τμήματα με βάση την οριζοντιογραφία.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1					Logfile										
2															
3		Distract	Orizont	Mikotomi	Time	x-pos	y-pos	z-pos	road	richt	rdist	rspur	ralpha	Dist	Speed
19502					681203,00	-997,71	0,00	-123,09	3,00	0,00	76,91	2,29	0,02	5733,96	38,80
19503					681236,00	-997,71	0,00	-122,73	3,00	0,00	77,27	2,29	0,02	5734,32	38,90
19504					681269,00	-997,70	0,00	-122,38	3,00	0,00	77,62	2,30	0,02	5734,67	38,90
19505					681303,00	-997,70	0,00	-122,01	3,00	0,00	77,99	2,30	0,02	5735,04	39,00
19506					681336,00	-997,69	0,00	-121,65	3,00	0,00	78,35	2,31	0,02	5735,40	39,10
19507					681369,00	-997,69	0,00	-121,29	3,00	0,00	78,71	2,31	0,02	5735,76	39,10
19508					681402,00	-997,68	0,00	-120,93	3,00	0,00	79,07	2,32	0,02	5736,12	39,20
19509					681436,00	-997,68	0,00	-120,56	3,00	0,00	79,44	2,32	0,02	5736,49	39,30
19510					681469,00	-997,68	0,00	-120,20	3,00	0,00	79,80	2,32	0,02	5736,85	39,30
19511					681502,00	-997,67	0,00	-119,84	3,00	0,00	80,16	2,33	0,02	5737,21	39,40
19512					681536,00	-997,67	0,00	-119,47	3,00	0,00	80,53	2,33	0,01	5737,58	39,40
19513					681569,00	-997,66	0,00	-119,11	3,00	0,00	80,89	2,34	0,01	5737,94	39,50
19514					681602,00	-997,66	0,00	-118,74	3,00	0,00	81,26	2,34	0,01	5738,31	39,50
19515					681635,00	-997,65	0,00	-118,38	3,00	0,00	81,62	2,35	0,01	5738,67	39,50
19516					681669,00	-997,65	0,00	-118,01	3,00	0,00	81,99	2,35	0,01	5739,04	39,60
19517					681702,00	-997,65	0,00	-117,64	3,00	0,00	82,36	2,35	0,01	5739,40	39,60
19518					681735,00	-997,64	0,00	-117,28	3,00	0,00	82,72	2,36	0,01	5739,77	39,70
19519	C2/E/A		A		681768,00	-997,64	0,00	-116,92	3,00	0,00	83,08	2,36	0,01	5740,13	39,70
19520					681802,00	-997,64	0,00	-116,54	3,00	0,00	83,46	2,36	0,01	5740,51	39,70
19521					681835,00	-997,63	0,00	-116,18	3,00	0,00	83,82	2,37	0,01	5740,87	39,80
19522					681868,00	-997,63	0,00	-115,81	3,00	0,00	84,19	2,37	0,01	5741,24	39,80

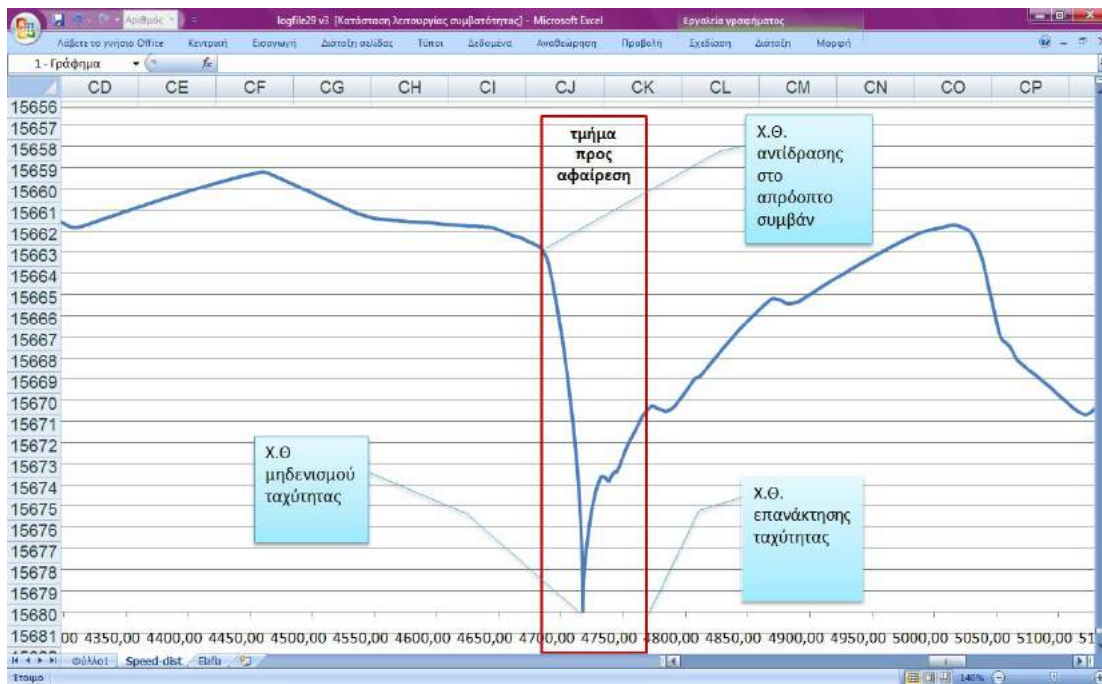
Εικόνα 4.19: Διαχωρισμός της διαδρομής σε τμήματα με βάση τη μηκοτομή.

♦ Τρίτο στάδιο επεξεργασίας: Αφαίρεση τμημάτων που αντιστοιχούσαν σε απρόβλεπτα συμβάντα

Κατά τη διάρκεια της πειραματικής διαδρομής, υπήρχαν χειροκίνητα απρόοπτα συμβάντα τα οποία ενεργοποιούνταν από τον ένα ερευνητή, όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο υποκεφάλαιο. Για να έχει μεγαλύτερη αξιοπιστία το σύνολο των δεδομένων που προέκυψαν από τον προσομοιωτή, θεωρήθηκε αναγκαία η αφαίρεση των σειρών του αρχείου κάθε συμμετέχοντα, οι οποίες αντιστοιχούσαν σε αυτά τα συμβάντα.

Η παραπάνω εργασία πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια της στήλης Err1No και του διαγράμματος ταχύτητας – διανυόμενης απόστασης. Συγκεκριμένα, δημιουργήθηκε νέο αρχείο Excel με τρία φύλλα εργασίας (Logfile v3.xls). Στο πρώτο φύλλο τοποθετήθηκαν οι μετρήσεις μετά την αφαίρεση των απαραίτητων τμημάτων, στο δεύτερο φύλλο ήταν το διάγραμμα speed - distance και στο τρίτο φύλλο μεταφέρονταν τα τμήματα που αφαιρέθηκαν γιατί επηρέαζαν την αξιοπιστία του δείγματος. Οπτικά, δηλαδή μέσω του διαγράμματος, αλλά και από τη στήλη Err1No που περιλαμβάνει κωδικούς που αντιστοιχούν σε διάφορες ενέργειες του οδηγού (π.χ. 15=ατύχημα με ζώο, 3=σύγκρουση με άλλο όχημα), επιλέχθηκαν τα τμήματα με αρχή το σημείο όπου ο οδηγός αντιδρούσε στην παρουσία του ζώου και τέλος το σημείο όπου ο οδηγός ανακτούσε την ταχύτητα που είχε πριν το συμβάν.

Στο τέλος του πρώτου φύλλου εργασίας υπολογίσθηκαν οι μέσοι όροι των σημαντικότερων μεταβλητών που αντιστοιχούσαν σε κάθε τμήμα.



Εικόνα 4.20: Διάγραμμα ταχύτητας- απόστασης από αρχή όπου φαίνεται το τμήμα που αφαιρείται λόγω απρόσμενου συμβάντος.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
18016			Distract	Orizont	Mikotomi	Time	x-pos	y-pos	z-pos	road	richt	rdist	rspur	Dist	Speed	Brk
18017	1	F1/E/I	0	0	0	14440.99	-452.19	0.00	-35.99	5.57	0.30	61.04	2.19	90.99	34.04	0.38
18018	2	F1/AS/I	0	1	0	30270.93	-461.34	0.00	-204.75	4.00	0.00	226.11	2.10	264.79	37.46	0.00
18019	3	F1/E/I	0	0	0	52403.79	-876.04	0.00	-222.78	4.00	0.00	455.31	2.22	492.31	56.83	0.14
18020	4	F1/AS/I	0	1	0	97459.92	-986.44	0.00	-204.39	4.03	0.40	191.93	2.07	815.19	37.92	0.00
18021	5	F1/E/I	0	0	0	105042.84	-997.70	0.01	-123.21	3.00	0.00	76.79	2.30	903.26	45.14	0.00
18022	6	F1/E/A	0	0	1	112160.17	-997.60	4.30	-33.45	3.00	0.00	166.55	2.40	993.03	45.01	0.00
18023	7	F1/AS/A	0	1	1	120524.70	-1007.38	9.88	56.64	3.00	0.00	260.36	2.00	1087.97	37.25	0.24
18024	8	F1/KS/A	0	2	1	144238.07	-1096.75	25.97	89.94	3.00	0.00	495.46	2.01	1320.81	35.74	0.00
18025	9	C1/KS/A	1	2	1	171626.48	-1020.60	44.96	126.22	3.00	0.00	763.71	2.18	1591.82	35.10	0.21
18026	10	C1/KS/I	1	2	0	209607.78	-996.68	56.73	147.74	3.00	0.00	935.40	2.28	1759.83	35.44	0.00
18027	11	C1/AS/I	1	1	0	218704.00	-916.65	56.78	155.95	3.00	0.00	1018.08	2.27	1843.72	32.37	0.00
18028	12	C1/AS/A	1	1	1	224324.69	-897.49	57.26	194.71	3.00	0.00	1066.06	2.51	1893.67	32.40	0.00
18029	13	C1/E/A	1	0	1	238925.21	-897.69	67.34	331.55	3.00	0.00	1202.90	2.31	2030.51	34.76	0.00
18030	14	C1/E/I	1	0	0	258098.78	-897.79	76.76	527.08	3.00	0.00	1398.43	2.21	2226.05	39.22	0.00
18031	15	F2/E/I	0	0	0	265099.73	-897.76	76.76	603.65	3.00	0.00	1475.00	2.24	2302.62	40.26	0.00
18032	16	F2/AS/I	0	1	0	271501.98	-905.60	76.76	672.38	3.00	0.00	1546.59	2.30	2375.33	37.79	0.89
18033	17	F2/E/I	0	0	0	284539.34	-1013.22	76.76	702.12	3.00	0.00	1673.84	2.12	2504.87	38.11	0.00
18034	18	F2/AS/I	0	1	0	314308.60	-1139.05	76.76	824.40	3.00	0.00	1920.59	2.18	2747.96	34.82	0.68
18035	19	F2/E/I	0	0	0	336206.51	-1059.18	76.76	947.84	3.00	0.00	2129.98	2.16	2953.46	41.45	0.00
18036	20	F2/E/K	0	0	2	354980.97	-803.89	61.85	947.87	3.00	0.00	2385.27	2.13	3208.75	50.62	0.00
18037	21	M/E/K	3	0	2	375434.99	-516.78	33.78	947.77	3.00	0.00	2672.38	2.23	3495.86	51.66	0.00
18038	22	M/KS/A	3	2	2	404053.97	-348.95	14.61	946.17	3.00	0.00	2957.90	2.03	3778.30	59.87	4.30

Εικόνα 4.21: Πίνακας συμμετέχοντα με τους μέσους όρους των μεταβλητών κάθε διαστήματος, μετά την αφαίρεση των τμημάτων των απρόσμενων συμβάντων.

Πίνακας 4.4: Πίνακας μεταβλητών προσομοιωτή και μεταβλητών που προστέθηκαν από τους ερευνητές και προέκυψαν από τις μεταβλητές του προσομοιωτή.

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	Drigh	Distance to the right road board in meter
20	Wheel	Steering wheel position in degrees
21	Thead	time to headway, i. e. to collision with the ahead driving vehicle, in seconds
22	TTL	time to line crossing, time until the road border line is exceeded, in seconds
23	TTC	time to collision (all obstacles), in seconds
24	AccLat	acceleration lateral, in m/s^2
25	AccLon	acceleration longitudinal, in m/s^2
26	EvVis	event-visible-flag/event-indication, 0 = no event, 1 = event
27	EvDist	event-distance in m
28	Err1No	number of the most important driving failure since the last data set
29	Err1Val	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

A/A	ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ
1	Wheel_Right	Στροφή τιμονιού προς τα δεξιά (σε μοίρες)
2	Wheel_Left	Στροφή τιμονιού προς τ'αριστερά (σε μοίρες)
3	RT	Χρόνος αντίδρασης σε απρόβλεπτα συμβάντα

4.4) Τελικοί πίνακες δεδομένων

Στο κεφάλαιο αυτό επεξηγείται η διαδικασία κατά την οποία δημιουργήθηκαν οι τελικοί πίνακες δεδομένων, τα στοιχεία των οποίων θα εισαχθούν στο πρόγραμμα στατιστικής ανάλυσης SPSS 13.0. Δημιουργήθηκε συγκεντρωτικός πίνακας με τις μεταβλητές ερωτηματολογίου και πειραματικής διαδικασίας και από αυτόν προέκυψαν οι παρακάτω τρεις πίνακες που αφορούν σε διαφορετικό παράγοντα απόσπασης ο καθένας (δύσκολη κλήση, εύκολη κλήση, μουσική) και ένας επιπλέον πίνακας με το συνδυασμό και των τριών περισπασμών.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
	A/A		Distract	free	call1	music	call2	Orizod	E	AS	KS	Mikotomi	I	A	K	Time	x-pos	y-p
2																		
3	1	F1/E/I	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	18407.38	-451.89	0
4	1	F1/AS/I	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	38286.74	-462.02	0
5	1	F1/E/I	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	54833.78	-673.74	0
6	1	F1/AS/I	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	93817.77	-984.78	0
7	1	F1/E/I	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	100053.78	-999.23	0
8	1	F1/E/A	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	105558.11	-998.37	4
9	1	F1/AS/A	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	112459.28	-1005.74	9
10	1	F1/KS/A	0	1	0	0	0	2	0	0	1	1	0	1	0	137170.47	-1067.81	29
11	1	C1/KS/A	1	0	1	0	0	2	0	0	1	1	0	1	0	163843.92	-1072.07	52
12	1	C1/KS/I	1	0	1	0	0	2	0	0	1	0	1	0	0	173854.80	-1001.94	56
13	1	C1/AS/I	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	181236.23	-914.93	56
14	1	C1/AS/A	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	185245.90	-897.46	57
15	1	C1/E/A	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	195339.93	-897.99	67
16	1	C1/E/I	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	208842.95	-898.03	76
17	1	C1/AS/I	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	217124.38	-907.10	76
18	1	C1/E/I	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	222030.03	-959.67	76
19	1	F2/E/I	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	226862.62	-1033.73	76
20	1	F2/AS/I	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	250025.63	-1141.45	76
21	1	F2/E/I	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	265083.41	-1048.63	76
22	1	F2/E/K	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	1	275925.75	-812.38	62
23	1	F3/AS/I	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	426188.49	-458.27	0
24	1	F3/E/I	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	439960.85	-689.56	0
25	1	F4/KS/A	0	1	0	0	0	2	0	0	1	1	0	1	0	544449.44	-1069.77	48
26	1	F4/AS/A	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	551274.43	-1077.05	53
27	1	F4/AS/I	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	558225.60	-986.01	58
28	2	F1/E/I	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	13943.10	-451.71	0
29	2	F1/AS/I	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	29911.87	-480.15	0
30	2	F1/E/I	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	46929.10	-674.55	0
31	2	F1/AS/I	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	78902.73	-986.00	0
32	2	F1/E/I	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	87799.20	-998.54	0

Εικόνα 4.22 :Συγκεντρωτικό αρχείο για όλους τους συμμετέχοντες (δύσκολη κλήση).

MASTER 4 [Κατάσταση λειτουργίας συμβατότητας] - Microsoft Excel

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
A/A		Distract	free	call1	music	call2	Orizod	E	AS	KS	Mikotomi	I	A	K	Time	x-pos	y-p
3	1	F1/E/I	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	18407,38	-451,89	0
4	1	F1/AS/I	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	38286,74	-462,02	0
5	1	F1/E/I	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	54833,78	-873,74	0
6	1	F1/AS/I	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	93817,77	-984,78	0
7	1	F1/E/I	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	100063,78	-999,23	0
8	1	F1/E/A	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	105568,11	-998,37	4
9	1	F1/AS/A	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	112459,28	-1005,74	9
10	1	F1/KS/A	0	1	0	0	0	2	0	0	1	1	0	1	137170,47	-1067,61	29
11	1	F2/E/I	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	226852,52	-1033,73	76
12	1	F2/AS/I	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	250025,63	-1141,45	76
13	1	F2/E/I	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	265083,41	-1048,53	76
14	1	F2/E/K	0	1	0	0	0	1	0	0	2	0	0	1	275925,75	-812,38	62
15	1	M/E/K	3	0	0	1	0	0	1	0	0	2	0	0	287060,81	-605,43	32
16	1	M/KS/I	3	0	0	1	0	2	0	0	1	2	0	0	329568,76	-345,48	13
17	1	M/AS/I	3	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	357409,53	-431,22	-0
18	1	M/E/I	3	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	387756,15	-452,20	0
19	1	M/AS/I	3	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	422114,28	-451,90	0
20	1	F3/AS/I	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	426188,49	-458,27	0
21	1	F3/E/I	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	439960,85	-889,56	0
22	1	F4/KS/A	0	1	0	0	0	2	0	0	1	1	0	1	544449,44	-1069,77	48
23	1	F4/AS/A	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	551274,43	-1077,05	53
24	1	F4/E/I	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	558225,50	-986,01	56
25	2	F1/E/I	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	13943,10	-451,71	0
26	2	F1/AS/I	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	29911,87	-460,15	0
27	2	F1/E/I	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	46929,10	-674,55	0
28	2	F1/AS/I	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	78802,73	-986,00	0
29	2	F1/E/I	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	87799,20	-998,54	0
30	2	F1/E/A	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	96149,37	-998,26	4
31	2	F1/AS/A	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	104611,47	-1007,85	9
32	2	F1/KS/A	0	1	0	0	0	2	0	0	1	1	0	1	117362,78	-1118,05	16

Εικόνα 4.23 : Συγκεντρωτικό αρχείο για όλους τους συμμετέχοντες (μουσική).

MASTER 6 [Κατάσταση λειτουργίας συμβατότητας] - Microsoft Excel

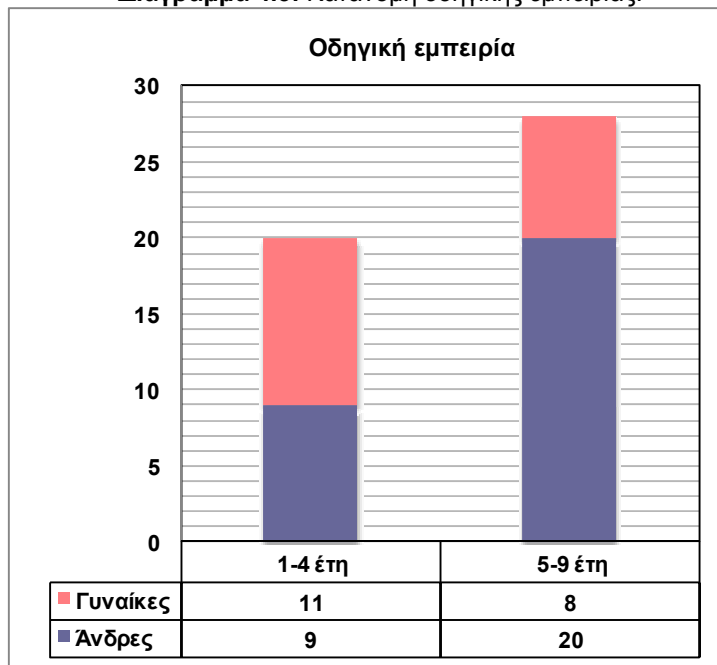
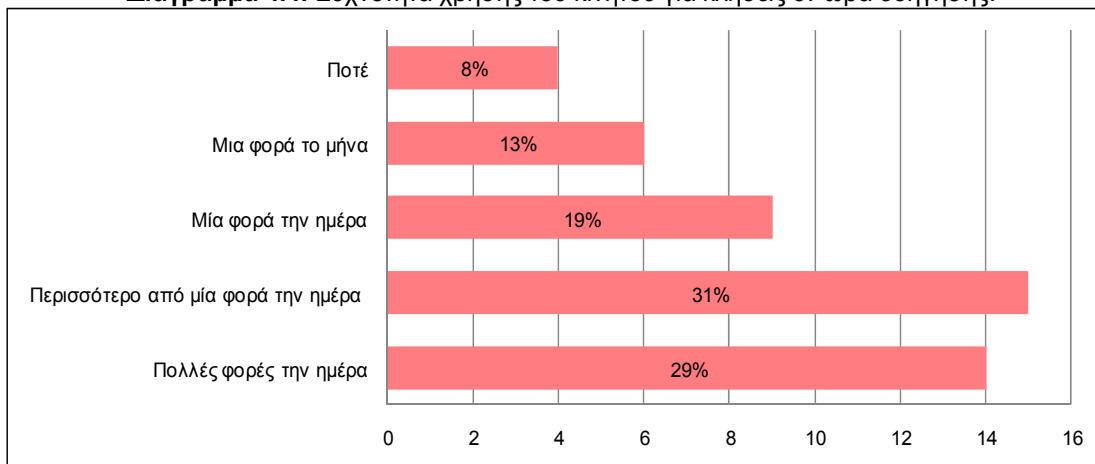
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
A/A		Distract	free	call1	music	call2	Orizod	E	AS	KS	Mikotomi	I	A	K	Time	x-pos	y-p
3	1	F1/E/I	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	18407,38	-451,89	0
4	1	F1/AS/I	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	38286,74	-462,02	0
5	1	F1/E/I	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	54833,78	-873,74	0
6	1	F1/AS/I	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	93817,77	-984,78	0
7	1	F1/E/I	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	100063,78	-999,23	0
8	1	F1/E/A	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	105568,11	-998,37	4
9	1	F1/AS/A	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	112459,28	-1005,74	9
10	1	F1/KS/A	0	1	0	0	0	2	0	0	1	1	0	1	137170,47	-1067,61	29
11	1	F2/E/I	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	226852,52	-1033,73	76
12	1	F2/AS/I	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	250025,63	-1141,45	76
13	1	F2/E/I	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	265083,41	-1048,53	76
14	1	F2/E/K	0	1	0	0	0	1	0	0	2	0	0	1	275925,75	-812,38	62
15	1	F3/AS/I	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	426188,49	-458,27	0
16	1	F3/E/I	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	439960,85	-889,56	0
17	1	C2/E/I	2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	453443,98	-910,31	0
18	1	C2/AS/I	2	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	460178,88	-980,22	0
19	1	C2/E/I	2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	466830,60	-998,64	0
20	1	C2/E/A	2	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	473362,59	-998,14	2
21	1	C2/AS/A	2	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	489812,37	-1005,70	9
22	1	C2/KS/A	2	0	0	0	1	2	0	0	1	1	0	1	515903,79	-1069,94	28
23	1	F4/KS/A	0	1	0	0	0	2	0	0	1	1	0	1	544449,44	-1069,77	48
24	1	F4/AS/A	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	551274,43	-1077,05	53
25	1	F4/E/I	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	558225,50	-986,01	56
26	2	F1/E/I	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	13943,10	-451,71	0
27	2	F1/AS/I	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	29911,87	-460,15	0
28	2	F1/E/I	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	46929,10	-674,55	0
29	2	F1/AS/I	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	78802,73	-986,00	0
30	2	F1/E/I	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	87799,20	-998,54	0
31	2	F1/E/A	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	96149,37	-998,26	4
32	2	F1/AS/A	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	104611,47	-1007,85	9

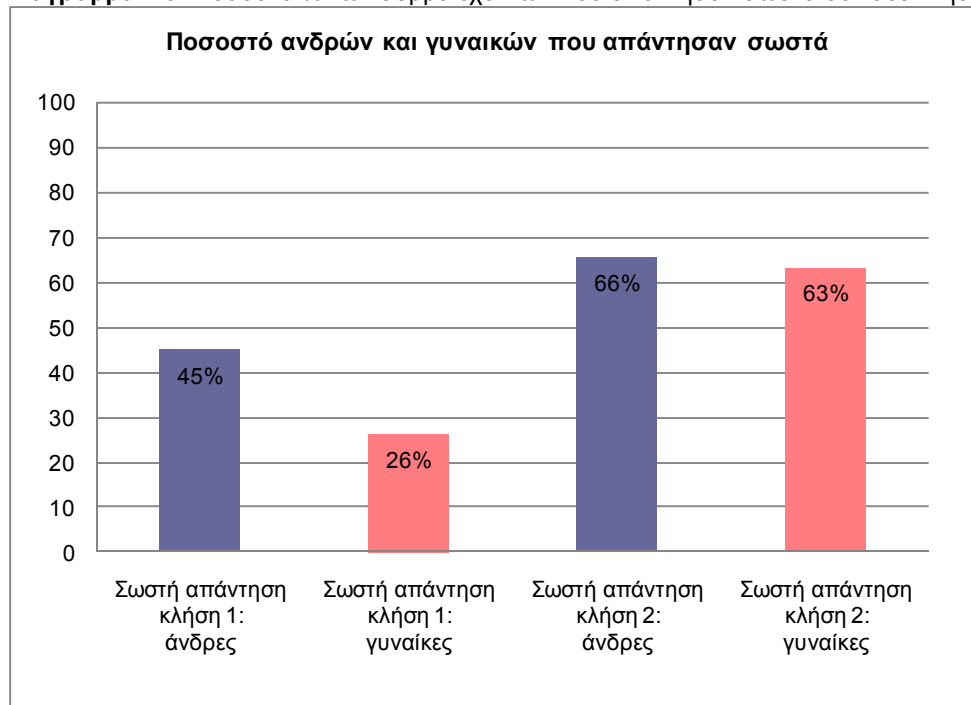
Εικόνα 4.24 : Συγκεντρωτικό αρχείο για όλους τους συμμετέχοντες (εύκολη κλήση).

Εικόνα 4.25 : Συγκεντρωτικό αρχείο για όλους τους συμμετέχοντες (δύσκολη κλήση, εύκολη κλήση, μουσική).

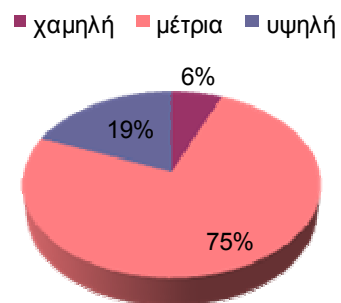
Παρακάτω παρουσιάζονται ορισμένα περιγραφικά χαρακτηριστικά του δείγματος που προέκυψαν από επεξεργασία των τελικών βάσεων δεδομένων.

Φύλο

Διάγραμμα 4.3: Κατανομή οδηγικής εμπειρίας.**Διάγραμμα 4.4:** Συχνότητα χρήσης του κινητού για κλήσεις εν ώρα οδήγησης.

Διάγραμμα 4.5: Ποσοστό % των συμμετεχόντων που απάντησαν σωστά σε κάθε κλήση.**Διάγραμμα 4.6:** Κατανομή προτίμησης έντασης της μουσικής στην οδήγηση.

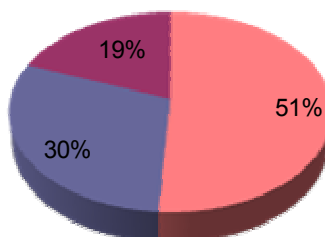
Ένταση μουσικής που προτιμάται στην οδήγηση



Διάγραμμα 4.7: Η γνώμη των συμμετεχόντων ως προς το μουσικό απόσπασμα του πειράματος.

Αντιδράσεις στο μουσικό απόσπασμα

■ πολύ καλό ■ ενοχλητικό ■ αδιάφορο



Πίνακας 4.5 : Πίνακας μέσης ταχύτητας στα εξεταζόμενα τμήματα για τα δύο φύλα και για το σύνολο του δείγματος.

	speed (km/h)		
	άνδρες	γυναίκες	σύνολο
δύσκολη κλήση	28,6	17,2	22,9
μουσική	35,4	20,7	28,0
εύκολη κλήση	29,0	16,2	22,6
ελεύθερη οδήγηση	29,5	17,4	23,4

Πίνακας 4.6: Πίνακας μέσου χρόνου αντίδρασης σε απρόβλεπτα συμβάντα στα εξεταζόμενα τμήματα για τα δύο φύλα, για το σύνολο του δείγματος και για το σύνολο της διαδρομής.

	reaction time		
	άνδρες	γυναίκες	μέση τιμή
δύσκολη κλήση	1,29	1,13	1,21
μουσική	0,96	0,94	0,95
εύκολη κλήση	0,92	1,02	0,97
ελεύθερη οδήγηση	1,14	1,08	1,11
μέση τιμή	1,08	1,04	1,06

5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.1) Γενικά

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

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

Στο παρόν κεφάλαιο περιγράφονται αναλυτικά τα βήματα που ακολουθήθηκαν κατά την εφαρμογή της μεθοδολογίας και παρουσιάζεται η διαδικασία ανάπτυξης κατάλληλων μοντέλων. Ιδιαίτερη έμφαση δίδεται στην παρουσίαση ζητημάτων αξιοπιστίας των δεδομένων και στις διαδικασίες αντιμετώπισής τους. Αναπόσπαστο μέρος των αποτελεσμάτων αποτελούν **οι στατιστικοί έλεγχοι** που απαιτούνται για την αποδοχή ή μη των μοντέλων.

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

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

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

Αξίζει να αναφερθεί ότι πραγματοποιήθηκαν **οκτώ ξεχωριστές στατιστικές αναλύσεις**, τέσσερις για το μοντέλο προσδιορισμού της μέσης ταχύτητας οδήγησης, μία για το μέσο χρόνο αντίδρασης, δύο για τη μέση απόσταση του οχήματος από τον άξονα της οδού και μία για το μοντέλο προσδιορισμού της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα λόγω απρόβλεπτου συμβάντος.

5.2) Ανάπτυξη και εφαρμογή μαθηματικών μοντέλων για τη μέση ταχύτητα

Στο υποκεφάλαιο αυτό περιγράφεται η **διαδικασία ανάλυσης για τον προσδιορισμό της μέσης ταχύτητας οδήγησης** και θα διερευνηθεί η επιρροή της χρήσης κινητού τηλεφώνου και της μουσικής σε αυτή. Συνολικά θα πραγματοποιηθούν τέσσερις στατιστικές αναλύσεις. Με τις τρεις στατιστικές αναλύσεις θα διερευνηθούν οι μεταβλητές που επηρεάζουν τη μέση ταχύτητα οδήγησης ξεχωριστά για κάθε παράγοντα απόσπασης προσοχής (εύκολη κλήση, δύσκολη κλήση, μουσική), ενώ η τέταρτη στατιστική ανάλυση μελετά τις μεταβλητές που επηρεάζουν τη μέση ταχύτητα για τον συνδυασμό των παραπάνω παραγόντων. Σκοπός αυτής της διάκρισης είναι να υπολογισθεί ένα στατιστικά σημαντικό μοντέλο για κάθε περίπτωση και στη συνέχεια να ερευνηθεί η σχετική επιρροή των τριών αυτών παραγόντων απόσπασης της προσοχής του οδηγού στη μέση ταχύτητα οδήγησης.

5.2.1) Δεδομένα εισόδου και καθορισμός μεταβλητών

Στο στατιστικό μοντέλο προσδιορισμού της μέσης ταχύτητας οδήγησης εξετάσθηκαν οι μεταβλητές που περιγράφηκαν στους πίνακες 4.1, 4.2, 4.4. 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).

Αρχικά εισήχθησαν διαδοχικά στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης διάφορες ομάδες μεταβλητών με αρκετές μεταβλητές σε κάθε ομάδα, ώστε τελικά να ελεγχθούν όλες οι διαθέσιμες μεταβλητές. Οι μεταβλητές αυτές αφορούσαν στα χαρακτηριστικά της οδήγησης (μεταβλητές από τον προσομοιωτή οδήγησης), στα χαρακτηριστικά της οδού και στις συνήθειες του οδηγού ως προς την οδηγική συμπεριφορά και τη χρήση του κινητού τηλεφώνου και της μουσικής (μεταβλητές από το ερωτηματολόγιο και τις παρατηρήσεις των συντονιστών). Στη συνέχεια αφαιρέθηκαν διαδοχικά οι λιγότερο στατιστικά σημαντικές (έλεγχος t-test) και ακολούθησε ο έλεγχος συσχέτισης των υπόλοιπων ανεξάρτητων μεταβλητών, ο οποίος οδήγησε στην αφαίρεση εκείνων με την υψηλότερη συσχέτιση (Πίνακες 5.5, 5.8, 5.11, 5.14). Μετά από αρκετές διαδοχικές επαναλήψεις της παραπάνω διαδικασίας προέκυψαν τα τελικά στατιστικά μοντέλα που παρουσιάζονται στα επόμενα υποκεφάλαια τα οποία αποτέλεσαν τον βέλτιστο συνδυασμό των στατιστικά σημαντικών μεταβλητών από όλες τις δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν.

Παρακάτω αναφέρονται οι μεταβλητές που περιλαμβάνονται στα τελικά στατιστικά πρότυπα.

ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ:

speed: μέση ταχύτητα οδήγησης

ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ:

call1: εάν στο συγκεκριμένο τμήμα ο οδηγός μιλάει στο κινητό τηλέφωνο («δύσκολη» κλήση) (1=Ναι, 0=Όχι)

music: εάν στο συγκεκριμένο τμήμα ο οδηγός ακούει μουσική (1=Ναι, 0=Όχι)

call2: εάν στο συγκεκριμένο τμήμα ο οδηγός μιλάει στο κινητό τηλέφωνο («εύκολη» κλήση) (1=Ναι, 0=Όχι)

E: ευθυγραμμία οδού (1=Ναι, 0=Όχι)

A: ανωφέρεια (1=Ναι, 0=Όχι)

RPM: μέσος αριθμός στροφών κινητήρα ανά λεπτό

DRight:	μέση απόσταση οχήματος από τη δεξιά οριογραμμή της οδού σε μέτρα
TTC:	μέσος χρόνος έως τη σύγκρουση σε δευτερόλεπτα
sex:	φύλο (1=Γυναίκα, 0=Ανδρας)
Acc_mob:	εάν ο οδηγός είχε εμπλακεί ποτέ σε ατύχημα ενώ μιλούσε στο κινητό (1=Ναι, 0=Όχι)
cell_phone_freq2:	εάν ο οδηγός χρησιμοποιεί το κινητό του κατά την οδήγηση περισσότερο από μία φορά τη μέρα (1=Ναι, 0=Όχι)
dang5:	εάν ο οδηγός θεωρεί πολύ επικίνδυνη τη χρήση κινητού κατά την οδήγηση (1=Ναι, 0=Όχι)
trouble_call2:	εάν ο οδηγός παρουσίασε δυσκολία στην απάντηση της ερώτησης της «εύκολης» κλήσης (1=Ναι, 0=Όχι)
dist_week:	εβδομαδιαία διανυόμενη απόσταση πάνω από το μέσο όρο (1=Ναι, 0=Όχι)
TTL:	ο χρόνος μέχρι να ξεπεράσει το όχημα τα όρια της οδού σε δευτερόλεπτα

Επισημαίνεται ότι, από τις ανωτέρω μεταβλητές, οι μεταβλητές: speed, RPM, DRight, TTC, TTL 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

Ολόκληρη η διαδικασία της ανάλυσης που θα παρουσιαστεί στο εδάφιο αυτό πραγματοποιείται μέσω της εντολής **Analyze**.

Αυτό που ενδιαφέρει αρχικά, είναι η διαμόρφωση μιας πληρέστερης εικόνας για την κατανομή των τιμών των μεταβλητών, μέσω της περιγραφικής στατιστικής. Αφού επιλεγεί η εντολή Analyze, ακολουθεί η επιλογή της εντολής Descriptive statistics και στη συνέχεια η επιλογή Descriptives, προκειμένου για την

παραγωγή χρήσιμων περιγραφικών συναρτήσεων (analyze → descriptive statistics → descriptives → options). Οι συναρτήσεις που επιλέγονται είναι εκείνη της μέσης τιμής (Mean), της τυπικής απόκλισης (Std. Deviation), του μέγιστου (Maximum) και του ελάχιστου (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: δύσκολη κλήση).

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
RPM	1177	890,59	6481,00	3171,4698	711,26131
TTC	1177	3,80	9999,90	8345,3845	1981,71067

Πίνακας 5.2: Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών
(παράγοντας απόσπασης προσοχής: μουσική).

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
RPM	1012	890,59	6481,00	3100,6398	735,61456
DRight	1012	-,09	3,90	1,5939	,53232
TTC	1012	3,80	9999,90	8425,6894	2036,99584

Πίνακας 5.3: Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών
(παράγοντας απόσπασης προσοχής: εύκολη κλήση).

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
RPM	1078	890,59	6481,00	3121,7295	730,53956
DRight	1078	-,09	3,90	1,6137	,53416
TTC	1078	3,80	9999,90	8199,0534	2182,60397

Πίνακας 5.4: Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών
για το συνδυασμό όλων των παραγόντων απόσπασης προσοχής.

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
RPM	1627	890,59	6481,00	3152,7241	738,99662
DRight	1627	-,09	3,90	1,6458	,51616
TTL	1627	,07	9999,90	353,5893	824,40599

5.2.3) Συσχέτιση μεταβλητών

Στο υποκεφάλαιο αυτό πραγματοποιείται η **διερεύνηση της συσχέτισης των μεταβλητών**. Εκείνο που επιδιώκεται είναι η μέγιστη δυνατή συσχέτιση μεταξύ εξαρτημένης και ανεξάρτητων μεταβλητών και ελάχιστη 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. Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της διαδικασίας διερεύνησης της συσχέτισης τόσο για τις συνεχείς, όσο και για τις διακριτές μεταβλητές, που ελήφθησαν υπόψη στα τελικά μοντέλα, ενώ εμφανίζονται σημειωμένες οι μεταβλητές με υψηλή συσχέτιση που αφαιρέθηκαν κατά τη διαδικασία διεξαγωγής των μαθηματικών μοντέλων.

Πίνακας 5.5: Ενδεικτικός πίνακας με υψηλές τιμές συσχέτισης των μεταβλητών πριν από το τελικό μοντέλο (παράγοντας απόσπασης προσοχής: δύσκολη κλήση).

Correlations								
		call1	KS	A	I	ralpha	RPM	TTC
call1	Pearson Correlation	1	,174**	,084**	-,026	-,244**	,123**	,101**
	Sig. (2-tailed)		,000	,004	,370	,000	,000	,001
	N	1177	1177	1177	1177	1177	1177	1177
KS	Pearson Correlation	,174**	1	,392**	-,344**	-,087**	,012	,202**
	Sig. (2-tailed)	,000		,000	,000	,003	,689	,000
	N	1177	1177	1177	1177	1177	1177	1177
A	Pearson Correlation	,084**	,392**	1	-,914**	,049	-,014	,188**
	Sig. (2-tailed)	,004	,000		,000	,095	,621	,000
	N	1177	1177	1177	1177	1177	1177	1177
I	Pearson Correlation	-,026	-,344**	-,914**	1	-,045	-,025	-,243**
	Sig. (2-tailed)	,370	,000	,000		,119	,395	,000
	N	1177	1177	1177	1177	1177	1177	1177
ralpha	Pearson Correlation	-,244**	-,087**	,049	-,045	1	-,050	-,397**
	Sig. (2-tailed)	,000	,003	,095	,119		,086	,000
	N	1177	1177	1177	1177	1177	1177	1177
RPM	Pearson Correlation	,123**	,012	-,014	-,025	-,050	1	,029
	Sig. (2-tailed)	,000	,689	,621	,395	,086		,316
	N	1177	1177	1177	1177	1177	1177	1177
TTC	Pearson Correlation	,101**	,202**	,188**	-,243**	-,397**	,029	1
	Sig. (2-tailed)	,001	,000	,000	,000	,000	,316	
	N	1177	1177	1177	1177	1177	1177	1177

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

Πίνακας 5.6: Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης (παράγοντας απόσπασης προσοχής: δύσκολη κλήση).

Correlations

		call1	E	A	sex	dist_week	dang5
call1	Pearson Correlation	1	-,077**	,084**	-,002	,026	,010
	Sig. (2-tailed)		,008	,004	,943	,373	,743
	N	1177	1177	1177	1177	1177	1177
E	Pearson Correlation	-,077**	1	-,210**	,004	-,002	-,001
	Sig. (2-tailed)	,008		,000	,892	,936	,984
	N	1177	1177	1177	1177	1177	1177
A	Pearson Correlation	,084**	-,210**	1	,000	-,005	-,006
	Sig. (2-tailed)	,004	,000		,986	,852	,842
	N	1177	1177	1177	1177	1177	1177
sex	Pearson Correlation	-,002	,004	,000	1	-,041	,272**
	Sig. (2-tailed)	,943	,892	,986		,162	,000
	N	1177	1177	1177	1177	1177	1177
dist_week	Pearson Correlation	,026	-,002	-,005	-,041	1	,150**
	Sig. (2-tailed)	,373	,936	,852	,162		,000
	N	1177	1177	1177	1177	1177	1177
dang5	Pearson Correlation	,010	-,001	-,006	,272**	,150**	1
	Sig. (2-tailed)	,743	,984	,842	,000	,000	
	N	1177	1177	1177	1177	1177	1177

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

Πίνακας 5.7: Συσχέτιση συνεχών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης (παράγοντας απόσπασης προσοχής: δύσκολη κλήση).

Correlations

		RPM	TTC
RPM	Pearson Correlation	1	,029
	Sig. (2-tailed)		,316
	N	1177	1177
TTC	Pearson Correlation	,029	1
	Sig. (2-tailed)	,316	
	N	1177	1177

Πίνακας 5.8: Ενδεικτικός πίνακας με υψηλές τιμές συσχέτισης των μεταβλητών πριν από το τελικό μοντέλο (παράγοντας απόσπασης προσοχής: μουσική).

		music	KS	A	E	K	sex
music	Pearson Correlation	1	,104**	-,285**	-,049	,422**	-,003
	Sig. (2-tailed)		,001	,000	,107	,000	,912
	N	1108	1108	1108	1108	1108	1108
KS	Pearson Correlation	,104**	1	,411**	-,351**	,229**	-,003
	Sig. (2-tailed)	,001		,000	,000	,000	,908
	N	1108	1108	1108	1108	1108	1108
A	Pearson Correlation	-,285**	,411**	1	-,256**	-,209**	-,005
	Sig. (2-tailed)	,000	,000		,000	,000	,869
	N	1108	1108	1108	1108	1108	1108
E	Pearson Correlation	-,049	-,351**	-,256**	1	,172**	,003
	Sig. (2-tailed)	,107	,000	,000		,000	,908
	N	1108	1108	1108	1108	1108	1108
K	Pearson Correlation	,422**	,229**	-,209**	,172**	1	-,002
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000		,936
	N	1108	1108	1108	1108	1108	1108
sex	Pearson Correlation	-,003	-,003	-,005	,003	-,002	1
	Sig. (2-tailed)	,912	,908	,869	,908	,936	
	N	1108	1108	1108	1108	1108	1108

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

Πίνακας 5.9: Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης (παράγοντας απόσπασης προσοχής: μουσική).

Correlations

		E	A	music	sex
E	Pearson Correlation	1	-,214**	-,142**	,005
	Sig. (2-tailed)		,000	,000	,884
	N	1012	1012	1012	1012
A	Pearson Correlation	-,214**	1	-,278**	-,006
	Sig. (2-tailed)	,000		,000	,858
	N	1012	1012	1012	1012
music	Pearson Correlation	-,142**	-,278**	1	-,003
	Sig. (2-tailed)	,000	,000		,916
	N	1012	1012	1012	1012
sex	Pearson Correlation	,005	-,006	-,003	1
	Sig. (2-tailed)	,884	,858	,916	
	N	1012	1012	1012	1012

** . 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: μουσική).

Correlations

		RPM	DRight	TTC
RPM	Pearson Correlation	1	,144**	,011
	Sig. (2-tailed)		,000	,737
	N	1012	1012	1012
DRight	Pearson Correlation	,144**	1	,279**
	Sig. (2-tailed)	,000		,000
	N	1012	1012	1012
TTC	Pearson Correlation	,011	,279**	1
	Sig. (2-tailed)	,737	,000	
	N	1012	1012	1012

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

Πίνακας 5.11: Ενδεικτικός πίνακας με υψηλές τιμές συσχέτισης των μεταβλητών πριν από το τελικό μοντέλο (παράγοντας απόσπασης προσοχής: εύκολη κλήση).

Correlations

		call2	E	KS	Acc	RPM	AccLon	sex
call2	Pearson Correlation	1	,053	,067*	-,137**	,020	-,139**	-,011
	Sig. (2-tailed)		,083	,027	,000	,518	,000	,723
	N	1078	1078	1078	1078	1078	1078	1078
E	Pearson Correlation	,053	1	-,349**	,099**	,218**	,095**	,000
	Sig. (2-tailed)	,083		,000	,001	,000	,002	,999
	N	1078	1078	1078	1078	1078	1078	1078
KS	Pearson Correlation	,067*	-,349**	1	,130**	-,021	-,121**	-,001
	Sig. (2-tailed)	,027	,000		,000	,486	,000	,975
	N	1078	1078	1078	1078	1078	1078	1078
Acc	Pearson Correlation	-,137**	,099**	,130**	1	,366**	,563**	-,076*
	Sig. (2-tailed)	,000	,001	,000		,000	,000	,012
	N	1078	1078	1078	1078	1078	1078	1078
RPM	Pearson Correlation	,020	,218**	-,021	,366**	1	,198**	-,189**
	Sig. (2-tailed)	,518	,000	,486	,000		,000	,000
	N	1078	1078	1078	1078	1078	1078	1078
AccLon	Pearson Correlation	-,139**	,095**	-,121**	,563**	,198**	1	,029
	Sig. (2-tailed)	,000	,002	,000	,000	,000		,341
	N	1078	1078	1078	1078	1078	1078	1078
sex	Pearson Correlation	-,011	,000	-,001	-,076*	-,189**	,029	1
	Sig. (2-tailed)	,723	,999	,975	,012	,000	,341	
	N	1078	1078	1078	1078	1078	1078	1078
dist_week	Pearson Correlation	,030	,001	,003	-,059	-,009	-,055	-,046
	Sig. (2-tailed)	,323	,978	,928	,051	,758	,069	,128
	N	1078	1078	1078	1078	1078	1078	1078

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

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

Πίνακας 5.12: Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης (παράγοντας απόσπασης προσοχής: εύκολη κλήση).

		Correlations						
		call2	E	A	sex	cell_ phone_ freq2	dang5	trouble_ call2
call2	Pearson Correlation	1	,053	,193**	-,011	-,001	,004	-,039
	Sig. (2-tailed)		,083	,000	,723	,984	,893	,204
	N	1078	1078	1078	1078	1078	1078	1078
E	Pearson Correlation	,053	1	-,282**	,000	,005	-,005	,002
	Sig. (2-tailed)	,083		,000	,999	,863	,878	,938
	N	1078	1078	1078	1078	1078	1078	1078
A	Pearson Correlation	,193**	-,282**	1	-,001	-,002	,001	,003
	Sig. (2-tailed)	,000	,000		,974	,958	,980	,921
	N	1078	1078	1078	1078	1078	1078	1078
sex	Pearson Correlation	-,011	,000	-,001	1	,018	,270**	,240**
	Sig. (2-tailed)	,723	,999	,974		,555	,000	,000
	N	1078	1078	1078	1078	1078	1078	1078
cell_phone_freq2	Pearson Correlation	-,001	,005	-,002	,018	1	-,023	,095**
	Sig. (2-tailed)	,984	,863	,958	,555		,450	,002
	N	1078	1078	1078	1078	1078	1078	1078
dang5	Pearson Correlation	,004	-,005	,001	,270**	-,023	1	,328**
	Sig. (2-tailed)	,893	,878	,980	,000	,450		,000
	N	1078	1078	1078	1078	1078	1078	1078
trouble_call2	Pearson Correlation	-,039	,002	,003	,240**	,095**	,328**	1
	Sig. (2-tailed)	,204	,938	,921	,000	,002	,000	
	N	1078	1078	1078	1078	1078	1078	1078

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

Πίνακας 5.13: Συσχέτιση συνεχών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης (παράγοντας απόσπασης προσοχής: εύκολη κλήση).

		Correlations		
		RPM	DRight	TTC
RPM	Pearson Correlation	1	,178**	,048
	Sig. (2-tailed)		,000	,115
	N	1078	1078	1078
DRight	Pearson Correlation	,178**	1	,288**
	Sig. (2-tailed)	,000		,000
	N	1078	1078	1078
TTC	Pearson Correlation	,048	,288**	1
	Sig. (2-tailed)	,115	,000	
	N	1078	1078	1078

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

Πίνακας 5.14: Ενδεικτικός πίνακας με υψηλές τιμές συσχέτισης των μεταβλητών πριν από το τελικό μοντέλο για το συνδυασμό όλων των παραγόντων απόσπασης προσοχής.

		Correlations						
		call1	music	call2	AS	K	sex	dr.mount. never
call1	Pearson Correlation	1	-,194**	-,230**	-,035	-,165**	,001	,010
	Sig. (2-tailed)		,000	,000	,164	,000	,975	,686
	N	1627	1627	1627	1627	1627	1627	1627
music	Pearson Correlation	-,194**	1	-,159**	,054*	,530**	-,001	,000
	Sig. (2-tailed)	,000		,000	,030	,000	,971	,986
	N	1627	1627	1627	1627	1627	1627	1627
call2	Pearson Correlation	-,230**	-,159**	1	-,079**	-,135**	-,008	,013
	Sig. (2-tailed)	,000	,000		,001	,000	,735	,587
	N	1627	1627	1627	1627	1627	1627	1627
AS	Pearson Correlation	-,035	,054*	-,079**	1	-,269**	-,002	-,004
	Sig. (2-tailed)	,164	,030	,001		,000	,923	,863
	N	1627	1627	1627	1627	1627	1627	1627
K	Pearson Correlation	-,165**	,530**	-,135**	-,269**	1	-,001	,000
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000		,975	,988
	N	1627	1627	1627	1627	1627	1627	1627
sex	Pearson Correlation	,001	-,001	-,008	-,002	-,001	1	,338**
	Sig. (2-tailed)	,975	,971	,735	,923	,975		,000
	N	1627	1627	1627	1627	1627	1627	1627
dr.mount.never	Pearson Correlation	,010	,000	,013	-,004	,000	,338**	1
	Sig. (2-tailed)	,686	,986	,587	,863	,988	,000	
	N	1627	1627	1627	1627	1627	1627	1627

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

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

Πίνακας 5.15: Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης για το συνδυασμό όλων των παραγόντων απόσπασης προσοχής.

		Correlations				
		call1	music	call2	sex	trouble_call2
call1	Pearson Correlation	1	-,194**	-,230**	,001	-,011
	Sig. (2-tailed)		,000	,000	,975	,657
	N	1627	1627	1627	1627	1627
music	Pearson Correlation	-,194**	1	-,159**	-,001	,001
	Sig. (2-tailed)	,000		,000	,971	,964
	N	1627	1627	1627	1627	1627
call2	Pearson Correlation	-,230**	-,159**	1	-,008	-,027
	Sig. (2-tailed)	,000	,000		,735	,272
	N	1627	1627	1627	1627	1627
sex	Pearson Correlation	,001	-,001	-,008	1	,244**
	Sig. (2-tailed)	,975	,971	,735		,000
	N	1627	1627	1627	1627	1627
trouble_call2	Pearson Correlation	-,011	,001	-,027	,244**	1
	Sig. (2-tailed)	,657	,964	,272	,000	
	N	1627	1627	1627	1627	1627

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

Πίνακας 5.16: Συσχέτιση συνεχών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης ταχύτητας οδήγησης για το συνδυασμό όλων των παραγόντων απόσπασης προσοχής.

Correlations		RPM	DRight	TTL
RPM	Pearson Correlation	1	,133**	,030
	Sig. (2-tailed)		,000	,226
	N	1627	1627	1627
DRight	Pearson Correlation	,133**	1	,154**
	Sig. (2-tailed)	,000		,000
	N	1627	1627	1627
TTL	Pearson Correlation	,030	,154**	1
	Sig. (2-tailed)	,226	,000	
	N	1627	1627	1627

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

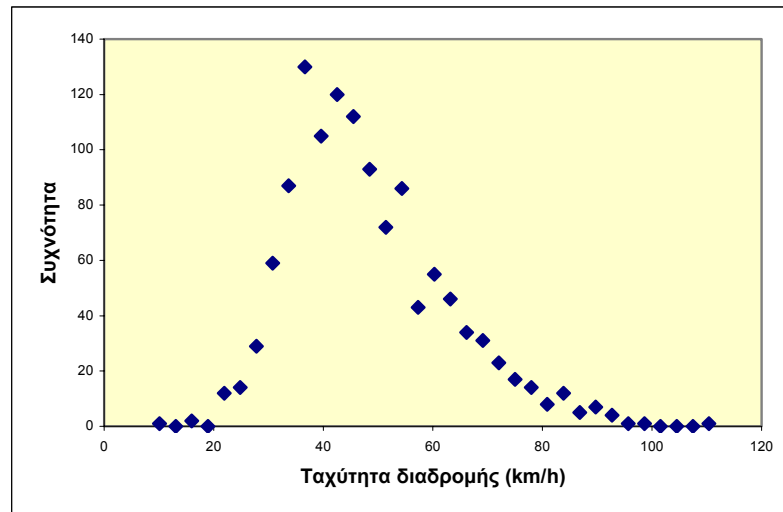
Από τους παραπάνω πίνακες παρατηρείται ότι όλες οι ανεξάρτητες μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν δεν παρουσιάζουν μεταξύ τους συσχέτιση.

5.2.4) Επιλογή της μεθόδου παλινδρόμησης

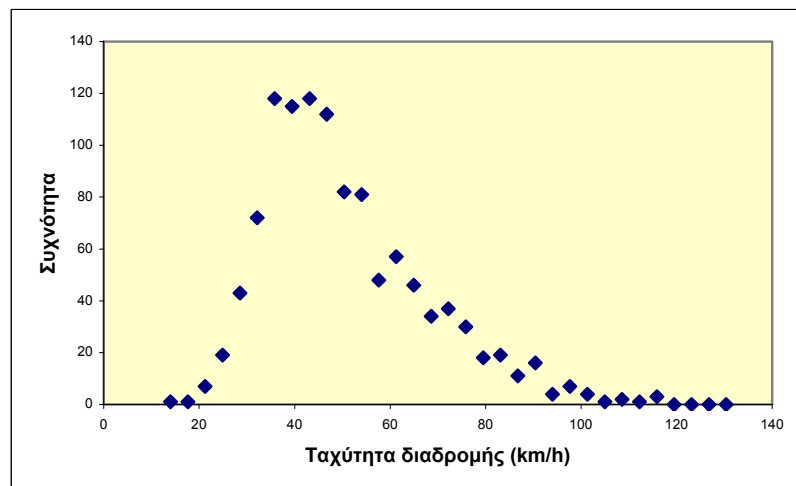
Στο επόμενο στάδιο της ανάλυσης, επιλέγεται **το είδος της παλινδρόμησης** που θα χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη κατάλληλων μαθηματικών μοντέλων. Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί η διερεύνηση της επιρροής της χρήσης κινητού τηλεφώνου και της μουσικής στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια του οδηγού.

Η επιρροή του κινητού και της μουσικής στη συμπεριφορά του οδηγού θα μελετηθεί μέσω των μοντέλων της ταχύτητας. Επομένως, ως εξαρτημένη μεταβλητή θεωρείται η μέση ταχύτητα οδήγησης (speed). Επειδή ένας σημαντικός παράγοντας που καθορίζει την επιλογή της μεθόδου ανάλυσης είναι **η κατανομή που ακολουθεί η εξαρτημένη μεταβλητή**, αναπτύχθηκαν τα διαγράμματα της κατανομής της μέσης ταχύτητας για κάθε παράγοντα απόσπασης ξεχωριστά αλλά και για το συνδυασμό τους.

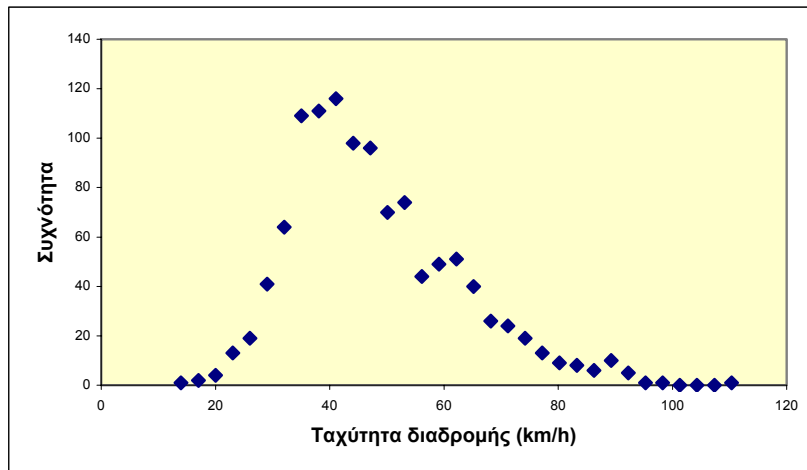
Διάγραμμα 5.1: Κατανομή ταχυτήτων
(παράγοντας απόσπασης προσοχής: δύσκολη κλήση).



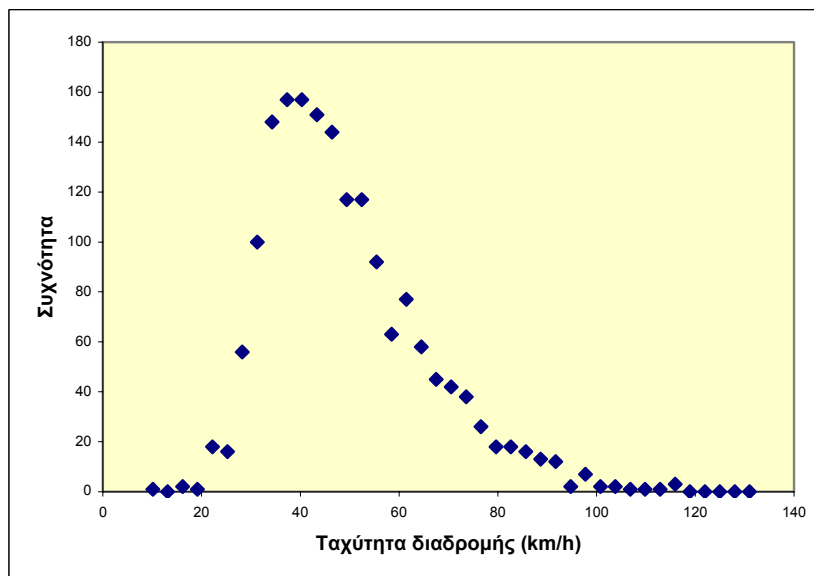
Διάγραμμα 5.2: Κατανομή ταχυτήτων
(παράγοντας απόσπασης προσοχής: μουσική).



Διάγραμμα 5.3: Κατανομή ταχυτήτων
(παράγοντας απόσπασης προσοχής: εύκολη κλήση).



Διάγραμμα 5.4: Κατανομή ταχυτήτων
για το συνδυασμό όλων των παραγόντων απόσπασης προσοχής.



5.2.5) Γραμμική παλινδρόμηση

Η επιλογή της μεθόδου της γραμμικής παλινδρόμησης, βασίστηκε αφενός στο γεγονός ότι η μεταβλητή που εξετάζεται (εξαρτημένη) είναι συνεχής και

αφετέρου στο ότι η κατανομή που ακολουθεί 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 της εξαρτημένης και των ανεξάρτητων μεταβλητών**. Η μεταβλητή που ενδιαφέρει (εξαρτημένη μεταβλητή) εισάγεται στο πλαίσιο *Dependent*. Οι επεξηγηματικές μεταβλητές, βάσει των οποίων θα εξηγηθεί η μεταβλητότητα της εξαρτημένης μεταβλητής, εισάγονται στο πλαίσιο *Independent(s)*. Προτεραιότητα, στο σημείο αυτό, δίδεται στην περιγραφή της διαδικασίας αξιολόγησης των δεδομένων εξόδου της ανάλυσης και κατ' επέκταση του μοντέλου.

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

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

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

Όσον αφορά στους **συντελεστές β_i των μεταβλητών**, θα πρέπει να υπάρχει δυνατότητα λογικής ερμηνείας τόσο των προσήμων, όσο και των τιμών τους. Το

θετικό πρόσημο του συντελεστή δηλώνει αύξηση της εξαρτημένης μεταβλητής με την αύξηση της ανεξάρτητης. Αντίθετα, αρνητικό πρόσημο συνεπάγεται μείωση της εξαρτημένης μεταβλητής με την αύξηση της ανεξάρτητης. Βάσει της φυσικής έννοιας της τιμής του συντελεστή, αύξηση της ανεξάρτητης μεταβλητής κατά μία μονάδα επιφέρει αύξηση της εξαρτημένης κατά β μονάδες. Στη συνέχεια αξιολογείται η **στατιστική εμπιστοσύνη** του μοντέλου, μέσω του ελέγχου **t-test** (κριτήριο t της κατανομής student). Με το δείκτη t προσδιορίζεται η στατιστική σημαντικότητα των ανεξάρτητων μεταβλητών. Καθορίζεται, δηλαδή, ποιες μεταβλητές θα συμπεριληφθούν στο τελικό μοντέλο.

Ο συντελεστής t ορίζεται από τη σχέση:

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

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

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

Για κάθε επίπεδο εμπιστοσύνης ορίζεται μια κρίσιμη τιμή του t (t^*). Έτσι για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% και μεγάλο μέγεθος δείγματος, είναι $t^* = 1,7$. Οι μεταβλητές των οποίων οι απόλυτες τιμές του t είναι μικρότερες από 1,7 δεν συμπεριλαμβάνονται στην επόμενη δοκιμή για τη διαμόρφωση του μοντέλου. Από την αξιολόγηση ενός μοντέλου δε θα πρέπει να παραλείπεται **ο έλεγχος του σφάλματος**. Σε κάθε εξίσωση υπάρχει ο προσθετός ϵ , που ονομάζεται σφάλμα της εξίσωσης.

Το σφάλμα πρέπει να πληρεί τις παρακάτω προϋποθέσεις:

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

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

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

5.2.6) Λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση

Στην προσπάθεια αναζήτησης μιας καλύτερης μεθόδου ανάλυσης των δεδομένων, επιλέχθηκε η λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση (lognormal regression). Η σχέση που συνδέει την εξαρτημένη μεταβλητή με τις ανεξάρτητες μεταβλητές είναι και σε αυτή την περίπτωση γραμμική. Η διαφορά της από την γραμμική παλινδρόμηση έγκειται στο ότι εδώ ενδιαφέρει **ο δεκαδικός λογάριθμος της εξαρτημένης μεταβλητής**. Για το λόγο αυτό, δημιουργήθηκε στον πίνακα των μεταβλητών μία ακόμη στήλη για το λογάριθμο της μέσης 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 (logspeed).

5.2.7) Παρουσίαση αποτελεσμάτων

Τα **τελικά αποτελέσματα** που προέκυψαν παρουσιάζονται στους πίνακες που ακολουθούν. Αναφέρεται ότι κάθε φορά που εξεταζόταν κάποιο στατιστικό πρότυπο, χρησιμοποιούνταν, αρχικά, πολλές ανεξάρτητες μεταβλητές και στη

συνέχεια απορρίπτονταν όσες είχαν t μικρότερο από 1,7 για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Πίνακας 5.17: Αποτελέσματα λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για τη μέση ταχύτητα σε ορεινό περιβάλλον (παράγοντας απόσπασης προσοχής: δύσκολη κλήση).

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,762 ^a	,581	,578	,08429

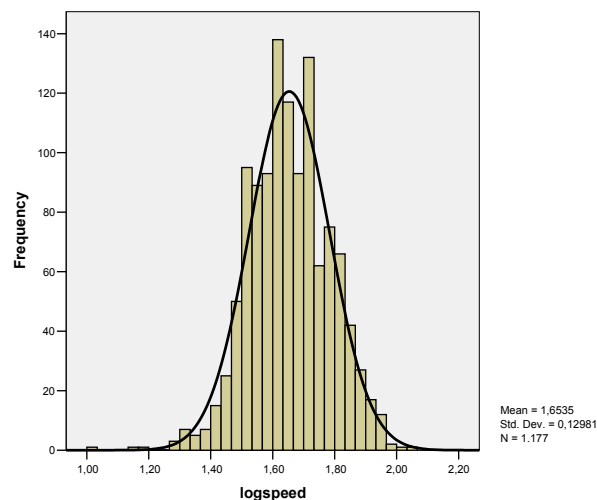
a. Predictors: (Constant), dist_week, TTC, RPM, dang5, call1, A, sex, E

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,416	,016		87,476	,000
	call1	-,010	,005	-,035	-1,808	,071
	E	,138	,005	,523	25,615	,000
	A	-,059	,005	-,214	-10,776	,000
	RPM	5,09E-005	,000	,279	13,842	,000
	sex	-,027	,005	-,103	-5,101	,000
	dang5	-,045	,007	-,123	-6,176	,000
	TTC	6,40E-006	,000	,098	4,955	,000
	dist_week	,017	,005	,066	3,403	,001

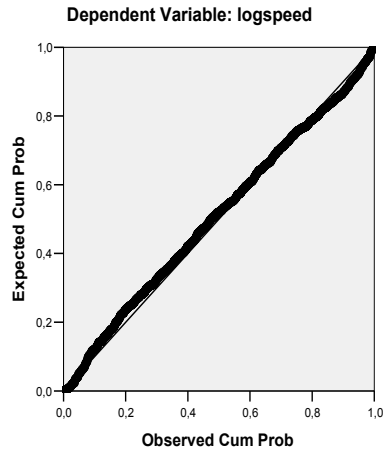
a. Dependent Variable: logspeed

Διάγραμμα 5.5: Ιστόγραμμα συχνοτήτων για τη μέση ταχύτητα σε οδό με ορεινό περιβάλλον (παράγοντας απόσπασης προσοχής: δύσκολη κλήση).



Διάγραμμα 5.6: Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος σε οδό με ορεινό περιβάλλον (παράγοντας απόσπασης προσοχής: δύσκολη κλήση).

Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual



Πίνακας 5.18: Αποτελέσματα λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για τη μέση ταχύτητα σε οδό με ορεινό περιβάλλον (παράγοντας απόσπασης προσοχής: μουσική).

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,786 ^a	,617	,615	,08843

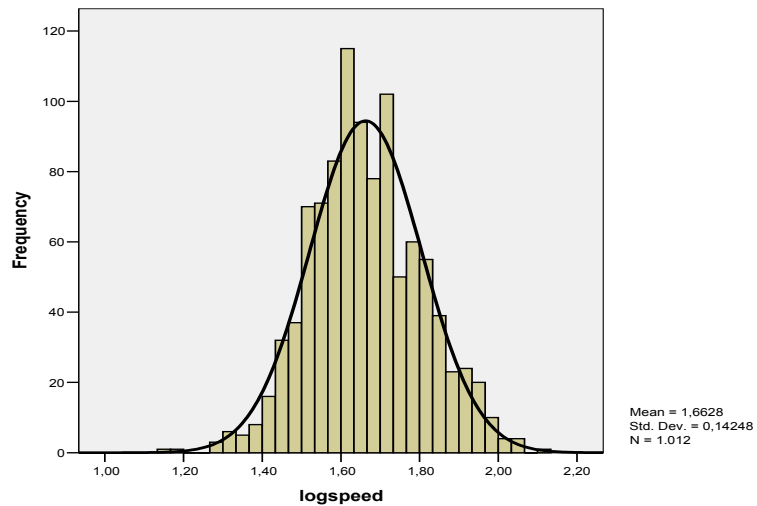
a. Predictors: (Constant), sex, music, DRight, E, RPM, TTC, A

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,438	,019		76,688	,000
	music	,036	,008	,098	4,406	,000
	A	-,052	,008	-,157	-6,695	,000
	RPM	4,97E-005	,000	,257	12,189	,000
	DRight	-,025	,006	-,092	-4,255	,000
	TTC	7,77E-006	,000	,111	4,964	,000
	E	,169	,007	,579	24,959	,000
	sex	-,040	,006	-,138	-6,871	,000

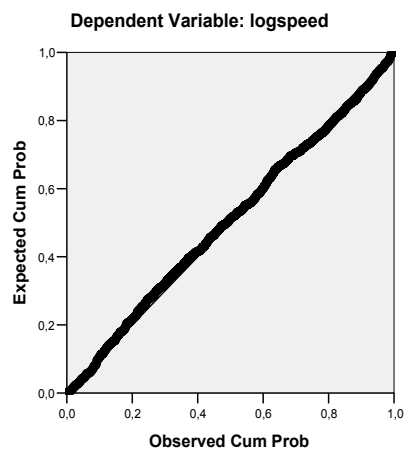
a. Dependent Variable: logspeed

Διάγραμμα 5.7: Ιστόγραμμα συχνοτήτων για τη μέση ταχύτητα σε οδό με ορεινό περιβάλλον (παράγοντας απόσπασης προσοχής: μουσική).



Διάγραμμα 5.8: Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος σε οδό με ορεινό περιβάλλον (παράγοντας απόσπασης προσοχής: μουσική).

Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual



Πίνακας 5.19: Αποτελέσματα λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για τη μέση ταχύτητα σε οδό με ορεινό περιβάλλον (παράγοντας απόσπασης προσοχής: εύκολη κλήση).

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,788 ^a	,621	,617	,08141

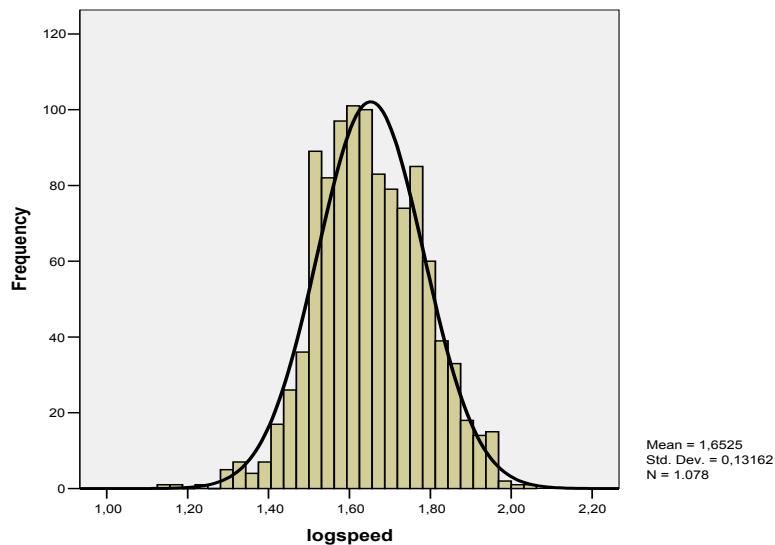
a. Predictors: (Constant), dang5, A, cell_phone_freq2, RPM, call2, TTC, sex, trouble_call2, DRight, E

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,494	,016		92,513	,000
	call2	-,018	,006	-,058	-2,970	,003
	E	,149	,006	,562	25,729	,000
	A	-,062	,006	-,225	-9,654	,000
	RPM	3,59E-005	,000	,199	9,883	,000
	DRight	-,017	,005	-,067	-3,142	,002
	TTC	7,64E-006	,000	,127	5,963	,000
	sex	-,033	,005	-,121	-5,980	,000
	cell_phone_freq2	-,020	,005	-,071	-3,702	,000
	trouble_call2	-,020	,006	-,074	-3,595	,000
	dang5	-,023	,008	-,060	-2,942	,003

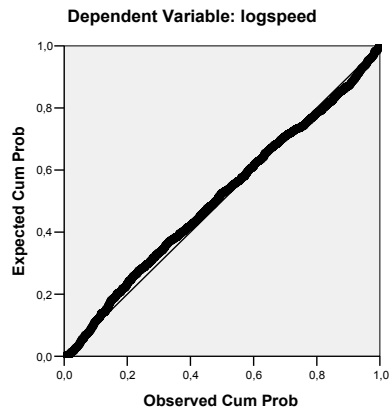
a. Dependent Variable: logspeed

Διάγραμμα 5.9: Ιστόγραμμα συχνοτήτων για τη μέση ταχύτητα σε οδό με ορεινό περιβάλλον (παράγοντας απόσπασης προσοχής: εύκολη κλήση).



Διάγραμμα 5.10: Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος σε οδό με ορεινό περιβάλλον (παράγοντας απόσπασης προσοχής: εύκολη κλήση).

Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual



Πίνακας 5.20: Αποτελέσματα λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για τη μέση ταχύτητα σε οδό με ορεινό περιβάλλον, για το συνδυασμό όλων των παραγόντων απόσπασης προσοχής.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,483 ^a	,234	,230	,11976

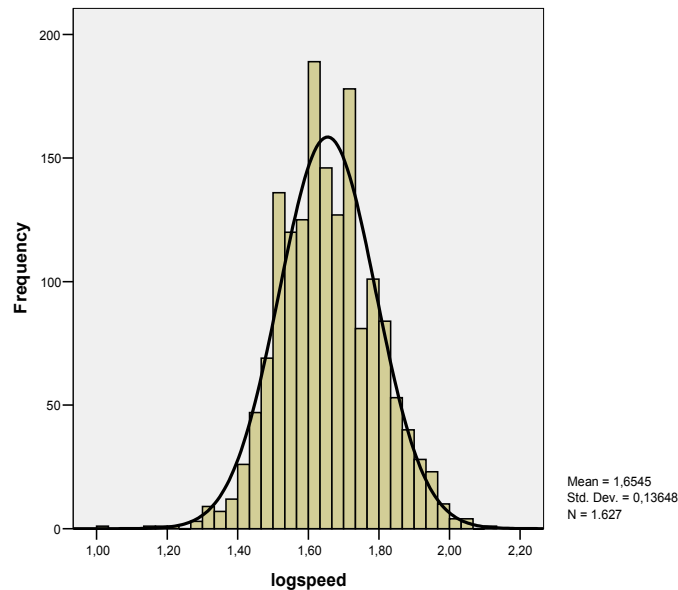
a. Predictors: (Constant), TTL, call2, RPM, trouble_call2, music, DRight, sex, call1

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,490	,016		91,116	,000
	call1	-,027	,008	-,082	-3,491	,000
	music	,040	,010	,094	4,130	,000
	call2	-,022	,009	-,060	-2,626	,009
	RPM	7,11E-005	,000	,385	17,222	,000
	DRight	-,013	,006	-,050	-2,235	,026
	trouble_call2	-,028	,007	-,096	-4,274	,000
	sex	-,031	,006	-,112	-4,925	,000
	TTL	-3,2E-005	,000	-,194	-8,712	,000

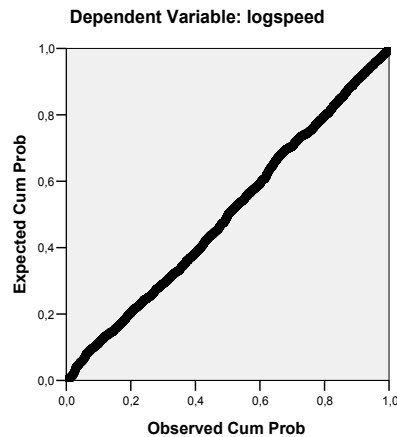
a. Dependent Variable: logspeed

Διάγραμμα 5.11: Ιστόγραμμα συχνοτήτων για τη μέση ταχύτητα σε οδό με ορεινό περιβάλλον, για το συνδυασμό όλων των παραγόντων απόσπασης προσοχής.



Διάγραμμα 5.12: Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος σε οδό με ορεινό περιβάλλον για το συνδυασμό όλων των παραγόντων απόσπασης προσοχής.

Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual



Από τους παραπάνω πίνακες και διαγράμματα παρατηρούνται τα εξής:

- ♦ Ο συντελεστής R^2 ισούται με:
 - 0,581 στο μοντέλο που αφορά στην χρήση κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση (δύσκολη κλήση),

- 0,617 στο μοντέλο που αφορά στη μουσική κατά τη οδήγηση,
- 0,621 στο μοντέλο που αφορά στην χρήση κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση (εύκολη κλήση),
- 0,234 στο μοντέλο που αφορά στο συνδυασμό όλων των παραγόντων απόσπασης της προσοχής κατά την οδήγηση (δύσκολη κλήση, εύκολη κλήση, μουσική).
- ♦ Οι ανεξάρτητες μεταβλητές παρουσιάζουν ομοιότητες και στα τέσσερα μοντέλα.
- ♦ Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν έχουν συντελεστή t μεγαλύτερο από 1,7, άρα παρουσιάζουν υψηλό επίπεδο εμπιστοσύνης.
- ♦ Οι τιμές και τα πρόσημα των συντελεστών παλινδρόμησης b_i οδηγούν σε συμπεράσματα με φυσική έννοια που μπορεί να εξηγηθεί.

5.2.8) Περιγραφή αποτελεσμάτων των μοντέλων

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

I. MONTELO 1: Η μαθηματική σχέση για τη «**δύσκολη**» συνομιλία:

$$\text{logspeed} = - 0,010 \times \text{call1} + 0,138 \times \text{E} - 0,059 \times \text{A} + (5,09 \times 10^{-5}) \times \text{RPM} + (6,40 \times 10^{-6}) \times \text{TTC} - 0,027 \times \text{sex} - 0,045 \times \text{dang5} + 0,017 \times \text{dist_week} + 1,416$$

II. MONTELO 2: Η μαθηματική σχέση για τη **μουσική**:

$$\text{logspeed} = + 0,036 \times \text{music} - 0,052 \times \text{A} + 0,169 \times \text{E} + (4,97 \times 10^{-5}) \times \text{RPM} - 0,025 \times \text{DRight} + (7,77 \times 10^{-6}) \times \text{TTC} - 0,040 \times \text{sex} + 1,438$$

III. **ΜΟΝΤΕΛΟ 3:** Η μαθηματική σχέση για την «εύκολη» συνομιλία:

$$\begin{aligned} \text{logspeed} = & - 0,018 \times \text{call2} + 0,149 \times \text{E} - 0,062 \times \text{A} + (3,59 \times 10^{-5}) \times \text{RPM} - \\ & 0,017 \times \text{DRight} + (7,64 \times 10^{-6}) \times \text{TTC} - 0,033 \times \text{sex} - 0,020 \times \\ & \text{cell_phone_freq2} - 0,023 \times \text{dang5} - 0,020 \times \text{trouble_call2} + 1,494 \end{aligned}$$

IV. **ΜΟΝΤΕΛΟ 4:** Η μαθηματική σχέση για το συνδυασμό των παραγόντων απόσπασης προσοχής, «δύσκολη» κλήση, μουσική, «εύκολη» κλήση :

$$\begin{aligned} \text{logspeed} = & - 0,027 \times \text{call1} + 0,040 \times \text{music} - 0,022 \times \text{call2} + (7,11 \times 10^{-5}) \times \\ & \text{RPM} - 0,013 \times \text{DRight} - 0,031 \times \text{sex} - (3,20 \times 10^{-5}) \times \text{TTL} \\ & - 0,028 \times \text{trouble_call2} + 1,490 \end{aligned}$$

όπου:

call1:	εάν στο συγκεκριμένο τμήμα ο οδηγός μιλάει στο κινητό τηλέφωνο («δύσκολη» κλήση) (1=Ναι, 0=Όχι)
music:	εάν στο συγκεκριμένο τμήμα ο οδηγός ακούει μουσική (1=Ναι, 0=Όχι)
call2 :	εάν στο συγκεκριμένο τμήμα ο οδηγός μιλάει στο κινητό τηλέφωνο («εύκολη» κλήση) (1=Ναι, 0=Όχι)
E:	ευθυγραμμία οδού (1=Ναι, 0=Όχι)
A:	ανωφέρεια (1=Ναι, 0=Όχι)
RPM:	μέσος αριθμός στροφών κινητήρα ανά λεπτό
DRight:	μέση απόσταση οχήματος από τη δεξιά οριογραμμή της οδού σε μέτρα
TTC:	μέσος χρόνος έως τη σύγκρουση σε δευτερόλεπτα
sex:	φύλο (1=Γυναίκα, 0=Ανδρας)
Acc_mob:	εάν ο οδηγός είχε εμπλακεί ποτέ σε ατύχημα ενώ μιλούσε στο κινητό (1=Ναι, 0=Όχι)

cell_phone_freq2:	εάν ο οδηγός χρησιμοποιεί το κινητό του κατά την οδήγηση περισσότερο από μία φορά τη μέρα (1=Ναι, 0=Όχι)
dang5:	εάν ο οδηγός θεωρεί πολύ επικίνδυνη τη χρήση κινητού κατά την οδήγηση (1=Ναι, 0=Όχι)
trouble_call2:	εάν ο οδηγός παρουσίασε δυσκολία στην απάντηση της ερώτησης της «εύκολης» κλήσης (1=Ναι, 0=Όχι)
dist_week:	εβδομαδιαία διανυόμενη απόσταση πάνω από το μέσο όρο (1=Ναι, 0=Όχι)
TTL:	ο χρόνος μέχρι να ξεπεράσει το όχημα τα όρια της οδού σε δευτερόλεπτα

« Δύσκολη » κλήση:

Το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής «call1» και στα δύο μοντέλα υποδηλώνει ότι αύξηση της τιμής της διακριτής αυτής μεταβλητής, συνεπάγεται μείωση της μέσης ταχύτητας του οδηγού. Συνεπώς, **η χρήση κινητού κατά την οδήγηση με συνομιλία που ορίστηκε ως δύσκολη στο πείραμα** (τιμή 1 της μεταβλητής) **επιφέρει μείωση στην μέση ταχύτητα**. Το αποτέλεσμα αυτό θεωρείται εύλογο και αναμενόμενο αφού όπως προαναφέρθηκε στην ανάλυση διαφόρων ερευνών, η μείωση της ταχύτητας λειτουργεί ως αντισταθμιστικός παράγοντας στις αυξημένες πνευματικές απαιτήσεις που προκαλεί η χρήση του κινητού κατά την οδήγηση. Σημειώνεται ότι η συνομιλία σε αυτή την κλήση είχε το χαρακτήρα καθημερινής φιλικής κουβέντας στα πλαίσια της οποίας όμως οι οδηγοί καλούνταν να απαντήσουν και σε μια απλή μαθηματική πράξη στην οποία, όπως προαναφέρθηκε στο κεφάλαιο 4, απάντησε σωστά ένα πολύ μικρό ποσοστό των συμμετεχόντων (45% των ανδρών και 26% των γυναικών) και γενικά οι περισσότεροι παρουσίαζαν μεγάλη δυσκολία στο να συμμετέχουν στη συζήτηση και να οδηγούν ταυτόχρονα.

Μουσική:

Η μεταβλητή «music» παρουσιάζεται με θετικό πρόσημο. Παρατηρήθηκε δηλαδή ότι αύξηση της τιμής της διακριτής αυτής μεταβλητής συνεπάγεται

αύξηση της μέσης ταχύτητας του οδηγού. Συνεπώς, **η ύπαρξη μουσικής κατά τη διάρκεια της οδήγησης** (τιμή 1 της μεταβλητής) **επιφέρει αύξηση στη μέση ταχύτητα του οδηγού**. Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί ότι το μουσικό απόσπασμα που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα ήταν έντονη, ροκ μουσική (Rage against the machine - Sleep now in the fire), γρήγορου ρυθμού και σε υψηλή ένταση. Η αύξηση της μέσης ταχύτητας λόγω της μουσικής μπορεί να οφείλεται στο ότι οι οδηγοί ενδεχομένως να παρασύρονταν από το τραγούδι και το ρυθμό του ανεξάρτητα ωστόσο από τις μουσικές τους προτιμήσεις ή τη γνώμη τους για το συγκεκριμένο απόσπασμα. Όπως προαναφέρθηκε στο κεφάλαιο 4, το 51% των συμμετεχόντων δήλωσε μετά το πείραμα ότι το τραγούδι τους άρεσε πολύ, το 30% ότι ήταν ενοχλητικό και το 19% ότι ήταν αδιάφορο, καμία όμως από αυτές τις μεταβλητές δεν εμφανίστηκε στατιστικά σημαντική στα μαθηματικά μοντέλα των ταχυτήτων.

«Εύκολη» κλήση:

Ομοίως με την μεταβλητή «δύσκολη» κλήση το αποτέλεσμα ήταν το αναμενόμενο. Το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής «call2» και στα δύο μοντέλα όπου εμφανίζεται υποδηλώνει ότι αύξηση της τιμής της διακριτής αυτής μεταβλητής, συνεπάγεται μείωση της μέσης ταχύτητας του οδηγού. Συνεπώς, **η χρήση κινητού κατά την οδήγηση με συνομιλία που ορίστηκε ως εύκολη στο πείραμα** (τιμή 1 της μεταβλητής) **επιφέρει μείωση στην μέση ταχύτητα**, ως άμεση συνέπεια της προσπάθειας των οδηγών να αντισταθμίσουν την αυξημένη επικινδυνότητα. Σημειώνεται ότι η συνομιλία στην δεύτερη κλήση είχε και αυτή καθημερινό ύφος με τη διαφορά ότι οι οδηγοί καλούνταν να δώσουν στον συντονιστή μια οδηγία μετάβασης από ένα κεντρικό σημείο της Αθήνας σε ένα άλλο. Στην ερώτηση αυτή, όπως προαναφέρθηκε στο κεφάλαιο 4, απάντησαν σωστά οι περισσότεροι συμμετέχοντες (66% των ανδρών και 63% των γυναικών) χωρίς να παρουσιάζουν ιδιαίτερη δυσκολία.

Μέσος αριθμός στροφών κινητήρα μηχανής οχήματος:

Η συνεχής μεταβλητή RPM εμφανίζεται σε όλα τα μοντέλα των ταχυτήτων με θετικό πρόσημο. Συνεπώς, **αυξημένος μέσος αριθμός στροφών κινητήρα οδηγεί σε αύξηση της ταχύτητας**. Το αποτέλεσμα αυτό θεωρείται εύλογο

καθώς είναι φυσικό ότι η οδήγηση σε αυξημένες στροφές επιφέρει αύξηση της ταχύτητας του οχήματος.

Μέση απόσταση από τη δεξιά οριογραμμή της οδού:

Η συνεχής μεταβλητή «DRight» εμφανίζεται στα τρία τελευταία μαθηματικά μοντέλα των ταχυτήτων με αρνητικό πρόσημο. Παρατηρήθηκε δηλαδή ότι αύξηση της τιμής της μεταβλητής συνεπάγεται μείωση της μέσης ταχύτητας του οδηγού. Συνεπώς, **η αύξηση της απόστασης του οχήματος από το δεξί άκρο της οδού επιφέρει μείωση της ταχύτητας**. Σημειώνεται ότι στο περιβάλλον προσομοίωσης του πειράματος η οδός ήταν διπλής κατεύθυνσης, με μία λωρίδα ανά κατεύθυνση ενώ δεν υπήρχε πουθενά διαχωριστική νησίδα ανάμεσα στα δύο ρεύματα κυκλοφορίας. Επομένως το παραπάνω συμπέρασμα θα μπορούσε να εξηγηθεί από το ότι σε τέτοιες συνθήκες, όσο πλησιέστερα στο κέντρο κινείται το όχημα, τόσο εντείνεται στον οδηγό η αίσθηση του κινδύνου λόγω των αντίθετα ερχόμενων οχημάτων και έτσι μειώνει ταχύτητα ώστε να εξασφαλίσει καλύτερο έλεγχο του οχήματος.

Μέσος χρόνος μέχρι τη σύγκρουση με εμπόδιο ή όχημα:

Η συνεχής μεταβλητή «TTC» παρουσιάζεται στα τρία πρώτα μοντέλα με θετικό πρόσημο, δηλαδή αύξηση της τιμής της μεταβλητής συνεπάγεται αύξηση της μέσης ταχύτητας του οδηγού. Δηλαδή, **όσος περισσότερος χρόνος απομένει για την πιθανή «σύγκρουση» του οχήματος με ένα εμπόδιο, τόσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα του οδηγού**. Το αποτέλεσμα αυτό φαίνεται να είναι λογικό και ερμηνεύεται με την υπόθεση ότι οι οδηγοί αναπτύσσουν μεγαλύτερη ταχύτητα όταν ένα εμπόδιο βρίσκεται σε μακρινή απόσταση ενώ όσο πλησιάζουν, όσο μειώνεται δηλαδή ο χρόνος προς τη σύγκρουση, αντιδρούν στο επερχόμενο ατύχημα και μειώνουν ταχύτητα μέχρι να ακινητοποιήσουν το όχημα.

Παρουσία ευθυγραμμίας στην οδό:

Η διακριτή μεταβλητή «E» εμφανίζεται σε τρία μοντέλα με θετικό πρόσημο, δηλαδή αύξηση της τιμής της διακριτής μεταβλητής συνεπάγεται αύξηση της μέσης ταχύτητας του οδηγού. Συνεπώς, **η παρουσία ευθυγραμμίας στην οδό**

(τιμή 1 της μεταβλητής) **επιφέρει αύξηση στην μέση ταχύτητα**. Η σχέση αυτή μεταξύ της ευθυγραμμίας και της ταχύτητας ήταν αναμενόμενη αφού σε αντίθεση με τις στροφές, οι οδηγοί σε τέτοια τμήματα της οδού έχουν το περιθώριο να αναπτύσσουν μεγαλύτερες ταχύτητες.

Θετική κλίση κατά μήκος της οδού:

Η διακριτή μεταβλητή «A» δηλώνει την ύπαρξη ή μη ανωφέρειας και εμφανίζεται σε τρία μοντέλα με αρνητικό πρόσημο, συνεπώς αύξηση της τιμής της διακριτής μεταβλητής σημαίνει μείωση της μέσης ταχύτητας του οδηγού. Δηλαδή, **η ύπαρξη θετικής κατά μήκος κλίσης** (τιμή 1 της μεταβλητής) **προκαλεί μείωση της μέσης ταχύτητας του οδηγού**, συμπέρασμα επίσης αναμενόμενο αφού η θετική κλίση της οδού δημιουργεί συνιστώσα βαρυτικής δύναμης αντίρροπης της κατεύθυνσης κίνησης του οχήματος.

Φύλο:

Η διακριτή μεταβλητή «sex» εμφανίζεται σε όλες τις μαθηματικές σχέσεις των ταχυτήτων με αρνητικό πρόσημο το οποίο δηλώνει μείωση της μέσης ταχύτητας με την αύξηση της τιμής της μεταβλητής. Επειδή η μεταβλητή παίρνει την τιμή 1 για τις γυναίκες και την τιμή 0 για τους άνδρες, προκύπτει ότι **οι γυναίκες οδηγούν σε χαμηλότερες ταχύτητες από τους άνδρες, σε όλα τα σενάρια οδήγησης με περισπασμούς** (εύκολη και δύσκολη συνομιλία στο κινητό, μουσική). Το συμπέρασμα αυτό επιβεβαιώνει τα αποτελέσματα της διεθνούς βιβλιογραφίας που διαχωρίζουν τα δύο φύλα ως προς την οδηγική τους συμπεριφορά, με τις γυναίκες στην πλειοψηφία τους να θεωρούνται πιο επιφυλακτικές και να οδηγούν σε χαμηλότερες ταχύτητες σε σύγκριση με τους άντρες.

Ο οδηγός χρησιμοποιεί το κινητό περισσότερο από μία φορά την ημέρα:

Η διακριτή μεταβλητή «cell_phone_freq2» ανήκει στις μεταβλητές που τέθηκαν στην επεξεργασία ώστε να συμπεριληφθούν στην ανάλυση τα χαρακτηριστικά και οι συνήθειες των οδηγών, και εκφράζει τη συχνότητα στην οποία ο κάθε συμμετέχων συνηθίζει να χρησιμοποιεί το κινητό του τηλέφωνο κατά την οδήγηση, στην καθημερινή του ζωή. Εμφανίζεται με αρνητικό πρόσημο, δηλαδή

η αύξηση της μεταβλητής επιφέρει μείωση της μέσης ταχύτητας. Συνεπώς, τα άτομα που συνηθίζουν να χρησιμοποιούν το κινητό τους τηλέφωνο στην οδήγηση περισσότερο από μια φορά την ημέρα (τιμή 1 της μεταβλητής) τείνουν να οδηγούν σε μικρότερες ταχύτητες. Το συμπέρασμα αυτό θα μπορούσε να εξηγηθεί με την παρατήρηση ότι οι οδηγοί που συνηθίζουν να χρησιμοποιούν το κινητό στην οδήγηση σε καθημερινή βάση, ενδεχομένως να έχουν έρθει πιο συχνά αντιμέτωποι με τους κινδύνους που ενέχει αυτή η συμπεριφορά και να έχουν εξοικειωθεί με το να μειώνουν την ταχύτητά τους ώστε να αντεπεξέρχονται στις αυξημένες κινητικές και πνευματικές απαιτήσεις. Φαίνεται λοιπόν πώς αυτή τη συμπεριφορά τη μετέφεραν και στο πείραμα, κατά την οδήγηση με εύκολη και δύσκολη συνομιλία στο κινητό τηλέφωνο.

Ο οδηγός θεωρεί πολύ επικίνδυνη τη χρήση του κινητού κατά την οδήγηση:

Η διακριτή μεταβλητή «dang5» εκφράζει την προσωπική αντίληψη του οδηγού ως προς τον κίνδυνο που μπορεί να ενέχει η χρήση του κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση. Παρουσιάζεται στα δύο μοντέλα της εύκολης και δύσκολης κλήσης με αρνητικό πρόσημο, που σημαίνει ότι αύξηση της τιμής της μεταβλητής επιφέρει μείωση της μέσης ταχύτητας. Συνεπώς, **οι οδηγοί που θεωρούν ότι η χρήση του κινητού τηλεφώνου στην οδήγηση είναι πολύ επικίνδυνη** (τιμή 1 της μεταβλητής) **οδηγούν σε μειωμένες ταχύτητες όταν το χρησιμοποιούν**. Το συμπέρασμα αυτό είναι λογικό, αφού όσο πιο φοβισμένος είναι ένας οδηγός ως προς τη χρήση του κινητού στην οδήγηση, τόσο πιο πολύ μειώνει την ταχύτητα του οχήματος όταν αναγκάζεται να το χρησιμοποιήσει, ώστε να αποκτήσει καλύτερο έλεγχο των ενεργειών του και μεγαλύτερη αίσθηση ασφάλειας.

Ο οδηγός δυσκολεύτηκε να απαντήσει στην ερώτηση της «εύκολης» κλήσης:

Η διακριτή μεταβλητή «trouble_call2» δηλώνει αν ο οδηγός δυσκολεύτηκε ή όχι να απαντήσει στην ερώτηση που του τέθηκε από τον συντονιστή μέσω της «εύκολης» κλήσης κατά τη διάρκεια της οδήγησης. Εμφανίζεται στο συνδυαστικό μοντέλο και στο μοντέλο της «εύκολης» κλήσης με αρνητικό πρόσημο, που σημαίνει ότι αύξηση της τιμής της μεταβλητής επιφέρει μείωση της μέσης ταχύτητας. Επομένως, **η αυξημένη δυσκολία του οδηγού να**

ανταποκριθεί σε συνομιλία μέσω κινητού, η οποία απαιτεί κάποια πνευματική εγρήγορση (τιμή 1 της μεταβλητής) επιφέρει μείωση της μέσης ταχύτητας. Το συμπέρασμα αυτό επιβεβαίωσε την υπόθεση ότι στην περίπτωση όπου μια συνομιλία στο κινητό επιφέρει δυσκολία στον οδηγό σε νοητικό επίπεδο, η προσπάθεια αυτού να ανταποκριθεί σε πολλές εγκεφαλικές διεργασίες ταυτόχρονα μεταφράζεται με τη μείωση της ταχύτητας που λειτουργεί ως αντισταθμιστικός παράγοντας. Συμπερασματικά, οι οδηγοί που δυσκολεύονται νοητικά να ανταποκριθούν σε μια συνομιλία μέσω κινητού οδηγούν σε χαμηλότερες ταχύτητες σε σύγκριση με τους υπόλοιπους.

Εβδομαδιαία διανυόμενη απόσταση πάνω από τον μέσο όρο:

Η διακριτή μεταβλητή «dist_week» εμφανίζεται στο πρώτο μοντέλο με θετικό πρόσημο, δηλαδή αύξησή της συνεπάγεται αύξηση της εξαρτημένης μεταβλητής. Συνεπώς, **όταν ένας οδηγός διανύει εβδομαδιαία απόσταση μεγαλύτερη από το μέσο όρο της απόστασης που διανύουν όλοι οι οδηγοί (τιμή 1 της μεταβλητής), έχει αυξημένη μέση ταχύτητα σε σχέση με τους υπόλοιπους.** Αυτό αποδίδεται στο γεγονός ότι οι οδηγοί αυτοί που διανύουν περισσότερα χιλιόμετρα την εβδομάδα είναι πιο έμπειροι και έχουν μεγαλύτερη αυτοπεποίθηση κατά την οδήγηση επομένως συνηθίζουν να οδηγούν σε μεγαλύτερες ταχύτητες.

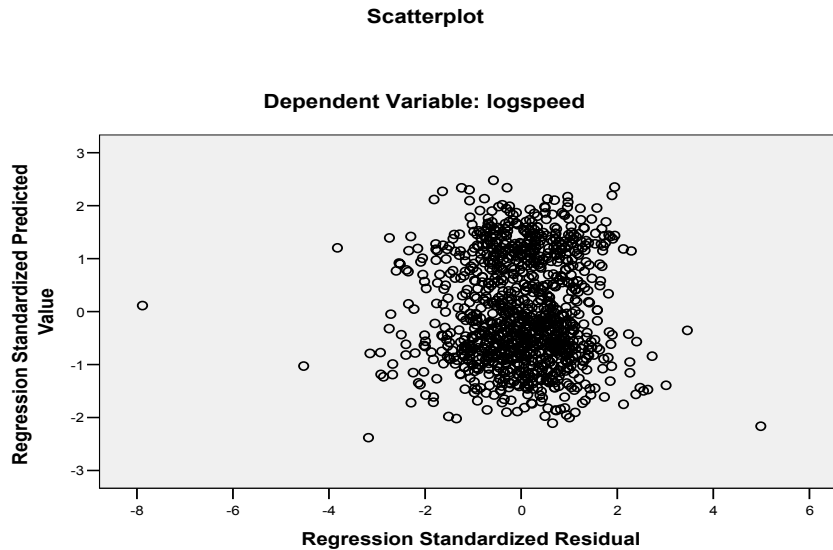
Χρόνος μέχρι να ξεπεράσει το όχημα τα όρια της οδού:

Η μεταβλητή «TTL» εμφανίζεται μόνο στο συνδυαστικό μοντέλο με αρνητικό πρόσημο που σημαίνει ότι η αύξησή της προκαλεί μείωση στη μέση ταχύτητα. Συνεπώς, **η αύξηση του χρόνου μέχρι να ξεπεράσει το όχημα τα όρια της οδού συνεπάγεται μείωση της μέσης ταχύτητας του οδηγού.** Όσο περισσότερο απέχει χρονικά το όχημα από τα όρια του δρόμου τόσο πιο προσεκτικά οδηγεί κάποιος οδηγός. Στα πλαίσια λοιπόν της πιο ασφαλούς αυτής οδηγικής συμπεριφοράς, ίσως οι οδηγοί συνηθίζουν να έχουν μικρότερες ταχύτητες.

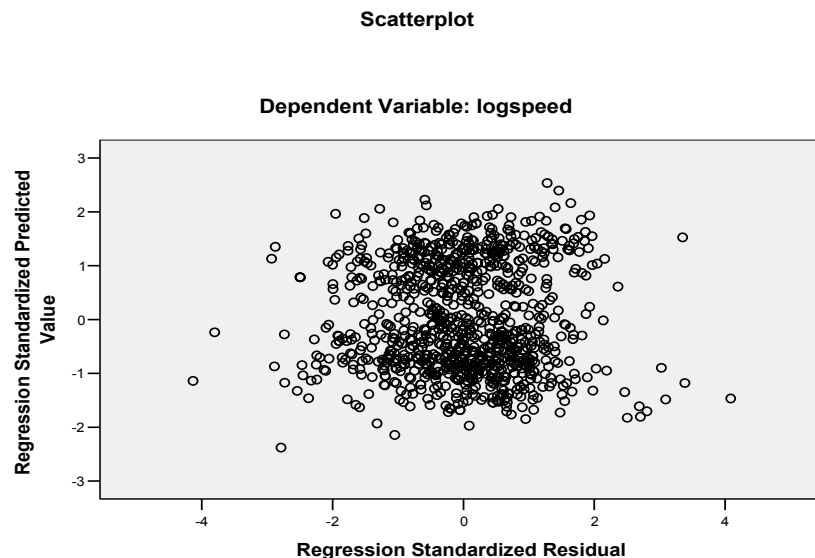
Ένας τελευταίος έλεγχος είναι εκείνος που φαίνεται στα διαγράμματα που ακολουθούν, όπου ο άξονας X αντιπροσωπεύει το μέγεθος zresid (Standard

residual), δηλαδή τα τυπικά σφάλματα και ο άξονας Ψ το μέγεθος z_{pred} (Standardized Predicted Value), δηλαδή τις προβλεπόμενες τιμές του μοντέλου.

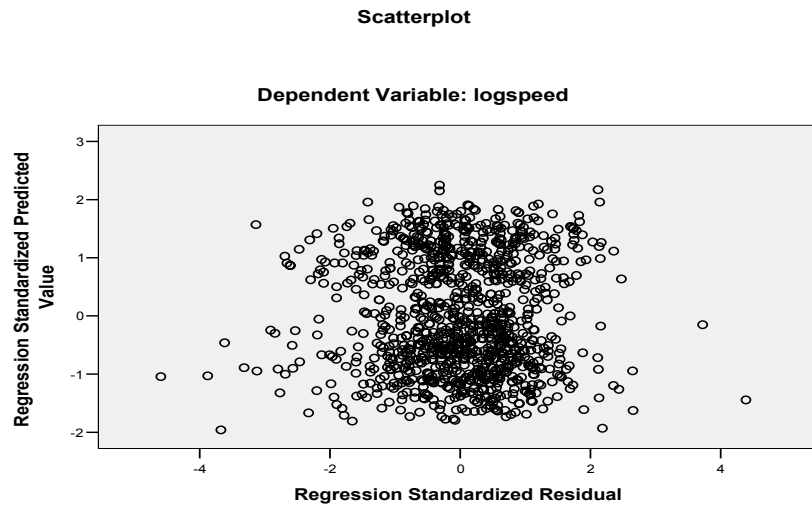
Διάγραμμα 5.13: Συσχέτιση και διασπορά των σφαλμάτων στο μοντέλο της μέσης ταχύτητας που αφορά στη χρήση κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση (δύσκολη κλήση).



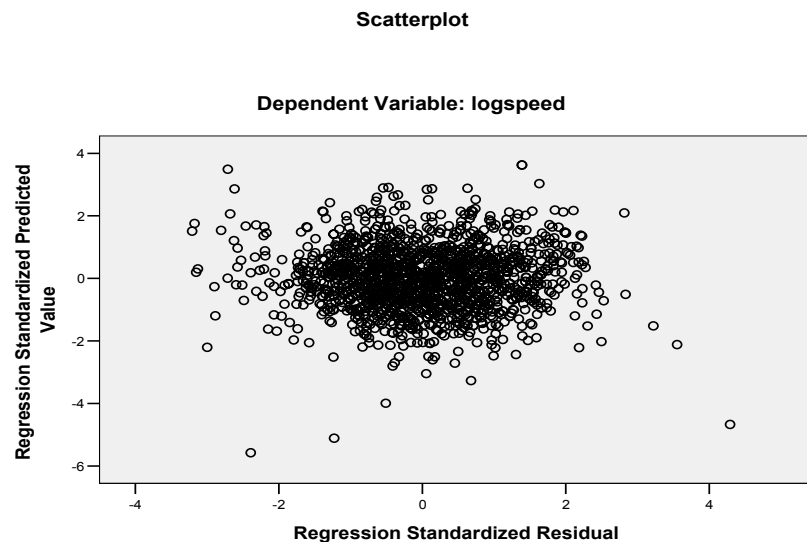
Διάγραμμα 5.14: Συσχέτιση και διασπορά των σφαλμάτων στο μοντέλο της μέσης ταχύτητας που αφορά στη μουσική κατά την οδήγηση.



Διάγραμμα 5.15: Συσχέτιση και διασπορά των σφαλμάτων στο μοντέλο της μέσης ταχύτητας που αφορά στη χρήση κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση (εύκολη κλήση).



Διάγραμμα 5.16: Συσχέτιση και διασπορά των σφαλμάτων στο μοντέλο της μέσης ταχύτητας που αφορά στο συνδυασμό όλων των παραγόντων απόσπασης προσοχής κατά την οδήγηση.



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.

5.2.9) 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 στη μεταβολή μιας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών. Η ελαστικότητα είναι ένα αδιάστατο μέγεθος, που σε αντίθεση με τους συντελεστές των μεταβλητών των μοντέλων, δεν εξαρτάται από τις μονάδες μέτρησης των μεταβλητών. Σε συνδυασμό με το πρόσημο των συντελεστών, είναι πιθανό να προσδιοριστεί αν η αύξηση κάποιας ανεξάρτητης μεταβλητής επιφέρει αύξηση ή μείωση στην εξαρτημένη. Είναι πολλές φορές ορθότερο να εκφραστεί η ευαισθησία ως ποσοστιαία μεταβολή της εξαρτημένης μεταβλητής που προκαλεί η 1% μεταβολή της ανεξάρτητης.

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

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

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 $e_i = \beta_i \cdot (X_i / Y_i)$, όπου β_i ο συντελεστής της εξεταζόμενης ανεξάρτητης μεταβλητής, X_i η τιμή της και Y_i η τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής. Για την εξαγωγή της τιμής της σχετικής επιρροής, υπολογίστηκε ο μέσος όρος των ανωτέρω τιμών.

Πίνακας 5.21: Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλων μέσης ταχύτητας

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Δύσκολη συνομιλία στο κινητό				Μουσική				Εύκολη συνομιλία στο κινητό				Συνδυασμός παραγόντων			
	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 [*]
Συνεχείς μεταβλητές																
Μέσος αριθμός στροφών κινητήρα	5,09E-05	13,842	0,097	3,009	4,97E-05	12,189	0,092	3,884	3,59E-05	9,883	0,068	4,168	7,11E-05	17,222	0,135	18,917
Μέση απόσταση οχήματος από δεξιά οριογραμμή της οδού	-	-	-	-	-0,025	-4,255	-0,024	-1,000	-1,70E-02	-3,142	-0,016	-1,000	-0,013	-2,235	-0,013	-1,860
Μέσος χρόνος για τη σύγκρουση	6,40E-06	4,955	0,032	1,000	7,77E-06	4,964	0,039	1,656	7,64E-06	5,963	0,038	2,334	-	-	-	-
Χρόνος μέχρι να ξεπεράσει το όχημα τα όρια της οδού	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-3,20E-05	-8,712	-0,007	-1,000
Διακριτές μεταβλητές																
Δύσκολη κλήση	-0,010	-1,808	-0,002	-1,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,027	-3,491	-0,004	-1,646
Μουσική	-	-	-	-	0,036	4,406	0,004	1,000	-	-	-	-	0,040	4,130	0,003	1,281
Εύκολη κλήση	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,018	-2,970	-0,003	-1,287	-0,022	-2,626	-0,002	-1,000
Ευθεία	0,138	25,615	0,032	17,340	0,169	24,959	0,037	9,245	0,149	25,729	0,038	18,425	-	-	-	-
Ανωφέρεια	-0,059	-10,776	-0,012	-6,741	-0,052	-6,695	-0,008	-2,020	-0,062	-9,654	-0,014	-6,865	-	-	-	-
Φύλο	-0,027	-5,101	-0,007	-3,688	-0,040	-6,871	-0,010	-2,445	-0,033	-5,980	-0,008	-3,931	-0,031	-4,925	-0,008	-3,507
Εβδομαδιαία διανυόμενη απόσταση πάνω από το μέσο όρο	0,017	3,403	0,004	2,261	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Χρήση κινητού κατά την οδήγηση περισσότερο από μια φορά τη μέρα	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,020	-3,702	-0,004	-1,913	-	-	-	-
Θεώρηση χρήσης κινητού κατά την οδήγηση ως επικίνδυνης	-0,045	-6,176	-0,004	-2,264	-	-	-	-	-0,023	-2,942	-0,002	-1,000	-	-	-	-
Δυσκολία στην απάντηση της ερώτησης στην εύκολη κλήση	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,020	-3,595	-0,004	-2,078	-0,028	-4,274	-0,006	-2,612
R ²	0.581				0.617				0.621				0.234			

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:

♦ **Μοντέλο 1: εξέταση του παράγοντα «δύσκολη» κλήση.**

- ➔ Οι μεταβλητές “θεώρηση της χρήσης κινητού κατά την οδήγηση ως επικίνδυνης” και “εβδομαδιαία διανυόμενη απόσταση πάνω από το μέσο όρο” έχουν την ίδια επιρροή στη μέση ταχύτητα η οποία είναι 2,26 φορές μεγαλύτερη σε σύγκριση με την επιρροή της “δύσκολης κλήσης”.
- ➔ Η “ανωφέρεια” και το “φύλο” επηρεάζουν 6,7 και 3,7 φορές περισσότερο την ταχύτητα από τη “δύσκολη κλήση”.

♦ **Μοντέλο 2: εξέταση του παράγοντα μουσική.**

- ➔ Η “ανωφέρεια” και το “φύλο” επηρεάζουν 2 και 2,4 φορές περισσότερο την ταχύτητα από τη “μουσική”.

♦ **Μοντέλο 3: εξέταση του παράγοντα «εύκολη» κλήση.**

- ➔ Η μεταβλητή “εύκολη κλήση” που εξετάζεται στο συγκεκριμένο μοντέλο έχει 1,3 φορές μεγαλύτερη επιρροή στη μέση ταχύτητα από τη “θεώρηση της χρήσης κινητού κατά την οδήγηση ως επικίνδυνης”.
- ➔ Η “χρήση κινητού κατά την οδήγηση περισσότερο από μια φορά τη μέρα” και η “δυσκολία στην απάντηση της ερώτησης στη δεύτερη κλήση” επηρεάζουν στον ίδιο βαθμό την ταχύτητα, που είναι 2 φορές μεγαλύτερος από αυτόν της μεταβλητής “εύκολη κλήση”.
- ➔ Το “φύλο” και η “ανωφέρεια” έχουν τριπλάσια και πενταπλάσια αντίστοιχα επιρροή στην ταχύτητα από την “εύκολη κλήση”.

♦ **Μοντέλο 4: εξέταση του συνδυασμού των παραγόντων απόσπασης προσοχής, «δύσκολη» κλήση, μουσική, «εύκολη» κλήση.**

- ➔ Η “μουσική” και η “δύσκολη κλήση” έχουν μεγαλύτερη επιρροή στη μέση ταχύτητα από τη μεταβλητή “εύκολη κλήση”. Πιο συγκεκριμένα, η “μουσική” έχει 1,3 φορές και η “δύσκολη κλήση” 1,7 φορές μεγαλύτερη επιρροή στην ταχύτητα σε σύγκριση με την “εύκολη κλήση”.
- ➔ Οι μεταβλητές “φύλο” και “δυσκολία στην απάντηση της ερώτησης στη δεύτερη κλήση” επηρεάζουν αντίστοιχα 2 και 1,6 φορές περισσότερο την ταχύτητα αν συγκριθούν με τη “δύσκολη κλήση”.

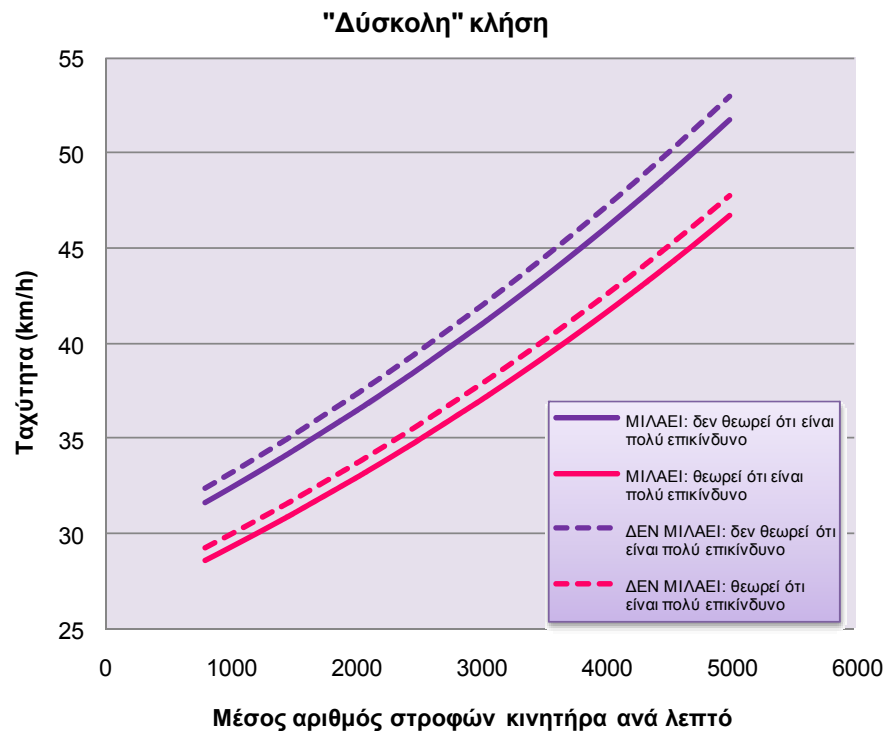
Ως γενικά συμπεράσματα αναφέρεται ότι:

- ➔ Η χρήση του κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση μειώνει την ταχύτητα οδήγησης ανεξάρτητα από το επίπεδο δυσκολίας της τηλεφωνικής συνομιλίας, σε αντίθεση με τη μουσική η οποία συντελεί στην αύξησή της.
- ➔ Η μεταβλητή “**φύλο**” εμφανίζεται και στα τέσσερα μοντέλα με αρνητικό πρόσημο και με την ίδια περίπου επιρροή στην ταχύτητα (με τιμές από -0,007 έως -0,010). Προκύπτει λοιπόν ότι οι γυναίκες οδηγούν με μικρότερες ταχύτητες από τους άνδρες ανεξάρτητα από το είδος του παράγοντα απόσπασης της προσοχής και ότι σε όλα τα μοντέλα το φύλο επηρεάζει στον ίδιο βαθμό την ταχύτητα.
- ➔ Όσον αφορά στις συνεχείς μεταβλητές, ο “**μέσος αριθμός στροφών κινητήρα**” παρουσιάζει τη μεγαλύτερη επιρροή στην ταχύτητα σε όλα τα μοντέλα.

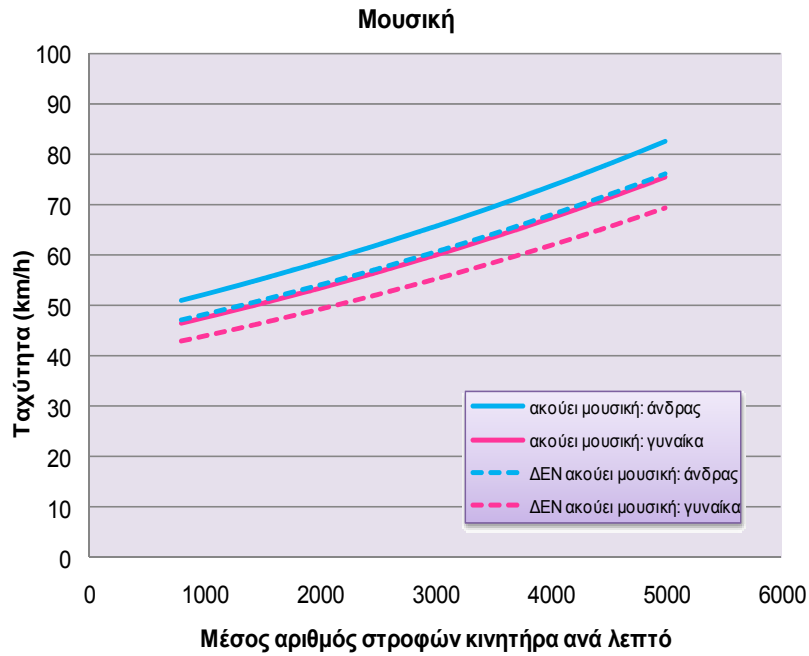
5.2.10) Ανάλυση ευαισθησίας

Στο παρόν υποκεφάλαιο 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.

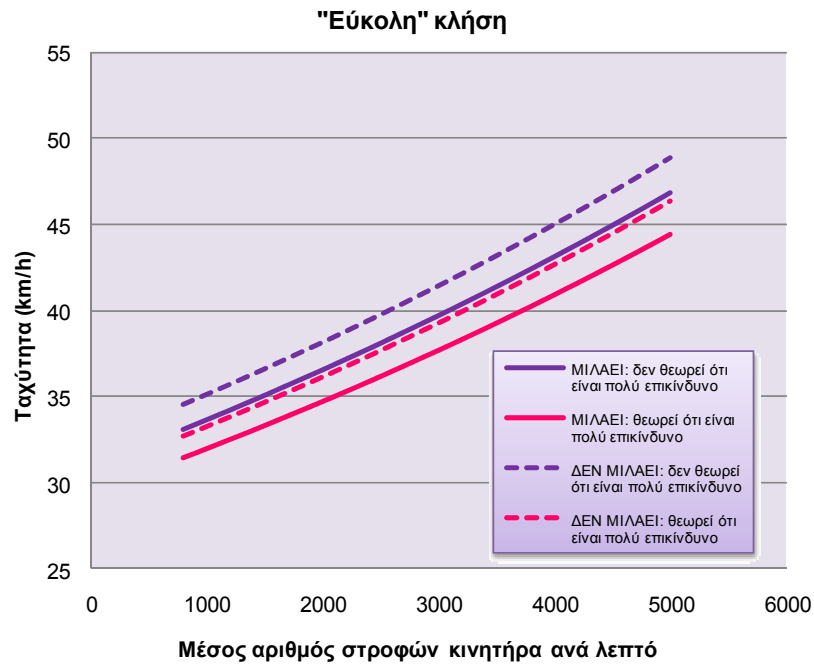
Διάγραμμα 5.17: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με το μέσο αριθμό στροφών κινητήρα, 1^ο μοντέλο ($E=0$, $A=0$, $sex=0$, $TTC=8345$, $dist_week=0$).



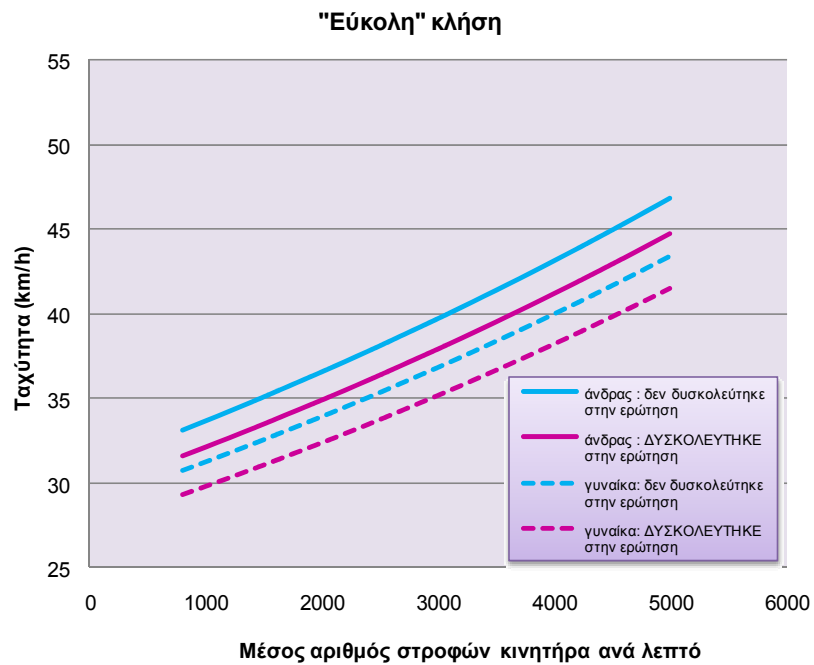
Διάγραμμα 5.18: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με το μέσο αριθμό στροφών κινητήρα, 2^ο μοντέλο (TTC=8425, DRight=1,59, A=0, E=0).



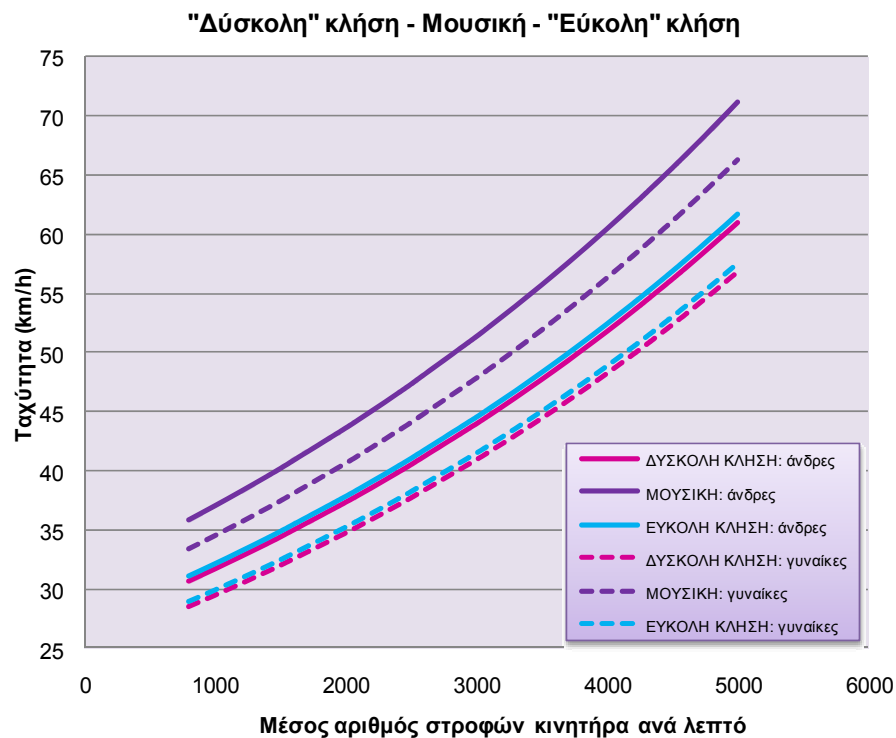
Διάγραμμα 5.19: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με το μέσο αριθμό στροφών κινητήρα, 3^ο μοντέλο (TTC=8199, DRight=1,61, E=0, A=0, sex=0, trouble_call2=0, cell_phone_freq2=1).



Διάγραμμα 5.20: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με το μέσο αριθμό στροφών κινητήρα, 3^ο μοντέλο (call2=1, TTC=8199, DRight=1,61, E=0, A=0, cell_phone_freq2=1).



Διάγραμμα 5.21: Συσχέτιση μέσης ταχύτητας με το μέσο αριθμό στροφών κινητήρα, 4^ο μοντέλο (TTL=354, DRight=1,65, trouble_call2=0).



Από τα διαγράμματα ευαισθησίας που παρουσιάστηκαν προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- ♦ Η χρήση του κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση επιφέρει μείωση της ταχύτητας όταν η συνομιλία που πραγματοποιείται είναι «δύσκολη» αλλά και όταν είναι «εύκολη».
- ♦ Όσοι θεωρούν ότι η χρήση του κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση είναι πολύ επικίνδυνη οδηγούν σε μικρότερες ταχύτητες από τους υπόλοιπους, ακόμη και όταν δεν χρησιμοποιούν το κινητό.
- ♦ Στην «εύκολη» κλήση, η ταχύτητα κάποιου ενώ μιλάει στο κινητό και δεν θεωρεί ότι είναι πολύ επικίνδυνο, είναι παρόμοια με την ταχύτητα κάποιου που δεν μιλάει στο κινητό και θεωρεί ότι αυτή η συμπεριφορά είναι πολύ επικίνδυνη. Αντίθετα, στη «δύσκολη» κλήση αυτές οι ταχύτητες παρουσιάζουν μεγαλύτερες διαφορές.
- ♦ Όπως φαίνεται από το διάγραμμα 5.20, οι ταχύτητες παρουσιάζονται μειωμένες όταν ο οδηγός δυσκολεύεται να αντεπεξέλθει στις νοητικές απαιτήσεις μιας συζήτησης από το κινητό τηλέφωνο.
- ♦ Η παρουσία της έντονης, ροκ μουσικής επιφέρει αύξηση της ταχύτητας οδήγησης και στα δύο φύλα.
- ♦ Σε οποιαδήποτε από τις καταστάσεις οδήγησης που εξετάστηκαν, με ή χωρίς τους περισπασμούς, οι γυναίκες παρουσιάζουν μειωμένες ταχύτητες οδήγησης σε σχέση με τους άνδρες.
- ♦ Από το διάγραμμα 5.21 που συνδυάζει και τους τρεις παράγοντες προσοχής που εξετάστηκαν, προκύπτει ότι οι μεγαλύτερες ταχύτητες σημειώνονται στην οδήγηση υπό μουσική (ροκ, γρήγορου ρυθμού και υψηλής έντασης) και οι μικρότερες στην οδήγηση με δύσκολη συνομιλία στο κινητό τηλέφωνο.

5.3) Ανάπτυξη και εφαρμογή μαθηματικών μοντέλων για το μέσο χρόνο αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν

Στο υποκεφάλαιο αυτό περιγράφεται η διαδικασία ανάλυσης για τον προσδιορισμό του μέσου χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν.

Πραγματοποιήθηκε πλήθος δοκιμών για τη διερεύνηση της επιρροής των διαφόρων παραγόντων απόσπασης προσοχής στο μέσο χρόνο αντίδρασης και τελικά αναπτύχθηκε μία μόνο στατιστική ανάλυση με την οποία θα διερευνηθεί η επιρροή των μεταβλητών στο μέσο χρόνο αντίδρασης, στο τμήμα της διαδρομής όπου παράγοντας απόσπασης προσοχής είναι η δύσκολη κλήση. Όσον αφορά στους παράγοντες μουσική και εύκολη κλήση, δε βρέθηκε κάποια στατιστικά σημαντική μεταβολή στο χρόνο αντίδρασης επομένως δεν παρουσιάζονται αντίστοιχα μοντέλα.

5.3.1) Δεδομένα εισόδου και καθορισμός μεταβλητών

Στο στατιστικό μοντέλο προσδιορισμού του μέσου χρόνου αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν εξετάστηκαν οι μεταβλητές που περιγράφηκαν στους πίνακες 4.1, 4.2, 4.4. 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).

Αρχικά εισήχθησαν διαδοχικά στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης διάφορες ομάδες μεταβλητών με αρκετές μεταβλητές σε κάθε ομάδα, ώστε τελικά να ελεγχθούν όλες οι διαθέσιμες μεταβλητές. Οι μεταβλητές αυτές αφορούσαν στα χαρακτηριστικά της οδήγησης (μεταβλητές από τον προσομοιωτή οδήγησης), στα χαρακτηριστικά της οδού και στις συνήθειες του οδηγού ως προς την οδηγική συμπεριφορά και τη χρήση του κινητού τηλεφώνου και της μουσικής (μεταβλητές από το ερωτηματολόγιο και τις παρατηρήσεις των συντονιστών). Στη συνέχεια αφαιρέθηκαν διαδοχικά οι λιγότερο στατιστικά σημαντικές (έλεγχος t-test) και ακολούθησε ο έλεγχος συσχέτισης των υπόλοιπων ανεξάρτητων μεταβλητών, ο οποίος οδήγησε στην αφαίρεση εκείνων με την υψηλότερη συσχέτιση (Πίνακας 5.23). Μετά από αρκετές διαδοχικές επαναλήψεις της παραπάνω διαδικασίας προέκυψε το τελικό στατιστικό μοντέλο που παρουσιάζεται στα επόμενα υποκεφάλαια το οποίο αποτέλεσε τον βέλτιστο συνδυασμό των στατιστικά σημαντικών μεταβλητών από όλες τις δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν.

Παρακάτω αναφέρονται οι μεταβλητές που περιλαμβάνονται στο τελικό στατιστικό μοντέλο.

ΕΞΕΑΡΤΗΜΕΝΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ:

RT : χρόνος αντίδρασης οδηγού σε απρόσμενο συμβάν σε δευτερόλεπτα

ΑΝΕΞΕΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ:

call1: εάν στο συγκεκριμένο τμήμα ο οδηγός μιλάει στο κινητό τηλέφωνο (δύσκολη κλήση) (1=Ναι, 0=Όχι)

sex: φύλο (1=Γυναίκα, 0=Άνδρας)

E : ευθυγραμμία οδού (1=Ναι, 0=Όχι)

trouble_call1: εάν ο οδηγός παρουσίασε δυσκολία στην απάντηση της ερώτησης της κλήσης (1=Ναι, 0=Όχι)

Acc: θέση γκαζιού σε ποσοστό %

Wheel_Right: στροφή τιμονιού προς τα δεξιά σε μοίρες

Επισημαίνεται ότι από τις ανωτέρω μεταβλητές, οι RT, Acc και Wheel_Right 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.

5.3.2) Περιγραφική στατιστική

Η διαδικασία της ανάλυσης που ακολουθήθηκε για την ανάπτυξη του μαθηματικού μοντέλου έχει περιγραφεί στο υποκεφάλαιο 5.2.2. Ακολουθεί ο πίνακας των περιγραφικών συναρτήσεων των συνεχών μεταβλητών.

Πίνακας 5.22: Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών
(παράγοντας απόσπασης προσοχής: δύσκολη κλήση).

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Wheel_Right	187	,00	340,40	27,8824	59,64617
Acc	187	,00	81,34	38,4936	11,25596

5.3.3) Συσχέτιση μεταβλητών

Στο υποκεφάλαιο αυτό πραγματοποιείται η **διερεύνηση της συσχέτισης των μεταβλητών**, η διαδικασία της οποίας αναπτύχθηκε στο υποκεφάλαιο 5.2.3. Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της διαδικασίας διερεύνησης της συσχέτισης τόσο για τις συνεχείς, όσο και για τις διακριτές μεταβλητές που ελήφθησαν υπόψη στο τελικό μοντέλο, ενώ εμφανίζονται σημειωμένες οι μεταβλητές με υψηλή συσχέτιση που αφαιρέθηκαν κατά τη διαδικασία διεξαγωγής των μαθηματικών μοντέλων.

Πίνακας 5.23: Ενδεικτικός πίνακας με υψηλές τιμές συσχέτισης των μεταβλητών πριν από το τελικό μοντέλο (παράγοντας απόσπασης προσοχής: δύσκολη κλήση).

Correlations							
		call1	KS	I	A	ralpha	TTC
call1	Pearson Correlation	1	,174**	-,026	,084**	-,244**	,101**
	Sig. (2-tailed)		,000	,370	,004	,000	,001
	N	1177	1177	1177	1177	1177	1177
KS	Pearson Correlation	,174**	1	-,344**	,392**	-,087**	,202**
	Sig. (2-tailed)	,000		,000	,000	,003	,000
	N	1177	1177	1177	1177	1177	1177
I	Pearson Correlation	-,026	-,344**	1	-,914**	-,045	-,243**
	Sig. (2-tailed)	,370	,000		,000	,119	,000
	N	1177	1177	1177	1177	1177	1177
A	Pearson Correlation	,084**	,392**	-,914**	1	,049	,188**
	Sig. (2-tailed)	,004	,000	,000		,095	,000
	N	1177	1177	1177	1177	1177	1177
ralpha	Pearson Correlation	-,244**	-,087**	-,045	,049	1	-,397**
	Sig. (2-tailed)	,000	,003	,119	,095		,000
	N	1177	1177	1177	1177	1177	1177
TTC	Pearson Correlation	,101**	,202**	-,243**	,188**	-,397**	1
	Sig. (2-tailed)	,001	,000	,000	,000	,000	
	N	1177	1177	1177	1177	1177	1177

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

Πίνακας 5.24: Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών του μοντέλου του μέσου χρόνου αντίδρασης (παράγοντας απόσπασης προσοχής: δύσκολη κλήση).

		Correlations			
		call1	E	sex	trouble_call1
call1	Pearson Correlation	1	-,335**	,018	,009
	Sig. (2-tailed)		,000	,806	,903
	N	187	187	187	187
E	Pearson Correlation	-,335**	1	,002	-,019
	Sig. (2-tailed)	,000		,977	,794
	N	187	187	187	187
sex	Pearson Correlation	,018	,002	1	,178*
	Sig. (2-tailed)	,806	,977		,015
	N	187	187	187	187
trouble_call1	Pearson Correlation	,009	-,019	,178*	1
	Sig. (2-tailed)	,903	,794	,015	
	N	187	187	187	187

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

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

Πίνακας 5.25: Συσχέτιση συνεχών μεταβλητών του μοντέλου του μέσου χρόνου αντίδρασης (παράγοντας απόσπασης προσοχής: δύσκολη κλήση).

		Correlations	
		Acc	Wheel_Right
Acc	Pearson Correlation	1	-,342**
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	187	187
Wheel_Right	Pearson Correlation	-,342**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	187	187

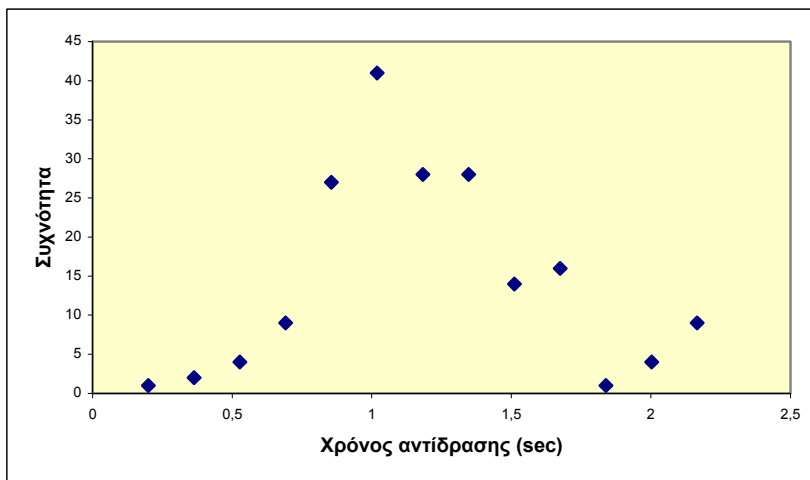
** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Από τους παραπάνω πίνακες παρατηρείται ότι όλες οι εξεταζόμενες ανεξάρτητες μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν δεν παρουσιάζουν μεταξύ τους συσχέτιση.

5.3.4) Επιλογή της μεθόδου παλινδρόμησης

Το μοντέλο που θα μελετηθεί έχει ως εξαρτημένη μεταβλητή τον μέσο χρόνο αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν. Η κατανομή που ακολουθεί η εξαρτημένη μεταβλητή (διάγραμμα 5.23) αποτελεί καθοριστικό παράγοντα στην επιλογή της μεθόδου παλινδρόμησης που θα χρησιμοποιηθεί.

Διάγραμμα 5.22: Κατανομή μέσου χρόνου αντίδρασης
(παράγοντας απόσπασης προσοχής: δύσκολη κλήση).



Αρχικά επιλέχθηκε η γραμμική παλινδρόμηση καθώς η εξαρτημένη μεταβλητή είναι συνεχής και επειδή η κατανομή που ακολουθεί μπορεί να θεωρηθεί ότι προσεγγίζει την κανονική. Πράγματι, 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 ο χρόνος αντίδρασης σε απρόβλεπτο συμβάν και με την ανάπτυξη **μοντέλων λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης**. Για το λόγο αυτό, δημιουργήθηκε στον πίνακα των μεταβλητών μία ακόμη στήλη με το δεκαδικό λογάριθμο του χρόνου αντίδρασης ($\log RT$).

5.3.5) Παρουσίαση αποτελεσμάτων

Τα **τελικά αποτελέσματα** που προέκυψαν παρουσιάζονται στους πίνακες που ακολουθούν. Αναφέρεται ότι κάθε φορά που εξεταζόταν κάποιο στατιστικό μοντέλο, χρησιμοποιούνταν αρχικά πολλές ανεξάρτητες μεταβλητές και στη συνέχεια απορρίπτονταν όσες είχαν t μικρότερο από 1,7 για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Πίνακας 5.26: Αποτελέσματα λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για το μέσο χρόνο αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν σε οδό με ορεινό περιβάλλον (παράγοντας απόσπασης προσοχής: δύσκολη κλήση).

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,387 ^a	,149	,121	,15959

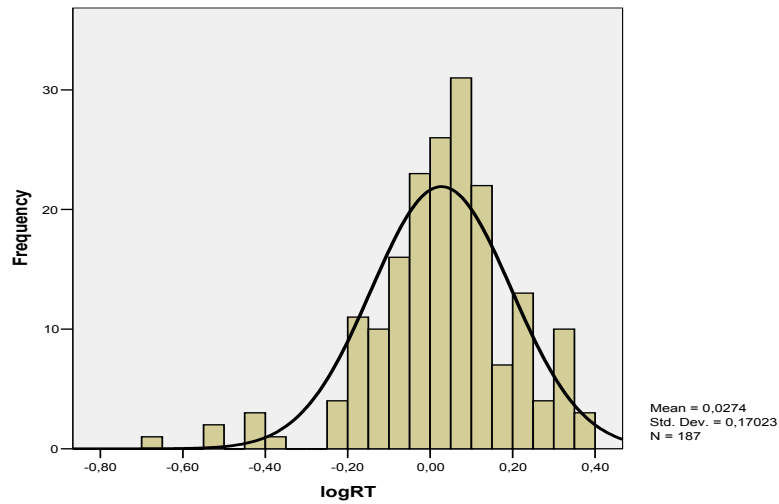
a. Predictors: (Constant), trouble_call1, call1, Wheel_Right, sex, Acc, E

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	,011	,054		,210	,834
	call1	,114	,031	,287	3,710	,000
	E	,129	,032	,335	4,101	,000
	Acc	-,002	,001	-,156	-2,000	,047
	sex	-,044	,024	-,127	-1,798	,074
	Wheel_Right	3,87E-004	,000	,136	1,776	,077
	trouble_call1	,071	,027	,181	2,581	,011

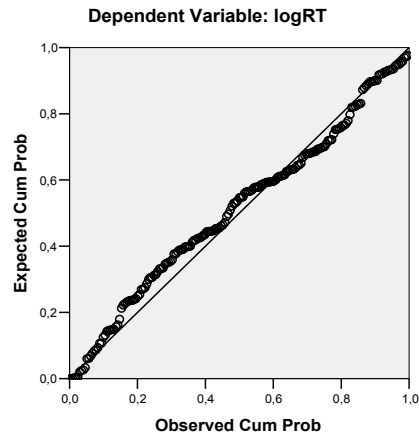
a. Dependent Variable: logRT

Διάγραμμα 5.23: Ιστόγραμμα συχνοτήτων για το μέσο χρόνο αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν σε οδό με ορεινό περιβάλλον (παράγοντας απόσπασης προσοχής: δύσκολη κλήση).



Διάγραμμα 5.24: Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος σε ορεινό περιβάλλον (παράγοντας απόσπασης προσοχής: δύσκολη κλήση).

Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual



Παρατηρείται ότι:

- ♦ Ο συντελεστής R^2 ισούται με 0,149.
- ♦ Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν έχουν συντελεστή t μεγαλύτερο από 1,7, άρα παρουσιάζουν υψηλό επίπεδο εμπιστοσύνης.
- ♦ Οι τιμές και τα πρόσημα των συντελεστών παλινδρόμησης b_i οδηγούν σε συμπεράσματα με φυσική έννοια που μπορεί να εξηγηθεί.

5.3.6) Περιγραφή αποτελεσμάτων του μοντέλου

Παραπάνω παρουσιάστηκε το τελικό μοντέλο της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η **μαθηματική σχέση** που αναπτύχθηκε και έχει ως εξαρτημένη μεταβλητή το μέσο χρόνο αντίδρασης σε απρόβλεπτο συμβάν.

Η **μαθηματική σχέση** του μοντέλου που προέκυψε κατά την εξέταση του παράγοντα της **χρήσης κινητού με δύσκολη τηλεφωνική συνομιλία κατά την οδήγηση («δύσκολη» κλήση)** είναι:

$$\log RT = 0,114 \times \text{call1} - 0,044 \times \text{sex} + 0,071 \times \text{trouble_call1} + 0,129 \times E - 0,002 \times \text{Acc} + (3,87 \times 10^{-4}) \times \text{Wheel_Right} + 0,011$$

όπου:

call1: εάν στο συγκεκριμένο τμήμα ο οδηγός μιλάει στο κινητό τηλέφωνο (δύσκολη συνομιλία) (1=Ναι, 0=Όχι)

sex: φύλο (1=Γυναίκα, 0=Ανδρας)

E : ευθυγραμμία οδού (1=Ναι, 0=Όχι)

trouble_call1: εάν ο οδηγός παρουσίασε δυσκολία στην απάντηση της ερώτησης της κλήσης (1=Ναι, 0=Όχι)

Acc: θέση γκαζιού σε ποσοστό %

Wheel_Right: στροφή τιμονιού προς τα δεξιά σε μοίρες

«Δύσκολη» κλήση:

Το θετικό πρόσημο της μεταβλητής «call1» υποδηλώνει ότι αύξηση της τιμής της διακριτής αυτής μεταβλητής, συνεπάγεται αύξηση του μέσου χρόνου αντίδρασης του οδηγού σε απρόβλεπτο συμβάν. Συνεπώς, η **χρήση κινητού κατά την οδήγηση με συνομιλία που ορίστηκε ως δύσκολη στο πείραμα** (τιμή 1 της μεταβλητής) **επιφέρει αύξηση στο μέσο χρόνο αντίδρασης**. Το

συμπέρασμα αυτό θεωρείται λογικό, αφού στην περίπτωση όπου ένας οδηγός προσπαθεί να συμμετάσχει σε μία δύσκολη τηλεφωνική συνομιλία, αποσπάται η προσοχή του από την οδήγηση με αποτέλεσμα να μην αντιλαμβάνεται έγκαιρα τον κίνδυνο ατυχήματος με κάποιο ζώο που εμφανίζεται ξαφνικά στην πορεία του.

Φύλο:

Το αρνητικό πρόσημο της διακριτής μεταβλητής «sex», δηλώνει μείωση του μέσου χρόνου αντίδρασης με την αύξηση της τιμής της μεταβλητής. Επειδή η μεταβλητή παίρνει την τιμή 1 για τις γυναίκες και την τιμή 0 για τους άνδρες, προκύπτει ότι **οι γυναίκες έχουν μικρότερους χρόνους αντίδρασης σε απρόβλεπτα συμβάντα σε σχέση με τους άντρες**. Το συμπέρασμα αυτό επιβεβαιώνει τα αποτελέσματα της διεθνούς βιβλιογραφίας που διαχωρίζουν τα δύο φύλα ως προς την οδηγική τους συμπεριφορά, με τις γυναίκες στην πλειοψηφία τους να θεωρούνται πιο επιφυλακτικές και ενδεχομένως να βρίσκονται σε εγρήγορση, με αποτέλεσμα να αντιδρούν πιο γρήγορα σε ένα απρόοπτο συμβάν.

Ο οδηγός δυσκολεύτηκε να απαντήσει στην ερώτηση της «δύσκολης» κλήσης:

Η διακριτή μεταβλητή «trouble_call1» δηλώνει αν ο οδηγός δυσκολεύτηκε ή όχι να απαντήσει στην ερώτηση που του τέθηκε από τον συντονιστή μέσω της «δύσκολης» κλήσης κατά τη διάρκεια της οδήγησης. Εμφανίζεται στο μοντέλο με θετικό πρόσημο, που σημαίνει ότι αύξηση της τιμής της μεταβλητής επιφέρει αύξηση του μέσου χρόνου αντίδρασης σε απρόβλεπτα συμβάντα. Συνεπώς, **όταν ο οδηγός δυσκολεύεται να ανταποκριθεί σε συνομιλία αυξημένου επιπέδου δυσκολίας μέσω κινητού (τιμή 1 της μεταβλητής), αυξάνεται ο μέσος χρόνος αντίδρασής του**. Το αποτέλεσμα αυτό ενδεχομένως να εξηγείται από το γεγονός ότι στην περίπτωση όπου μια τηλεφωνική συνομιλία επιφέρει δυσκολία στον οδηγό σε νοητικό επίπεδο, η προσπάθεια αυτού να ανταποκριθεί σε πολλές εγκεφαλικές διεργασίες ταυτόχρονα έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της συγκέντρωσής του και της προσοχής του και σε επόμενο επίπεδο την αύξηση του χρόνου με τον οποίο θα αντιδράσει σε κάποιο απρόοπτο γεγονός.

Παρουσία ευθυγραμμίας στην οδό:

Η διακριτή μεταβλητή «Ε» εμφανίζεται με θετικό πρόσημο, δηλαδή αύξηση της τιμής της διακριτής αυτής μεταβλητής συνεπάγεται αύξηση του μέσου χρόνου αντίδρασης του οδηγού. Φαίνεται δηλαδή ότι η **παρουσία ευθυγραμμίας στην οδό** (τιμή 1 της μεταβλητής) **αυξάνει τον μέσο χρόνο αντίδρασης του οδηγού σε απρόβλεπτα συμβάντα**. Το εύρημα αυτό φαίνεται να συμφωνεί και με τη διεθνή βιβλιογραφία, σύμφωνα με την οποία η ύπαρξη ευθυγραμμίας προκαλεί αίσθημα μονοτονίας στους οδηγούς με αποτέλεσμα να αφαιρούνται και να χάνουν τη συγκέντρωσή τους και για το λόγο αυτό στην περίπτωση που τυχόν έρθουν αντιμέτωποι με κάποιο απρόβλεπτο συμβάν, αντιδρούν σε μεγαλύτερο χρόνο σε σχέση με τα οδικά τμήματα με στροφές.

Θέση γκαζιού σε ποσοστό %:

Η μεταβλητή «Acc» εμφανίζεται στο μοντέλο με αρνητικό πρόσημο, δηλαδή αύξηση αυτής συνεπάγεται μείωση της εξεταζόμενης εξαρτημένης μεταβλητής. Συγκεκριμένα, **όταν αυξάνεται το ποσοστό στο οποίο είναι πατημένο το γκάζι, μειώνεται ο μέσος χρόνος αντίδρασης του οδηγού σε απρόβλεπτα συμβάντα**. Η οδήγηση εκείνων που πατούν σε μεγαλύτερο ποσοστό το γκάζι άρα το χρησιμοποιούν περισσότερο, μπορεί να χαρακτηριστεί πιο προσεκτική και ομαλή σε σύγκριση με τους οδηγούς που πατούν λιγότερο το γκάζι γιατί συνηθίζουν να σταματούν και να ξεκινούν απότομα το όχημα σε μικρά χρονικά διαστήματα. Οι τελευταίοι, αναπτύσσουν μια πιο επιθετική συμπεριφορά κατά την οδήγηση, συνεπώς είναι πολύ πιθανό λόγω αυτής της συμπεριφοράς να αυξάνεται και ο χρόνος αντίδρασής τους σε απρόσμενα συμβάντα.

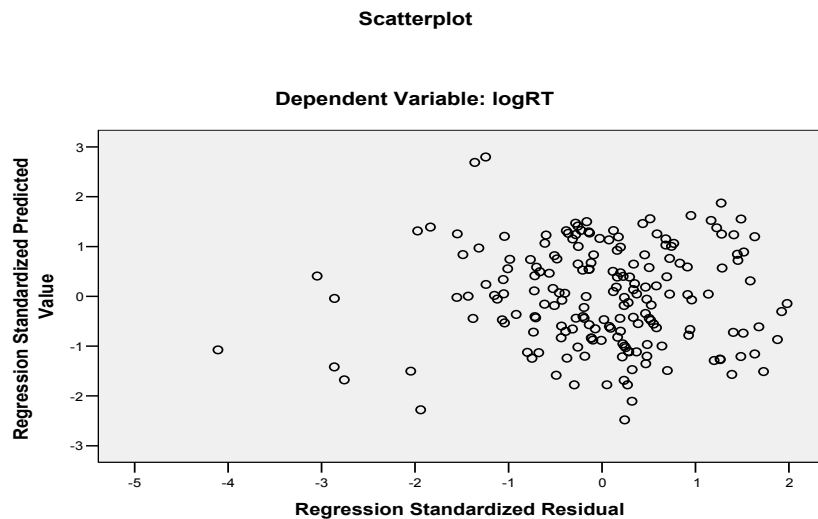
Στροφή τιμονιού προς τα δεξιά σε μοίρες:

Η συνεχής αυτή μεταβλητή εμφανίζεται στο συγκεκριμένο μοντέλο με θετικό πρόσημο που δείχνει ότι με την αύξησή της προκαλείται αύξηση της εξαρτημένης μεταβλητής. Συνεπώς, **όταν αυξάνεται η στροφή του τιμονιού προς τα δεξιά, γίνεται μεγαλύτερος ο μέσος χρόνος αντίδρασης του οδηγού σε απρόβλεπτα συμβάντα**. Το αποτέλεσμα αυτό ίσως να εξηγείται από το γεγονός ότι η αύξηση της στροφής τιμονιού συνήθως σχετίζεται με την παρουσία στροφών στο οδικό δίκτυο. Στην περίπτωση αυτή, ο οδηγός

επικεντρώνει την προσοχή του στο δύσκολο αυτό σημείο του δρόμου και στην προσπάθειά του να μην παρασυρθεί το όχημα λόγω της στροφής, αντιδρά σε περισσότερο χρόνο όταν έρθει αντιμέτωπος με κάποιο απρόσμενο συμβάν. Επίσης είναι πιθανό λόγω των στροφών να μην έχει επαρκή ορατότητα της οδού και για το λόγο αυτό να μην μπορεί να αντιδράσει εγκαίρως σε κάποιο επικίνδυνο συμβάν.

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 5.25: Συσχέτιση και διασπορά των σφαλμάτων στο μοντέλο του χρόνου αντίδρασης που αφορά στη χρήση κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση (δύσκολη κλήση).



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.

5.3.7) Σχετική επιρροή των μεταβλητών

Ο βαθμός της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη μεταβλητή που περιέχεται στη μαθηματική σχέση του μοντέλου του χρόνου αντίδρασης σε απρόβλεπτο συμβάν 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 ανεξάρτητη μεταβλητή αναπτύχθηκε στο υποκεφάλαιο 5.2.9.

Πίνακας 5.27: Σχετική επιρροή μεταβλητών του μοντέλου του μέσου χρόνου αντίδρασης σε απρόβλεπτο συμβάν.

Ανεξάρτητες μεταβλητές	β_i	t	Σχετική επιρροή	
			e_i	e_i^*
Συνεχείς μεταβλητές				
Θέση γκαζιού σε ποσοστό %	-0,002	-2,000	-0,109	-1,000
Στροφή τιμονιού προς τα δεξιά (σε μοίρες)	3,87E-04	1,776	0,353	3,246
Διακριτές μεταβλητές				
Δύσκολη κλήση	0,114	3,710	0,135	1,000
Φύλο	-0,044	-1,798	-0,218	-1,618
Ευθεία	0,129	4,101	1,996	14,824
Δυσκολία στην απάντηση της ερώτησης στη δύσκολη κλήση	0,071	2,581	0,457	3,394
R^2	0,149			

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.

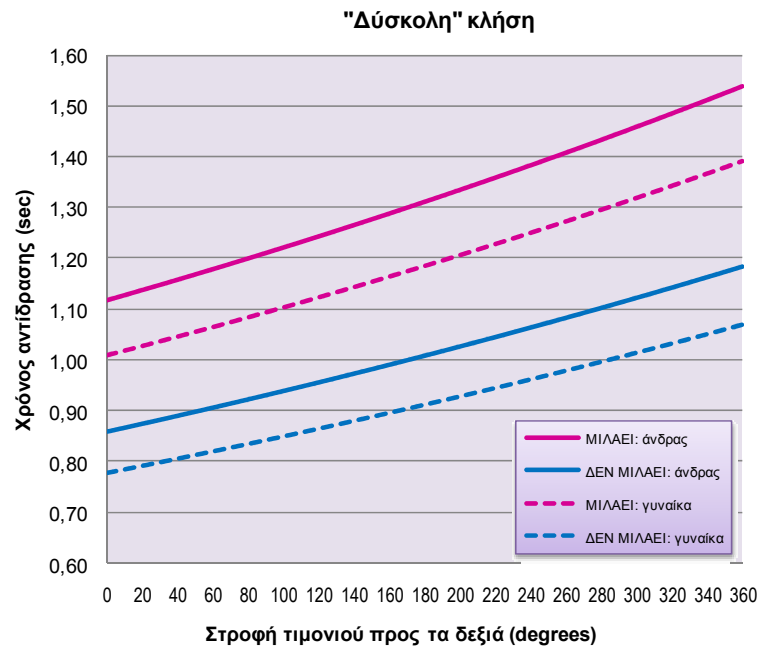
Εξετάζοντας το μοντέλο του χρόνου αντίδρασης σε απρόβλεπτο συμβάν, παρατηρείται ότι:

- ♦ Η μεταβλητή “δυσκολία στην απάντηση της ερώτησης στη δύσκολη κλήση” έχει 3,4 φορές μεγαλύτερη σχετική επιρροή στο χρόνο αντίδρασης σε απρόβλεπτο συμβάν, συγκρινόμενη με τη “δύσκολη κλήση”.
- ♦ Ως προς τις συνεχείς μεταβλητές, μεγαλύτερη επιρροή στο χρόνο αντίδρασης σε απρόβλεπτο συμβάν παρουσιάζει η “στροφή τιμονιού προς τα δεξιά” η οποία ξεπερνά κατά 3,3 φορές την επιρροή της μεταβλητής “θέση γκαζιού σε ποσοστό %”.

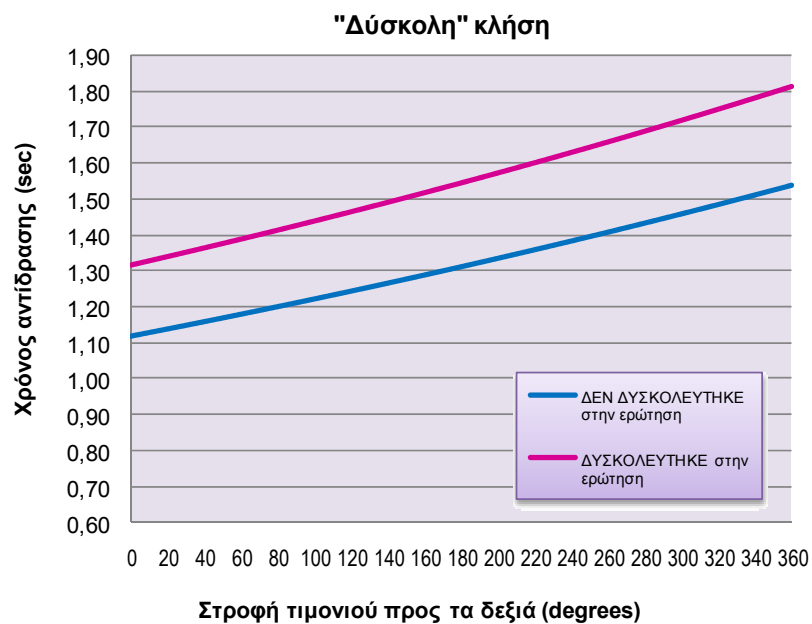
5.3.8) Ανάλυση ευαισθησίας

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 5.26: Συσχέτιση του μέσου χρόνου αντίδρασης με την στροφή του τιμονιού προς τα δεξιά ($E=0$, trouble_call1=0, Acc=38,5).



Διάγραμμα 5.27 : Συσχέτιση του μέσου χρόνου αντίδρασης με την στροφή του τιμονιού προς τα δεξιά (call1=1, $E=0$, sex=0, Acc=38,5).



Από τα διαγράμματα ευαισθησίας που παρουσιάστηκαν προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- ♦ Ο χρόνος αντίδρασης αυξάνεται όταν χρησιμοποιείται το κινητό τηλέφωνο στην οδήγηση και για τα δύο φύλα.
- ♦ Οι γυναίκες παρουσιάζουν μικρότερους χρόνους αντίδρασης από τους άνδρες όταν χρησιμοποιούν το κινητό αλλά και όταν οδηγούν χωρίς αυτό.
- ♦ Οι οδηγοί που παρουσίασαν δυσκολία στην ερώτηση της συνομιλίας στο κινητό τηλέφωνο σημείωσαν μεγαλύτερους χρόνους αντίδρασης από τους υπόλοιπους.

5.4) Ανάπτυξη και εφαρμογή μαθηματικών μοντέλων για τη μέση απόσταση του οχήματος από τον άξονα της οδού.

Στο υποκεφάλαιο αυτό περιγράφεται η διαδικασία ανάλυσης για τον προσδιορισμό της μέσης απόστασης οχήματος από τον άξονα της οδού. Θα διερευνηθεί μόνο η επιρροή της χρήσης κινητού τηλεφώνου σε αυτή αφού δε βρέθηκε κάποια στατιστικά σημαντική μεταβολή στη μέση απόσταση από τον άξονα της οδού για το τμήμα της διαδρομής όπου παράγοντας απόσπασης προσοχής ήταν η μουσική. Συγκεκριμένα, θα αναπτυχθούν δύο στατιστικές αναλύσεις με τις οποίες θα διερευνηθούν οι μεταβλητές που επηρεάζουν τη μέση απόσταση από τον άξονα της οδού ξεχωριστά για κάθε επίπεδο δυσκολίας της τηλεφωνικής συνομιλίας (δύσκολη κλήση, εύκολη κλήση). Σκοπός αυτής της διάκρισης είναι να υπολογισθεί ένα στατιστικά σημαντικό μοντέλο για κάθε περίπτωση και να ερευνηθεί αν οι μεταβλητές που επηρεάζουν τη μέση απόσταση από τον άξονα της οδού έχουν την ίδια επιρροή ή διαφέρουν ανάλογα με το είδος της τηλεφωνικής συνομιλίας.

5.4.1) Δεδομένα εισόδου και καθορισμός μεταβλητών

Στο στατιστικό μοντέλο προσδιορισμού της μέσης απόστασης οχήματος από τον άξονα της οδού εξετάσθηκαν οι μεταβλητές που περιγράφηκαν στους πίνακες 4.1, 4.2, 4.4. 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).

Αρχικά εισήχθησαν διαδοχικά στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης διάφορες ομάδες μεταβλητών με αρκετές μεταβλητές σε κάθε ομάδα, ώστε τελικά να ελεγχθούν όλες οι διαθέσιμες μεταβλητές. Οι μεταβλητές αυτές αφορούσαν στα χαρακτηριστικά της οδήγησης (μεταβλητές από τον προσομοιωτή οδήγησης), στα χαρακτηριστικά της οδού και στις συνήθειες του οδηγού ως προς την οδηγική συμπεριφορά και τη χρήση του κινητού τηλεφώνου και της μουσικής (μεταβλητές από το ερωτηματολόγιο και τις παρατηρήσεις των συντονιστών). Στη συνέχεια αφαιρέθηκαν διαδοχικά οι λιγότερο στατιστικά σημαντικές (έλεγχος t-test) και ακολούθησε ο έλεγχος συσχέτισης των υπόλοιπων ανεξάρτητων μεταβλητών, ο οποίος οδήγησε στην αφαίρεση εκείνων με την υψηλότερη συσχέτιση (Πίνακες 5.30, 5.33). Μετά από αρκετές διαδοχικές επαναλήψεις της παραπάνω διαδικασίας προέκυψαν τα τελικά στατιστικά μοντέλα που παρουσιάζονται στα επόμενα υποκεφάλαια τα οποία αποτέλεσαν τον βέλτιστο συνδυασμό των στατιστικά σημαντικών μεταβλητών από όλες τις δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν.

Παρακάτω αναφέρονται οι μεταβλητές που περιλαμβάνονται στα τελικά στατιστικά πρότυπα.

ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ:

rspur: μέση απόσταση οχήματος από τον άξονα της οδού

ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ:

call1:	εάν στο συγκεκριμένο τμήμα ο οδηγός μιλάει στο κινητό τηλέφωνο («δύσκολη» κλήση) (1=Ναι, 0=Όχι)
call2:	εάν στο συγκεκριμένο τμήμα ο οδηγός μιλάει στο κινητό τηλέφωνο («εύκολη» κλήση) (1=Ναι, 0=Όχι)
A:	ανωφέρεια (1=Ναι, 0=Όχι)
Hway:	μέσος χωρικός διαχωρισμός σε μέτρα
sex:	φύλο (1=Γυναίκα, 0=Άνδρας)
cell_use3:	ο οδηγός συνηθίζει να χρησιμοποιεί συσκευή bluetooth για τις τηλεφωνικές κλήσεις (1=Ναι, 0=Όχι)
Acc_mob:	εάν ο οδηγός είχε εμπλακεί σε ατύχημα ενώ μιλούσε στο κινητό (1=Ναι, 0=Όχι)
TTL:	ο χρόνος μέχρι να ξεπεράσει το όχημα τα όρια της οδού σε δευτερόλεπτα
trouble_call2:	εάν ο οδηγός παρουσίασε δυσκολία στην απάντηση της ερώτησης της εύκολης κλήσης (1=Ναι, 0=Όχι)
RPM:	μέσος αριθμός στροφών κινητήρα ανά λεπτό
dist_week:	εβδομαδιαία διανυόμενη απόσταση πάνω από το μέσο όρο (1=Ναι, 0=Όχι)
KS:	παρουσία κλειστών στροφών (1=Ναι, 0=Όχι)
Wheel_Left:	στροφή τιμονιού προς τ' αριστερά σε μοίρες
Wheel_Right:	στροφή τιμονιού προς τα δεξιά σε μοίρες

Επισημαίνεται ότι, από τις ανωτέρω μεταβλητές, οι μεταβλητές *rspru*, *Hway*, *Wheel_Left*, *Wheel_Right*, *TTL* και *RPM* 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.

5.4.2) Περιγραφική στατιστική

Η διαδικασία της ανάλυσης που ακολουθήθηκε για την ανάπτυξη του μαθηματικού μοντέλου έχει περιγραφεί στο υποκεφάλαιο 5.2.2. Ακολουθεί ο πίνακας των περιγραφικών συναρτήσεων των συνεχών μεταβλητών.

Πίνακας 5.28: Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών
(παράγοντας απόσπασης προσοχής: δύσκολη κλήση).

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
HWay	1177	37,42	9999,90	8230,4435	3415,98628
TTL	1177	,07	9999,90	310,8949	828,92352
Wheel_Left	1177	,00	122,65	11,9094	24,10162

Πίνακας 5.29: Περιγραφικές συναρτήσεις συνεχών μεταβλητών
(παράγοντας απόσπασης προσοχής: εύκολη κλήση).

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
TTL	1078	,07	9999,90	337,6007	861,21740
Wheel_right	1078	,00	340,40	24,8806	44,41913

5.4.3) Συσχέτιση μεταβλητών

Στο υποκεφάλαιο αυτό πραγματοποιείται η **διερεύνηση της συσχέτισης των μεταβλητών**, η διαδικασία της οποίας αναπτύχθηκε στο υποκεφάλαιο 5.2.3. Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της διαδικασίας διερεύνησης της συσχέτισης τόσο για τις συνεχείς, όσο και για τις διακριτές μεταβλητές, που ελήφθησαν υπόψη στα τελικά μοντέλα, ενώ εμφανίζονται σημειωμένες οι μεταβλητές με υψηλή συσχέτιση που αφαιρέθηκαν κατά τη διαδικασία διεξαγωγής των μαθηματικών μοντέλων.

Πίνακας 5.30: Ενδεικτικός πίνακας με υψηλές τιμές συσχέτισης των μεταβλητών πριν το τελικό μοντέλο (παράγοντας απόσπασης προσοχής: δύσκολη κλήση).

		Correlations				
		call1	A	KS	ralpha	Wheel Left
call1	Pearson Correlation	1	,084**	,174**	-,244**	,214**
	Sig. (2-tailed)		,004	,000	,000	,000
	N	1177	1177	1177	1177	1177
A	Pearson Correlation	,084**	1	,392**	,049	,137**
	Sig. (2-tailed)	,004		,000	,095	,000
	N	1177	1177	1177	1177	1177
KS	Pearson Correlation	,174**	,392**	1	-,087**	,012
	Sig. (2-tailed)	,000	,000		,003	,673
	N	1177	1177	1177	1177	1177
ralpha	Pearson Correlation	-,244**	,049	-,087**	1	-,399**
	Sig. (2-tailed)	,000	,095	,003		,000
	N	1177	1177	1177	1177	1177
Wheel_Left	Pearson Correlation	,214**	,137**	,012	-,399**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,673	,000	
	N	1177	1177	1177	1177	1177

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

Πίνακας 5.31: Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης απόστασης οχήματος από τον άξονα της οδού (παράγοντας απόσπασης προσοχής: δύσκολη κλήση).

		Correlations					
		call1	ACC_mob	cell_phone_use3	sex	dist_week	KS
call1	Pearson Correlation	1	,013	,005	-,002	,026	,174**
	Sig. (2-tailed)		,644	,851	,943	,373	,000
	N	1177	1177	1177	1177	1177	1177
ACC_mob	Pearson Correlation	,013	1	-,045	,042	-,166**	,002
	Sig. (2-tailed)	,644		,121	,146	,000	,946
	N	1177	1177	1177	1177	1177	1177
cell_phone_use3	Pearson Correlation	,005	-,045	1	-,179**	,023	,002
	Sig. (2-tailed)	,851	,121		,000	,424	,943
	N	1177	1177	1177	1177	1177	1177
sex	Pearson Correlation	-,002	,042	-,179**	1	-,041	,002
	Sig. (2-tailed)	,943	,146	,000		,162	,958
	N	1177	1177	1177	1177	1177	1177
dist_week	Pearson Correlation	,026	-,166**	,023	-,041	1	,003
	Sig. (2-tailed)	,373	,000	,424	,162		,918
	N	1177	1177	1177	1177	1177	1177
KS	Pearson Correlation	,174**	,002	,002	,002	,003	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,946	,943	,958	,918	
	N	1177	1177	1177	1177	1177	1177

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

Πίνακας 5.32: Συσχέτιση συνεχών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης απόστασης οχήματος από τον άξονα της οδού (παράγοντας απόσπασης προσοχής: δύσκολη κλήση).

Correlations

		Wheel_Left	TTL	HWay
Wheel_Left	Pearson Correlation	1	-,035	-,010
	Sig. (2-tailed)		,228	,720
	N	1177	1177	1177
TTL	Pearson Correlation	-,035	1	-,019
	Sig. (2-tailed)	,228		,505
	N	1177	1177	1177
HWay	Pearson Correlation	-,010	-,019	1
	Sig. (2-tailed)	,720	,505	
	N	1177	1177	1177

Πίνακας 5.33: Ενδεικτικός πίνακας με υψηλές τιμές συσχέτισης των μεταβλητών πριν το τελικό μοντέλο (παράγοντας απόσπασης προσοχής: εύκολη κλήση).

Correlations

		call2	KS	sex	A	ACC_mob	HWay
call2	Pearson Correlation	1	,067*	-,011	,193**	,016	-,434**
	Sig. (2-tailed)		,027	,723	,000	,596	,000
	N	1078	1078	1078	1078	1078	1078
KS	Pearson Correlation	,067*	1	-,001	,520**	,002	-,001
	Sig. (2-tailed)	,027		,975	,000	,956	,979
	N	1078	1078	1078	1078	1078	1078
sex	Pearson Correlation	-,011	-,001	1	-,001	,043	,146**
	Sig. (2-tailed)	,723	,975		,974	,154	,000
	N	1078	1078	1078	1078	1078	1078
A	Pearson Correlation	,193**	,520**	-,001	1	,002	-,101**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,974		,937	,001
	N	1078	1078	1078	1078	1078	1078
ACC_mob	Pearson Correlation	,016	,002	,043	,002	1	-,093**
	Sig. (2-tailed)	,596	,956	,154	,937		,002
	N	1078	1078	1078	1078	1078	1078
HWay	Pearson Correlation	-,434**	-,001	,146**	-,101**	-,093**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,979	,000	,001	,002	
	N	1078	1078	1078	1078	1078	1078

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

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

Πίνακας 5.34: Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης απόστασης οχήματος από τον άξονα της οδού (παράγοντας απόσπασης προσοχής: εύκολη κλήση).

Correlations								
		call2	A	dist_week	ACC_mob	cell_phone_use3	sex	trouble_call2
call2	Pearson Correlation	1	,193**	,030	,016	-,048	-,011	-,039
	Sig. (2-tailed)		,000	,323	,596	,118	,723	,204
	N	1078	1078	1078	1078	1078	1078	1078
A	Pearson Correlation	,193**	1	,002	,002	,006	-,001	,003
	Sig. (2-tailed)	,000		,944	,937	,845	,974	,921
	N	1078	1078	1078	1078	1078	1078	1078
dist_week	Pearson Correlation	,030	,002	1	-,166**	,050	-,046	-,119**
	Sig. (2-tailed)	,323	,944		,000	,102	,128	,000
	N	1078	1078	1078	1078	1078	1078	1078
ACC_mob	Pearson Correlation	,016	,002	-,166**	1	-,042	,043	-,146**
	Sig. (2-tailed)	,596	,937	,000		,168	,154	,000
	N	1078	1078	1078	1078	1078	1078	1078
cell_phone_use3	Pearson Correlation	-,048	,006	,050	-,042	1	-,165**	-,145**
	Sig. (2-tailed)	,118	,845	,102	,168		,000	,000
	N	1078	1078	1078	1078	1078	1078	1078
sex	Pearson Correlation	-,011	-,001	-,046	,043	-,165**	1	,240**
	Sig. (2-tailed)	,723	,974	,128	,154	,000		,000
	N	1078	1078	1078	1078	1078	1078	1078
trouble_call2	Pearson Correlation	-,039	,003	-,119**	-,146**	-,145**	,240**	1
	Sig. (2-tailed)	,204	,921	,000	,000	,000	,000	
	N	1078	1078	1078	1078	1078	1078	1078

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

Πίνακας 5.35: Συσχέτιση συνεχών μεταβλητών του μοντέλου της μέσης απόστασης οχήματος από τον άξονα της οδού (παράγοντας απόσπασης προσοχής: εύκολη κλήση).

Correlations			
		TTL	Wheel_right
TTL	Pearson Correlation	1	,218**
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	1078	1078
Wheel_right	Pearson Correlation	,218**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	1078	1078

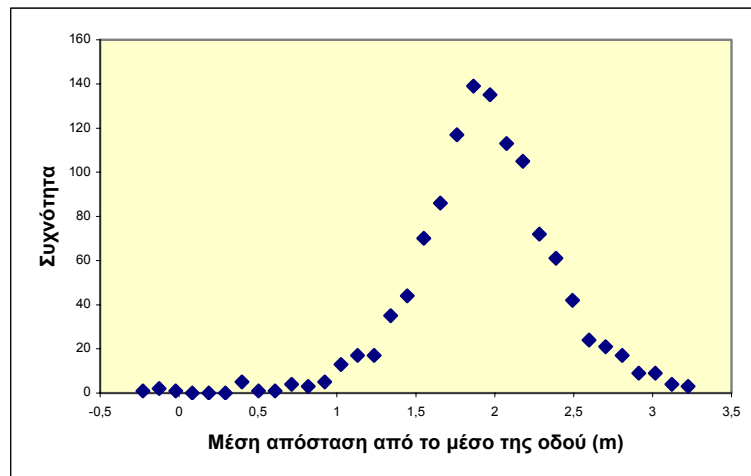
** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Από τους παραπάνω πίνακες παρατηρείται ότι όλες οι ανεξάρτητες μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν δεν παρουσιάζουν μεταξύ τους συσχέτιση.

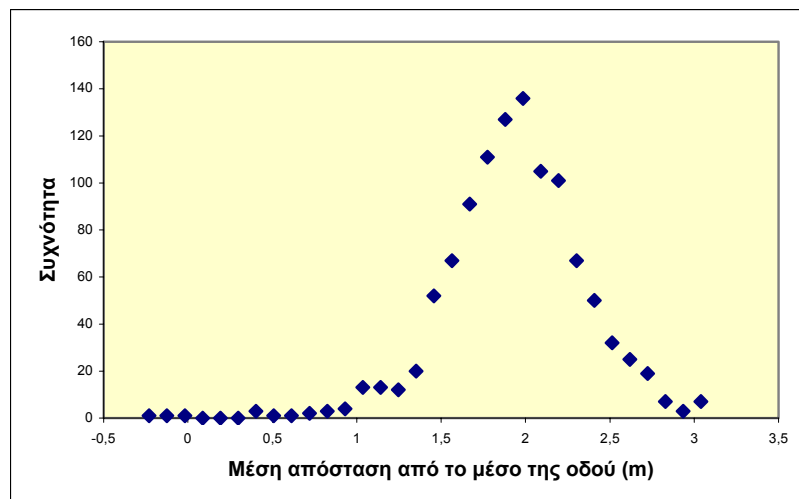
5.4.4) Επιλογή της μεθόδου παλινδρόμησης

Ως εξαρτημένη μεταβλητή θεωρείται η μέση απόσταση από τον άξονα της οδού (rsprur). Η κατανομή που ακολουθεί η εξαρτημένη μεταβλητή (διάγραμμα) αποτελεί καθοριστικό παράγοντα στην επιλογή της μεθόδου παλινδρόμησης που θα χρησιμοποιηθεί.

Διάγραμμα 5.28: Κατανομή μέσης απόστασης από τον άξονα της οδού (παράγοντας απόστασης προσοχής: δύσκολη κλήση).



Διάγραμμα 5.29: Κατανομή μέσης απόστασης από τον άξονα της οδού (παράγοντας απόστασης προσοχής: εύκολη κλήση).



Αρχικά επιλέχθηκε η γραμμική παλινδρόμηση καθώς η εξαρτημένη μεταβλητή είναι συνεχής και επειδή η κατανομή που ακολουθεί μπορεί να θεωρηθεί ότι προσεγγίζει την κανονική. Πράγματι, 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 από τον άξονα της οδού και με την ανάπτυξη **μοντέλων λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης**. Για το λόγο αυτό, δημιουργήθηκε στον πίνακα των μεταβλητών μία ακόμη στήλη με το δεκαδικό λογάριθμο της μέσης απόστασης από τον άξονα της οδού (logrspr).

5.4.5) Παρουσίαση αποτελεσμάτων

Τα **τελικά αποτελέσματα** που προέκυψαν παρουσιάζονται στους πίνακες που ακολουθούν. Αναφέρεται ότι κάθε φορά που εξεταζόταν κάποιο στατιστικό πρότυπο, χρησιμοποιούνταν αρχικά πολλές ανεξάρτητες μεταβλητές και στη συνέχεια απορρίπτονταν όσες είχαν t μικρότερο από 1,7 για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Πίνακας 5.36: Αποτελέσματα λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για τη μέση απόσταση από τον άξονα της οδού σε οδό με ορεινό περιβάλλον (παράγοντας απόστασης προσοχής: δύσκολη κλήση).

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,494 ^a	,244	,238	,09830

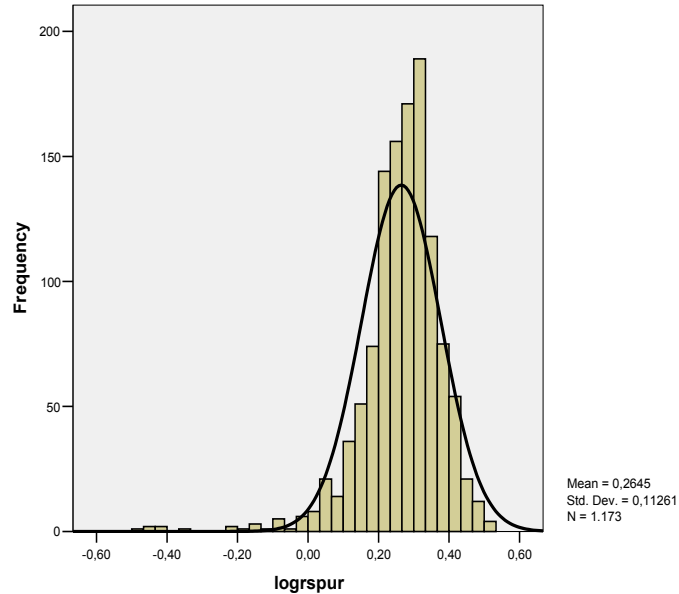
a. Predictors: (Constant), sex, call1, TTL, dist_week, HWay, cell_phone_use3, ACC_mob, Wheel_Left, KS

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	,336	,009		39,272	,000
	call1	,013	,007	,052	1,949	,051
	HWay	-4,7E-006	,000	-,143	-5,519	,000
	ACC_mob	-,079	,015	-,137	-5,247	,000
	cell_phone_use3	,050	,014	,093	3,599	,000
	TTL	-3,8E-005	,000	-,244	-9,438	,000
	Wheel_Left	-,002	,000	-,358	-13,679	,000
	KS	-,032	,008	-,105	-4,007	,000
	dist_week	-,016	,006	-,069	-2,664	,008
	sex	,017	,006	,072	2,767	,006

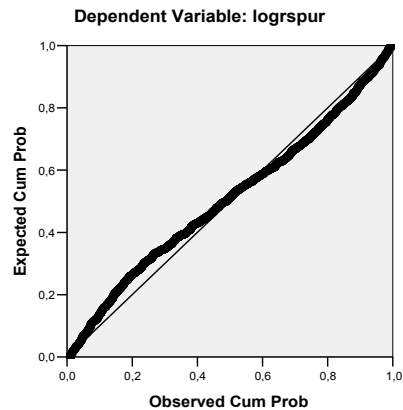
a. Dependent Variable: logrspur

Διάγραμμα 5.37: Ιστόγραμμα συχνοτήτων για τη μέση απόσταση από τον άξονα της οδού σε οδό με ορεινό περιβάλλον (παράγοντας απόσπασης προσοχής: δύσκολη κλήση).



Διάγραμμα 5.31: Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος σε οδό με ορεινό περιβάλλον (παράγοντας απόσπασης προσοχής: δύσκολη κλήση).

Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual



Πίνακας 5.38: Αποτελέσματα λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης για τη μέση απόσταση από τον άξονα της οδού σε οδό με ορεινό περιβάλλον (παράγοντας απόσπασης προσοχής: εύκολη κλήση).

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,448 ^a	,201	,194	,09311

a. Predictors: (Constant), Wheel_right, dist_week, A, sex, ACC_mob, cell_phone_use3, call2, TTL, trouble_call2

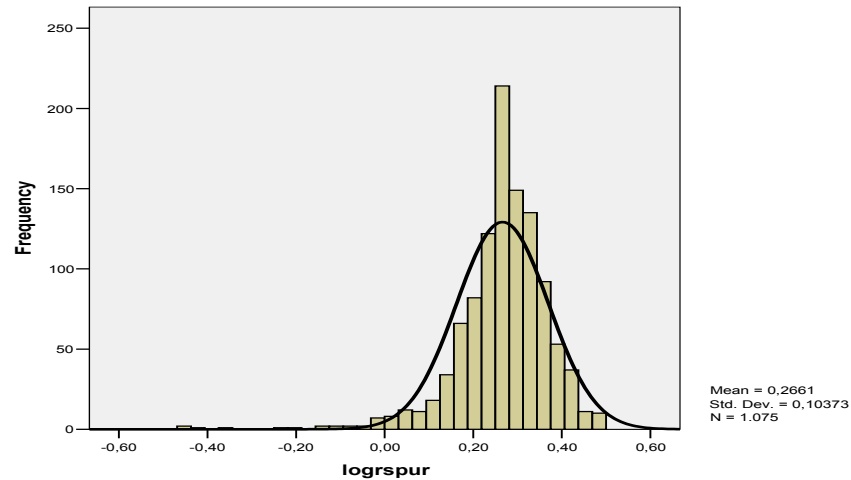
b. Dependent Variable: logrspur

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	,269	,006		45,855	,000
	call2	,015	,007	,061	2,157	,031
	A	-,052	,006	-,241	-8,628	,000
	TTL	-3,5E-005	,000	-,254	-8,894	,000
	ACC_mob	-,047	,015	-,088	-3,114	,002
	cell_phone_use3	,051	,015	,096	3,430	,001
	trouble_call2	,016	,006	,074	2,546	,011
	dist_week	-,016	,006	-,074	-2,642	,008
	sex	,018	,006	,083	2,904	,004
	Wheel_right	,001	,000	,290	10,194	,000

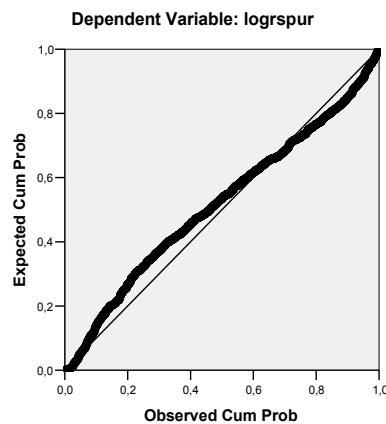
a. Dependent Variable: logrspur

Διάγραμμα 5.32: Ιστόγραμμα συχνοτήτων για τη μέση απόσταση από τον άξονα της οδού σε οδό με ορεινό περιβάλλον (παράγοντας απόσπασης προσοχής: εύκολη κλήση).



Διάγραμμα 5.33: Αθροιστική πιθανότητα σφάλματος σε οδό με ορεινό περιβάλλον (παράγοντας απόσπασης προσοχής: εύκολη κλήση).

Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual



Παρατηρείται ότι:

- ♦ Ο συντελεστής R^2 ισούται με:
 - 0,244 στο μοντέλο που αφορά στη δύσκολη κλήση,
 - 0,201 στο μοντέλο που αφορά στην εύκολη κλήση.

- ♦ Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν έχουν συντελεστή t μεγαλύτερο από 1,7, άρα παρουσιάζουν υψηλό επίπεδο εμπιστοσύνης.
- ♦ Οι τιμές και τα πρόσημα των συντελεστών παλινδρόμησης b_i οδηγούν σε συμπεράσματα με φυσική έννοια που μπορεί να εξηγηθεί.

5.4.6) Περιγραφή αποτελεσμάτων των μοντέλων

Παραπάνω παρουσιάστηκε το τελικό μοντέλο της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η **μαθηματική σχέση** που αναπτύχθηκε και έχει ως εξαρτημένη μεταβλητή τη μέση απόσταση από τον άξονα της οδού.

Οι **μαθηματικές σχέσεις** των μοντέλων που προέκυψαν κατά την εξέταση του παράγοντα της **χρήσης κινητού με δύσκολη και εύκολη τηλεφωνική συνομιλία κατά την οδήγηση («δύσκολη» κλήση και «εύκολη» κλήση)** είναι:

I. **MONTEΛΟ 1:** Η μαθηματική σχέση για τη «δύσκολη» κλήση:

$$\text{logrspur} = 0,013 \times \text{call1} - (4,7 \times 10^{-6}) \times \text{Hway} - 0,079 \times \text{Acc_mob} + 0,050 \times \text{cell_phone_use3} - (3,8 \times 10^{-5}) \times \text{TTL} - 0,002 \times \text{Wheel_Left} - 0,016 \times \text{dist_week} + 0,017 \times \text{sex} - 0,032 \times \text{KS} + 0,336$$

II. **MONTEΛΟ 2:** Η μαθηματική σχέση για την «εύκολη» κλήση:

$$\text{logrspur} = 0,015 \times \text{call2} - 0,052 \times \text{A} - (3,5 \times 10^{-5}) \times \text{TTL} - 0,047 \times \text{Acc_mob} + 0,051 \times \text{cell_phone_use3} + 0,016 \times \text{trouble_call2} + 0,001 \times \text{Wheel_Right} - 0,016 \times \text{dist_week} + 0,018 \times \text{sex} + 0,269$$

όπου:

call1:	εάν στο συγκεκριμένο τμήμα ο οδηγός μιλάει στο κινητό τηλέφωνο («δύσκολη» κλήση) (1=Ναι, 0=Όχι)
call2:	εάν στο συγκεκριμένο τμήμα ο οδηγός μιλάει στο κινητό τηλέφωνο («εύκολη» κλήση) (1=Ναι, 0=Όχι)
A:	ανωφέρεια (1=Ναι, 0=Όχι)
Hway:	μέσος χωρικός διαχωρισμός σε μέτρα
sex:	φύλο (1=Γυναίκα, 0=Άνδρας)
cell_use3:	ο οδηγός συνηθίζει να χρησιμοποιεί συσκευή bluetooth για τις κλήσεις (1=Ναι, 0=Όχι)
Acc_mob:	εάν ο οδηγός είχε εμπλακεί ποτέ σε ατύχημα ενώ μιλούσε στο κινητό (1=Ναι, 0=Όχι)
TTL:	ο χρόνος μέχρι να ξεπεράσει το όχημα τα όρια της οδού σε δευτερόλεπτα
trouble_call2:	εάν ο οδηγός παρουσίασε δυσκολία στην απάντηση της ερώτησης της εύκολης κλήσης (1=Ναι, 0=Όχι)
RPM:	μέσος αριθμός στροφών κινητήρα ανά λεπτό
dist_week:	εβδομαδιαία διανυόμενη απόσταση πάνω από το μέσο όρο(1=Ναι, 0=Όχι)
KS:	παρουσία κλειστών στροφών (1=Ναι, 0=Όχι)
Wheel_Left:	στροφή τιμονιού προς τ' αριστερά σε μοίρες
Wheel_Right:	στροφή τιμονιού προς τα δεξιά σε μοίρες

Δύσκολη κλήση:

Το θετικό πρόσημο της μεταβλητής «call1» υποδηλώνει ότι, αύξηση της τιμής της διακριτής αυτής μεταβλητής, συνεπάγεται αύξηση της μέσης απόστασης από τον άξονα της οδού. Συνεπώς, **η χρήση κινητού κατά την οδήγηση με συνομιλία που ορίστηκε ως δύσκολη στο πείραμα** (τιμή 1 της μεταβλητής) **επιφέρει αύξηση στη μέση απόσταση από τον άξονα της οδού**. Το αποτέλεσμα αυτό είναι εύλογο, καθώς λόγω της τηλεφωνικής συνομιλίας, η προσοχή του οδηγού αποσπάται από τη δραστηριότητα της οδήγησης και

επικεντρώνεται στην προσπάθειά του να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις - νοητικές και μη - της συνομιλίας. Για τον λόγο αυτό, και επειδή δεν υπάρχει διαχωριστική νησίδα, ο οδηγός έχει την τάση να κινείται μακριά από τον άξονα της οδού ώστε να αποφύγει πιθανές συγκρούσεις με άλλα οχήματα.

Εύκολη κλήση:

Το θετικό πρόσημο της μεταβλητής «call2» στο δεύτερο μοντέλο υποδηλώνει όπως και της μεταβλητής «call1» στο πρώτο μοντέλο, ότι αύξηση της τιμής της διακριτής αυτής μεταβλητής, συνεπάγεται αύξηση της μέσης απόστασης από τον άξονα της οδού. Συνεπώς, **η χρήση κινητού κατά την οδήγηση με συνομιλία που ορίστηκε ως εύκολη στο πείραμα** (τιμή 1 της μεταβλητής) **επιφέρει αύξηση στη μέση απόσταση από τον άξονα της οδού**. Αυτό είναι λογικό αφού η τηλεφωνική συνομιλία ακόμα και στην περίπτωση όπου δεν έχει μεγάλο επίπεδο δυσκολίας, αποσπά τον οδηγό οπότε προκειμένου να είναι περισσότερο ασφαλής, προτιμά να οδηγήσει δεξιότερα στη λωρίδα του.

Θετική κλίση κατά μήκος της οδού:

Η διακριτή μεταβλητή «Α» δηλώνει την ύπαρξη ή μη ανωφέρειας και εμφανίζεται στο δεύτερο μοντέλο με αρνητικό πρόσημο, συνεπώς αύξηση της τιμής της διακριτής αυτής μεταβλητής σημαίνει μείωση της μέσης απόστασης από τον άξονα της οδού. Δηλαδή, **η παρουσία θετικής κατά μήκος κλίσης** (τιμή 1 της μεταβλητής) **προκαλεί μείωση της μέσης απόστασης από τον άξονα της οδού**. Το συμπέρασμα αυτό ενδεχομένως να εξηγείται από το γεγονός ότι σε περίπτωση ανωφέρειας ο οδηγός κινείται με μικρότερες ταχύτητες επομένως νιώθει πιο ασφαλής. Ως αποτέλεσμα αυτού, δε δίνει ιδιαίτερη προσοχή στη διατήρηση απόστασης από τον άξονα της οδού, με αποτέλεσμα να οδηγήσει πλησιάζοντας όλο και περισσότερο το σημείο διαχωρισμού των δύο λωρίδων κυκλοφορίας.

Μέσος χωρικός διαχωρισμός:

Το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής «Hway» στο πρώτο μοντέλο δείχνει ότι με την αύξηση της συνεχούς αυτής μεταβλητής μειώνεται η εξεταζόμενη

εξαρτημένη. Συνεπώς, **αύξηση του μέσου χωρικού διαχωρισμού επιφέρει μείωση στη μέση απόσταση από τον άξονα της οδού**. Το αποτέλεσμα αυτό οφείλεται στην αίσθηση ασφάλειας που αποκτά ο οδηγός λόγω της αύξησης της απόστασής του από το προπορευόμενο όχημα. Για το λόγο αυτό, είναι λιγότερο προσεκτικός και έχει την τάση να πλησιάζει τον άξονα της οδού.

Φύλο:

Το θετικό πρόσημο της διακριτής μεταβλητής «sex» και στα δύο μοντέλα, δηλώνει αύξηση της μέσης απόστασης του οχήματος από τον άξονα της οδού με την αύξηση της τιμής της μεταβλητής. Επειδή η μεταβλητή παίρνει την τιμή 1 για τις γυναίκες και την τιμή 0 για τους άνδρες, προκύπτει ότι **οι γυναίκες οδηγούν σε μεγαλύτερες αποστάσεις από τον άξονα της οδού σε σχέση με τους άντρες**. Το αποτέλεσμα αυτό ενδεχομένως να εξηγείται από τη γενικότερη αντίθεση που παρατηρείται ανάμεσα στα δύο φύλα ως προς την οδηγική τους συμπεριφορά σύμφωνα και με τη διεθνή βιβλιογραφία. Επειδή λοιπόν οι γυναίκες στην πλειοψηφία τους θεωρούνται πιο επιφυλακτικές και προσεκτικές στην οδήγηση, οδηγούν διατηρώντας μεγαλύτερες αποστάσεις από τον άξονα της οδού σε σύγκριση με τους άντρες.

Ο οδηγός συνηθίζει να χρησιμοποιεί bluetooth για τις κλήσεις:

Η διακριτή μεταβλητή «cell_phone_use3» προέκυψε από το ερωτηματολόγιο και εμφανίζεται και στα δύο μοντέλα με θετικό πρόσημο, που σημαίνει ότι αύξηση αυτής συνεπάγεται αύξηση της εξαρτημένης μεταβλητής. Συγκεκριμένα, **οι οδηγοί που συνηθίζουν να χρησιμοποιούν συσκευή bluetooth κατά την τηλεφωνική συνομιλία (τιμή 1 της μεταβλητής) οδηγούν σε μεγαλύτερη απόσταση από τον άξονα της οδού όταν συνομιλούν κρατώντας το κινητό στο χέρι**. Το αποτέλεσμα αυτό ίσως να εξηγείται από το γεγονός ότι ένας οδηγός που δεν έχει συνηθίσει να χρησιμοποιεί το κινητό με το χέρι δυσκολεύεται περισσότερο να ανταποκριθεί στις ταυτόχρονες κινητικές διεργασίες και επομένως καταλαμβάνει δεξιότερες θέσεις στο οδόστρωμα για να ελαχιστοποιήσει τον κίνδυνο σύγκρουσης με τα οχήματα που κινούνται στο αντίθετο ρεύμα κυκλοφορίας.

Ο οδηγός έχει εμπλακεί σε ατύχημα ενώ μιλούσε στο κινητό τηλέφωνο:

Η διακριτή μεταβλητή «ACC_mob» δηλώνει εάν ο οδηγός έχει εμπλακεί ποτέ στην πραγματική του ζωή σε ατύχημα ενώ μιλούσε στο κινητό. Εμφανίζεται και στα δύο μοντέλα με αρνητικό πρόσημο, επομένως αύξηση της τιμής της διακριτής μεταβλητής σημαίνει μείωση της μέσης απόστασης του οχήματος από τον άξονα της οδού. Συνεπώς, **οι οδηγοί που έχουν εμπλακεί κάποια στιγμή σε ατύχημα ενώ μιλούσαν στο κινητό** (τιμή 1 της μεταβλητής) **οδηγούν σε μικρότερες αποστάσεις από τον άξονα της οδού**. Λαμβάνοντας υπόψη τον κίνδυνο που ενέχει στο συγκεκριμένο περιβάλλον η οδήγηση κοντά στον άξονα της οδού, αυτή η παρατήρηση θα μπορούσε να συνδεθεί, όπως προαναφέρθηκε και στα μοντέλα των ταχυτήτων, με μια γενικότερη επιθετική οδηγική συμπεριφορά που ενδεχομένως χαρακτηρίζει αυτούς τους οδηγούς.

Χρόνος μέχρι να ξεπεράσει το όχημα τα όρια της οδού:

Η μεταβλητή «TTL» εμφανίζεται και στα δύο μοντέλα με αρνητικό πρόσημο που σημαίνει ότι η αύξησή της προκαλεί μείωση στη μέση απόσταση από τον άξονα της οδού. Συνεπώς, **η αύξηση του χρόνου μέχρι να ξεπεράσει το όχημα τα όρια της οδού συνεπάγεται μείωση της μέσης απόστασης του οχήματος από τον άξονα της οδού**. Το αποτέλεσμα αυτό είναι λογικό αφού όταν αυξάνεται ο χρόνος μέχρι το όχημα να βγει εκτός οδού αυξάνεται η απόσταση από το δεξί έρεισμα της οδού με αποτέλεσμα το όχημα να πλησιάζει τον άξονα του δρόμου.

Ο οδηγός δυσκολεύτηκε να απαντήσει στην ερώτηση της «εύκολης» κλήσης:

Η διακριτή μεταβλητή «trouble_call2» δηλώνει αν ο οδηγός δυσκολεύτηκε ή όχι να απαντήσει στην ερώτηση που του τέθηκε από τον συντονιστή μέσω της «εύκολης» κλήσης κατά τη διάρκεια της οδήγησης. Εμφανίζεται στο μοντέλο με θετικό πρόσημο, που σημαίνει ότι αύξηση της τιμής της μεταβλητής επιφέρει αύξηση της μέσης απόστασης από τον άξονα της οδού. Συνεπώς, **όταν ο οδηγός δυσκολεύεται να ανταποκριθεί σε συνομιλία αυξημένου επιπέδου δυσκολίας μέσω κινητού** (τιμή 1 της μεταβλητής), **αυξάνεται η μέση απόσταση του οχήματος από τον άξονα της οδού**. Το αποτέλεσμα αυτό ενδεχομένως να εξηγείται από το γεγονός ότι στην περίπτωση όπου ο οδηγός

δυσκολεύεται να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις μιας τηλεφωνικής συνομιλίας, έχοντας συναίσθηση της απόσπασης της προσοχής του, απομακρύνεται από τον άξονα της οδού ώστε να είναι πιο ασφαλής από συγκρούσεις με άλλα οχήματα.

Εβδομαδιαία διανυόμενη απόσταση πάνω από το μέσο όρο:

Η διακριτή μεταβλητή «dist_week» εμφανίζεται και στα δύο μοντέλα με αρνητικό πρόσημο, δηλαδή αύξησή της συνεπάγεται μείωση της εξαρτημένης μεταβλητής. Συνεπώς, **όταν ένας οδηγός διανύει εβδομαδιαία απόσταση μεγαλύτερη από το μέσο όρο της απόστασης που διανύουν όλοι οι οδηγοί** (τιμή 1 της μεταβλητής), **η μέση απόσταση του οχήματος από τον άξονα του δρόμου μειώνεται**. Αυτό αποδίδεται στο γεγονός ότι οι οδηγοί αυτοί που διανύουν περισσότερα χιλιόμετρα τη βδομάδα είναι πιο έμπειροι και αισθάνονται πιο ασφαλείς από τους άλλους οδηγούς οδηγώντας πιο κοντά στον άξονα της οδού.

Παρουσία κλειστών στροφών:

Η μεταβλητή «KS» εμφανίζεται στο πρώτο μοντέλο και έχει αρνητικό πρόσημο, δηλαδή αύξηση της τιμής της διακριτής αυτής μεταβλητής συνεπάγεται μείωση της μέσης απόστασης από τον άξονα της οδού. Αυτό σημαίνει ότι **η παρουσία κλειστών στοφών** (τιμή 1 της μεταβλητής) **προκαλεί μείωση της μέσης απόστασης από τον άξονα της οδού**. Το αποτέλεσμα αυτό είναι επίσης λογικό αφού οι οδηγοί λόγω της γεωμετρίας της οδού κινούνται με ιδιαίτερη προσοχή στις έντονες στροφές και προσπαθούν να διατηρήσουν το όχημα κοντά στον άξονα της οδού για να μην παρασυρθεί λόγω της φυγόκεντρης δύναμης που ασκείται.

Στροφή τιμονιού προς τ' αριστερά:

Το αρνητικό πρόσημο της συνεχούς μεταβλητής «Wheel_Left» η οποία εμφανίζεται στο πρώτο μοντέλο, υποδηλώνει ότι με την αύξησή της, η εξεταζόμενη εξαρτημένη μεταβλητή μειώνεται. Συγκεκριμένα, **αύξηση της στροφής του τιμονιού του οχήματος προς τ' αριστερά** (σε μοίρες) **επιφέρει**

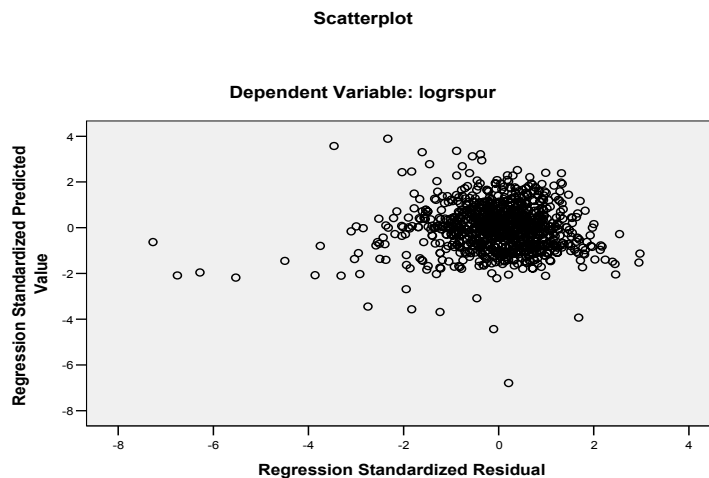
μείωση στη μέση απόσταση από τον άξονα της οδού. Το αποτέλεσμα αυτό είναι αναμενόμενο αφού όσο περισσότερο στρίβει το όχημα προς τ' αριστερά, τόσο πιο πολύ πλησιάζει τον άξονα της οδού.

Στροφή τιμονιού προς τα δεξιά:

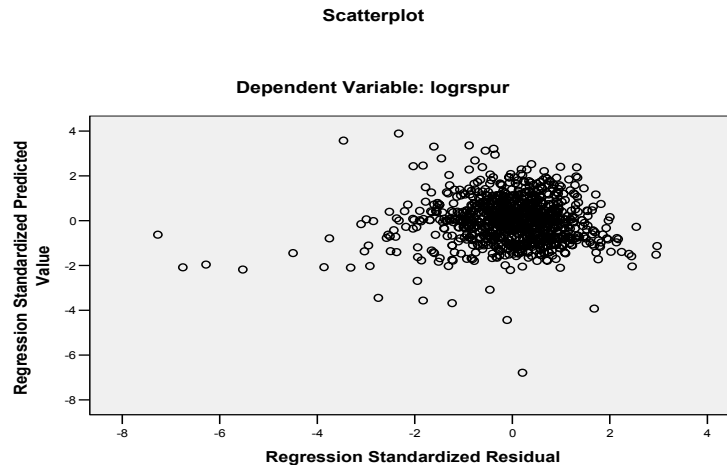
Το θετικό πρόσημο της συνεχούς μεταβλητής «Wheel_Right» η οποία εμφανίζεται στο δεύτερο μοντέλο, υποδηλώνει ότι με την αύξησή της, η εξεταζόμενη εξαρτημένη μεταβλητή αυξάνεται. Συνεπώς, **αύξηση της στροφής του τιμονιού προς τα δεξιά, επιφέρει αύξηση στη μέση απόσταση από τον άξονα της οδού.** Το αποτέλεσμα αυτό είναι αναμενόμενο αφού όσο περισσότερο στρίβει το όχημα προς τα δεξιά, τόσο πιο πολύ απομακρύνεται από τον άξονα της οδού.

Ένας τελευταίος έλεγχος είναι εκείνος που φαίνεται στα διαγράμματα που ακολουθούν, 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 5.34: Συσχέτιση και διασπορά των σφαλμάτων στο μοντέλο της μέσης απόστασης από τον άξονα της οδού που αφορά στη χρήση κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση (δύσκολη κλήση).



Διάγραμμα 5.35: Συσχέτιση και διασπορά των σφαλμάτων στο μοντέλο της μέσης απόστασης από τον άξονα της οδού που αφορά στη χρήση κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση (εύκολη κλήση).



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.

5.4.7) Σχετική επιρροή των μεταβλητών

Ο βαθμός της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη μεταβλητή που περιέχεται στη μαθηματική σχέση του μοντέλου της μέσης

απόστασης από τον άξονα της οδού 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 ανεξάρτητη μεταβλητή αναπτύχθηκε στο υποκεφάλαιο 5.2.9.

Πίνακας 5.39: Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλου της μέσης απόστασης από τον άξονα της οδού.

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Δύσκολη συνομιλία στο κινητό				Εύκολη συνομιλία στο κινητό			
	β_i	t	Σχετική επιρροή		β_i	t	Σχετική επιρροή	
			e_i	e_i^*			e_i	e_i^*
Συνεχείς μεταβλητές								
Μέσος χωρικός διαχωρισμός (σε μέτρα)	-4,70E-06	-5,519	-0,158	-1,968	-	-	-	-
Στροφή τιμονιού προς τ' αριστερά (σε μοίρες)	-0,002	-13,679	-0,104	-1,295	-	-	-	-
Στροφή τιμονιού προς τα δεξιά (σε μοίρες)	-	-	-	-	0,001	10,194	0,056	1,339
Ο χρόνος μέχρι να ξεπεράσει το όχημα τα όρια της οδού (σε δευτερόλεπτα)	-3,80E-05	-9,438	-0,080	-1,000	-3,50E-05	-8,894	-0,042	-1,000
Διακριτές μεταβλητές								
Δύσκολη συνομιλία στο κινητό	0,013	1,949	0,015	1,974	-	-	-	-
Εύκολη συνομιλία στο κινητό	-	-	-	-	0,015	2,157	0,014	2,077
Ανωφέρεια	-	-	-	-	-0,052	-8,628	-0,080	-11,897
Κλειστές στροφές	-0,032	-4,007	-0,023	-2,918	-	-	-	-
Φύλο	0,017	2,767	0,025	3,185	0,018	2,904	0,026	3,838
Ο οδηγός συνηθίζει να χρησιμοποιεί bluetooth	0,050	3,599	0,008	1,000	0,051	3,430	0,007	1,000
Εμπλοκή σε ατύχημα κατά τη χρήση κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση	-0,079	-5,247	-0,016	-2,084	-0,047	-3,114	-0,009	-1,402
Δυσκολία στην απάντηση της ερώτησης της εύκολης κλήσης	-	-	-	-	0,016	2,546	0,020	2,972
Εβδομαδιαία διανυόμενη απόσταση πάνω από το μέσο όρο	-0,016	-2,664	-0,025	-3,269	-0,016	-2,642	-0,024	-3,627
R^2	0,244				0,201			

Από τον παραπάνω πίνακα, προκύπτει το είδος και το μέγεθος της επιρροής της κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής στην εξαρτημένη. Στη στήλη ϵ_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 από τον άξονα της οδού παρατηρείται ότι:

♦ **Μοντέλο 1: εξέταση του παράγοντα «δύσκολη» κλήση.**

- Οι μεταβλητές “δύσκολη κλήση” και “εμπλοκή σε ατύχημα κατά τη χρήση κινητού τηλεφώνου κατά τη οδήγηση” έχουν διπλάσια επιρροή στη μέση απόσταση από τον άξονα της οδού συγκρινόμενες με την μεταβλητή “ο οδηγός συνηθίζει να χρησιμοποιεί bluetooth για τις κλήσεις”.
- Οι μεταβλητές “παρουσία κλειστών στροφών”, “φύλο” και “εβδομαδιαία διανυόμενη απόσταση πάνω από το μέσο όρο” επηρεάζουν στον ίδιο βαθμό τη μέση απόσταση του οχήματος από τον άξονα της οδού και πιο συγκεκριμένα έχουν 1,5 φορά μεγαλύτερη επιρροή από τη “δύσκολη κλήση”.

♦ **Μοντέλο 2: εξέταση του παράγοντα «εύκολη» κλήση.**

- Η μεταβλητή “εύκολη κλήση” που εξετάζεται σε αυτό το μοντέλο, επηρεάζει 2 φορές περισσότερο τη μέση απόσταση από τον άξονα της οδού σε σύγκριση με τη μεταβλητή “ο οδηγός συνηθίζει να χρησιμοποιεί bluetooth για τις κλήσεις” και 1,5 φορές περισσότερο σε σύγκριση με την “εμπλοκή σε ατύχημα κατά τη χρήση κινητού τηλεφώνου κατά τη οδήγηση”.
- Η “δυσκολία στην απάντηση της ερώτησης της δεύτερης κλήσης” και η “εβδομαδιαία διανυόμενη απόσταση πάνω από το μέσο όρο” έχουν σχετική επιρροή η οποία είναι αντίστοιχα 1,4 και 1,8 φορές μεγαλύτερη από αυτή της “εύκολης κλήσης”.

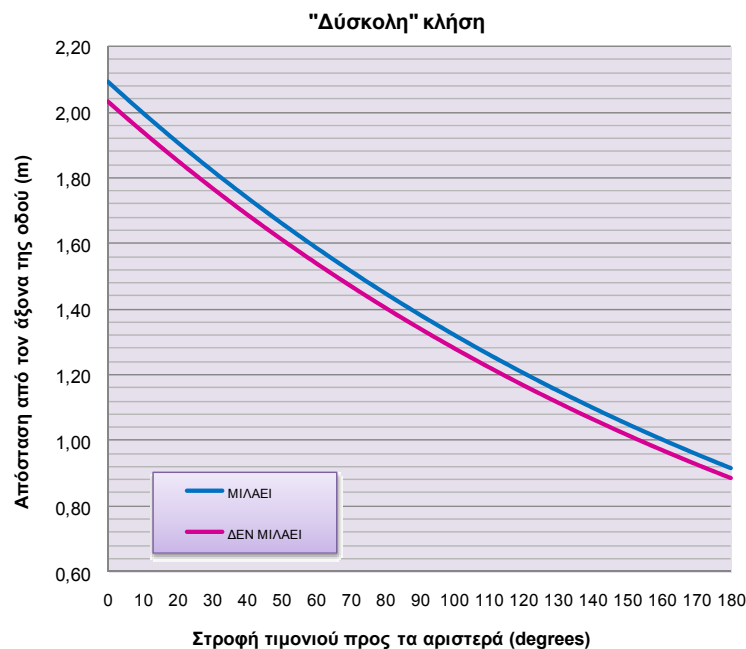
Ως γενικά συμπεράσματα αναφέρεται ότι:

- ➔ Η χρήση κινητού τηλεφώνου, ανεξάρτητα από το επίπεδο δυσκολίας της συνομιλίας, αυξάνει τη μέση απόσταση από τον άξονα της οδού.
- ➔ Ως προς τις συνεχείς μεταβλητές, τη σημαντικότερη επιρροή στην εξεταζόμενη εξαρτημένη μεταβλητή παρουσιάζει στο πρώτο μοντέλο ο “μέσος χωρικός διαχωρισμός” και στο δεύτερο μοντέλο η “στροφή τιμονιού προς τα δεξιά”.

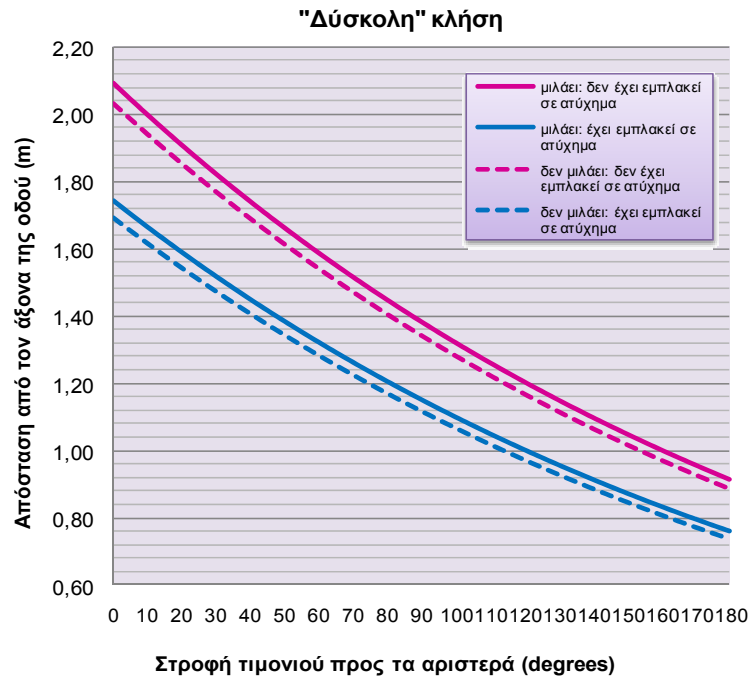
5.4.8) Ανάλυση ευαισθησίας

Στο παρόν υποκεφάλαιο 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.

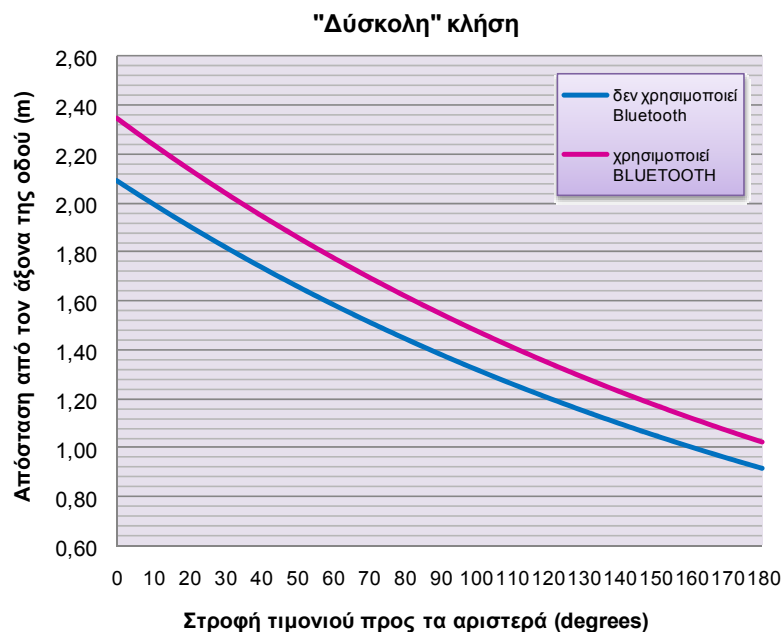
Διάγραμμα 5.36: Συσχέτιση της απόστασης του οχήματος από τον άξονα της οδού με την αριστερή στροφή του τιμονιού, 1^ο μοντέλο
(sex=0, dist_week=1, TTL=310, HWay=100, ACC_mob=0, KS=0, cell_phone_use3=0).



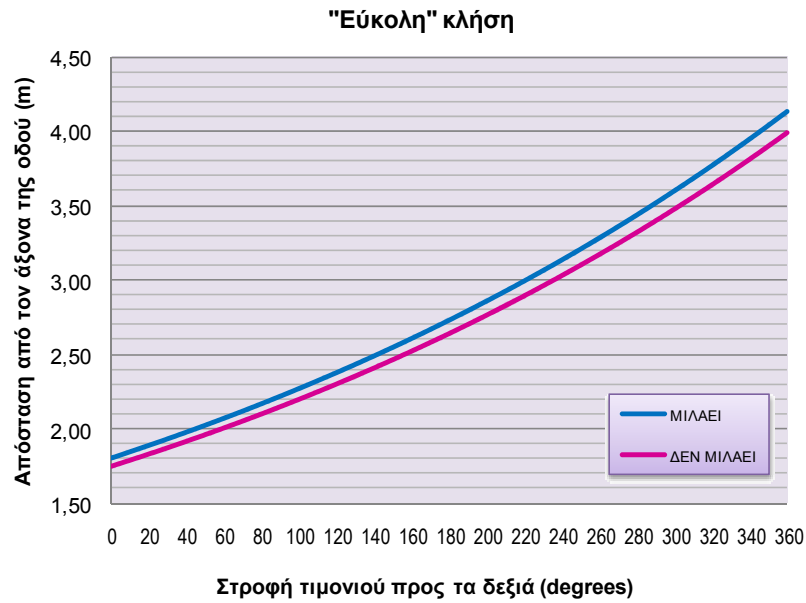
Διάγραμμα 5.37: Συσχέτιση της απόστασης του οχήματος από τον άξονα της οδού με την αριστερή στροφή του τιμονιού, 1^ο μοντέλο
(sex=0, dist_week=1, TTL=310, HWay=100, KS=0, cell_phone_use3=0).



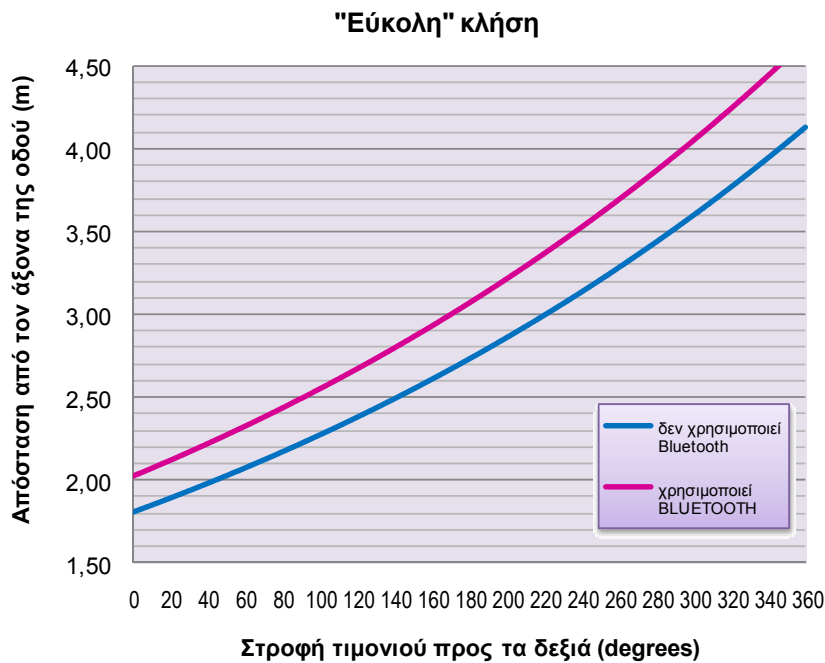
Διάγραμμα 5.38: Συσχέτιση της απόστασης του οχήματος από τον άξονα της οδού με την αριστερή στροφή του τιμονιού, 1^ο μοντέλο
(call1=1, sex=0, dist_week=1, TTL=310, HWay=100, KS=0, cell_phone_use3=0).



Διάγραμμα 5.39: Συσχέτιση της απόστασης του οχήματος από τον άξονα της οδού με την δεξιά στροφή του τιμονιού, 2^ο μοντέλο
(cell_phone_use3=0, A=0, sex=0, TTL=337, trouble_call2=0, dist_week=1, ACC_mob=0).

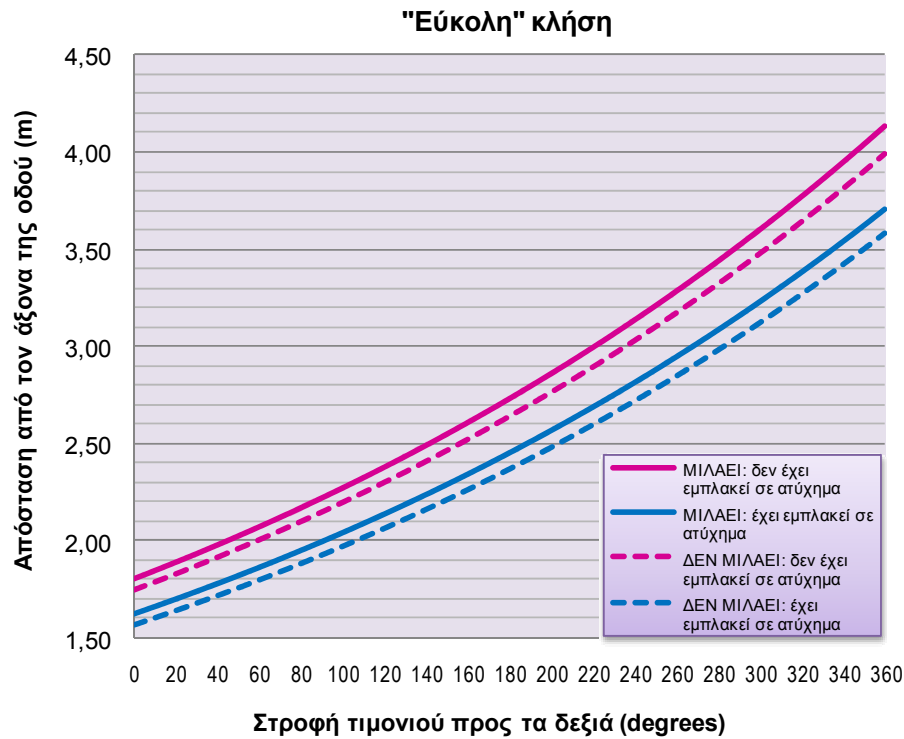


Διάγραμμα 5.40: Συσχέτιση της απόστασης του οχήματος από τον άξονα της οδού με την δεξιά στροφή του τιμονιού, 2^ο μοντέλο
(call1=1, sex=0, A=0, TTL=337, trouble_call2=0, dist_week=1, ACC_mob=0).



Διάγραμμα 5.41: Συσχέτιση της απόστασης του οχήματος από τον άξονα της οδού με την δεξιά στροφή του τιμονιού, 2^ο μοντέλο

(cell_phone_use3=0, A=0, sex=0, TTL=337, trouble_call2=0, dist_week=1).



Από τα διαγράμματα ευαισθησίας που παρουσιάστηκαν προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- ◆ Η απόσταση του οχήματος από τον άξονα της οδού αυξάνεται όταν ο οδηγός χρησιμοποιεί το κινητό τηλέφωνο και συμμετέχει σε μια δύσκολη ή εύκολη συνομιλία.
- ◆ Οι οδηγοί που συνηθίζουν να χρησιμοποιούν ασύρματο ακουστικό και μικρόφωνο (Bluetooth) για τις κλήσεις, παρατηρήθηκε ότι στο πείραμα, όπου χρησιμοποίησαν το κινητό για συνομιλίες χειροκίνητα, οδηγούσαν σε μεγαλύτερη απόσταση από τον άξονα της οδού.
- ◆ Οι οδηγοί που έχουν εμπλακεί στο παρελθόν σε οδικό ατύχημα συσχετιζόμενο με τη χρήση κινητού τηλεφώνου, οδηγούν πιο κοντά στον άξονα της οδού σε σχέση με τους υπόλοιπους όταν συνομιλούν στο κινητό αλλά και όταν οδηγούν χωρίς να το χρησιμοποιούν.

5.5) Ανάπτυξη και εφαρμογή μαθηματικού μοντέλου ατυχήματος.

Ο στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση της επιρροής της χρήσης κινητού τηλεφώνου και της μουσικής στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια του οδηγού. Στα παρακάτω υποκεφάλαια θα περιγραφεί η **διαδικασία ανάλυσης για την ανάπτυξη του μοντέλου που αφορά στην πιθανότητα να συμβεί ατύχημα σε περίπτωση απρόβλεπτου συμβάντος** και θα εξετασθεί η επιρροή της χρήσης του κινητού τηλεφώνου. Αξίζει να αναφερθεί ότι από τη στατιστική επεξεργασία δε βρέθηκε κάποιο μαθηματικό μοντέλο υψηλής στατιστικής σημαντικότητας που να μπορεί να περιγράψει επαρκώς την επίδραση της “εύκολης” κλήσης αλλά και της μουσικής στην πιθανότητα αυτού του είδους ατυχήματος.

5.5.1) Δεδομένα εισόδου και καθορισμός μεταβλητών

Στο στατιστικό μοντέλο προσδιορισμού της **πιθανότητας να συμβεί ατύχημα** εξετάσθηκαν οι μεταβλητές που περιγράφηκαν στους πίνακες 4.1, 4.2, 4.4. 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).

Αρχικά εισήχθησαν διαδοχικά στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης διάφορες ομάδες μεταβλητών με αρκετές μεταβλητές σε κάθε ομάδα, ώστε τελικά να ελεγχθούν όλες οι διαθέσιμες μεταβλητές. Οι μεταβλητές αυτές αφορούσαν στα χαρακτηριστικά της οδήγησης (μεταβλητές από τον προσομοιωτή οδήγησης), στα χαρακτηριστικά της οδού και στις συνήθειες του οδηγού ως προς την οδηγική συμπεριφορά και τη χρήση του κινητού τηλεφώνου και της μουσικής (μεταβλητές από το ερωτηματολόγιο και τις παρατηρήσεις των συντονιστών). Στη συνέχεια αφαιρέθηκαν διαδοχικά οι λιγότερο στατιστικά σημαντικές (έλεγχος t-test) και ακολούθησε ο έλεγχος συσχέτισης των υπόλοιπων ανεξάρτητων μεταβλητών, ο οποίος οδήγησε στην αφαίρεση εκείνων με την υψηλότερη

συσχέτιση (Πίνακας 5.40). Μετά από αρκετές διαδοχικές επαναλήψεις της παραπάνω διαδικασίας προέκυψαν τα τελικά στατιστικά μοντέλα που παρουσιάζονται στα επόμενα υποκεφάλαια τα οποία αποτέλεσαν τον βέλτιστο συνδυασμό των στατιστικά σημαντικών μεταβλητών από όλες τις δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν.

Παρακάτω αναφέρονται οι μεταβλητές που περιλαμβάνονται στο τελικό στατιστικό πρότυπο.

ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ:

accid: εάν ο οδηγός ενεπλάκη σε ατύχημα σε περίπτωση απρόβλεπτου συμβάντος στο υπό εξέταση οδικό τμήμα (1=Ναι, 0=Όχι)

ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ:

call1: εάν στο συγκεκριμένο τμήμα ο οδηγός μιλάει στο κινητό τηλέφωνο («δύσκολη» κλήση) (1=Ναι, 0=Όχι)

RT: χρόνος αντίδρασης οδηγού σε απρόσμενο συμβάν σε δευτερόλεπτα

like: εάν στον οδηγό αρέσει η οδήγηση (1=Ναι, 0=Όχι)

Speed: η μέση ταχύτητα οδήγησης σε km/h

dang1: ο οδηγός δε θεωρεί ιδιαίτερα επικίνδυνη την χρήση κινητού κατά την οδήγηση (1=Ναι, 0=Όχι)

Επισημαίνεται ότι από τις ανωτέρω μεταβλητές, οι RT και speed, 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 κατά τη χρήση κινητού για τη

“δύσκολη” συνομιλία. Η μεταβλητή αυτή είναι διακριτή και μάλιστα είναι δυνατό να λάβει μόνο δύο τιμές (1=ατύχημα, 0=όχι ατύχημα).

Για τον 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 της εξαρτημένης και των 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.

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

Σημαντικό ρόλο στην επιλογή των μεταβλητών των μοντέλων της λογιστικής ανάλυσης παλινδρόμησης παίζει η **πιθανοφάνεια**. Για την εκτίμηση της επιρροής των παραμέτρων β χρησιμοποιείται η μέθοδος της μεγιστοποίησης της πιθανοφάνειας. Για να επιτευχθεί υψηλή πιθανοφάνεια επιχειρείται 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 $LRT = -2[L(b) - L(0)]$, όπου $L(b) = L(\text{μοντέλο με τις } p \text{ μεταβλητές})$ ενώ $L(0) = L(\text{μοντέλο χωρίς τις } p \text{ μεταβλητές})$, είναι μεγαλύτερη από την τιμή του κριτηρίου χ^2 για p βαθμούς ελευθερίας σε επίπεδο σημαντικότητας 5%, το μοντέλο είναι στατιστικά προτιμότερο από το μοντέλο χωρίς τις μεταβλητές και γίνονται δεκτές οι μεταβλητές ως σημαντικές.

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

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

5.5.3) 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, φαίνονται στους πίνακες που ακολουθούν (σημειωμένες εμφανίζονται οι μεταβλητές με υψηλή συσχέτιση που αφαιρέθηκαν κατά τη διαδικασία διεξαγωγής των μαθηματικών μοντέλων).

Πίνακας 5.40: Ενδεικτικός πίνακας με υψηλές τιμές συσχέτισης μεταβλητών πριν το τελικό μοντέλο (παράγοντας απόσπασης προσοχής: δύσκολη κλήση).

		Correlations					
		call1	KS	like	dr.mount. rarely	dang1	db_ change
call1	Pearson Correlation	1	,655**	-,008	-,025	-,038	,013
	Sig. (2-tailed)		,000	,918	,739	,605	,860
	N	187	187	187	187	187	187
KS	Pearson Correlation	,655**	1	-,031	,028	-,020	-,006
	Sig. (2-tailed)	,000		,677	,706	,790	,938
	N	187	187	187	187	187	187
like	Pearson Correlation	-,008	-,031	1	,170*	,106	-,075
	Sig. (2-tailed)	,918	,677		,020	,149	,307
	N	187	187	187	187	187	187
dr.mount.rarely	Pearson Correlation	-,025	,028	,170*	1	,188**	,396**
	Sig. (2-tailed)	,739	,706	,020		,010	,000
	N	187	187	187	187	187	187
dang1	Pearson Correlation	-,038	-,020	,106	,188**	1	-,134
	Sig. (2-tailed)	,605	,790	,149	,010		,068
	N	187	187	187	187	187	187
db_change	Pearson Correlation	,013	-,006	-,075	,396**	-,134	1
	Sig. (2-tailed)	,860	,938	,307	,000	,068	
	N	187	187	187	187	187	187

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

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

Πίνακας 5.41: Συσχέτιση διακριτών μεταβλητών του μοντέλου της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα σε περίπτωση απρόβλεπτου συμβάντος (παράγοντας απόσπασης προσοχής: δύσκολη κλήση).

		Correlations		
		call1	like	dang1
call1	Pearson Correlation	1	-,008	-,038
	Sig. (2-tailed)		,918	,605
	N	187	187	187
like	Pearson Correlation	-,008	1	,106
	Sig. (2-tailed)	,918		,149
	N	187	187	187
dang1	Pearson Correlation	-,038	,106	1
	Sig. (2-tailed)	,605	,149	
	N	187	187	187

Πίνακας 5.42: Συσχέτιση συνεχών μεταβλητών του μοντέλου της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα σε περίπτωση απρόβλεπτου συμβάντος (παράγοντας απόσπασης προσοχής: δύσκολη κλήση).

Correlations		RT	Speed
RT	Pearson Correlation	1	,013
	Sig. (2-tailed)		,857
	N	187	187
Speed	Pearson Correlation	,013	1
	Sig. (2-tailed)	,857	
	N	187	187

5.5.4) Παρουσίαση αποτελεσμάτων

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

Πίνακας 5.43: Αποτελέσματα λογιστικής παλινδρόμησης για την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα σε περίπτωση απρόβλεπτου συμβάντος σε ορεινό περιβάλλον (παράγοντας απόσπασης προσοχής: δύσκολη κλήση).

Μοντέλο μόνο με σταθερό όρο

Model Summary

Step	-2 Log likelihood
1	199,218

Τελικό μοντέλο με τις μεταβλητές

Model Summary

Step	-2 Log likelihood
1	145,456

Classification Table^a

		Predicted		
		unexp_acc		Percentage Correct
		,00	1,00	
Step 1	unexp_acc	,00	1,00	
		137	8	94,5
		23	19	45,2
	Overall Percentage			83,4

a. The cut value is ,500

Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1	call1	1,195	,502	5,663	1	,017	3,305
	RT	3,066	,564	29,534	1	,000	21,463
	like	-1,063	,581	3,342	1	,068	,346
	Speed	,033	,020	2,921	1	,087	1,034
	dang1	-1,465	1,054	1,930	1	,165	,231
	Constant	-5,859	1,294	20,513	1	,000	,003

a. Variable(s) entered on step 1: call1, RT, like, Speed, dang1.

Likelihood Ratio test

$LRT = -2*(L(b)-L(0)) = 199,218 - 145,456 = 53,762 > \chi^2$ με 6 βαθμούς ελευθερίας (=12,59) σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Υπολογισμός ρ^2

$$\rho^2 = 1 - [L(b)/L(0)] = 1 - (145,456/2)/(199,218/2) = 0,270$$

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

- ◆ Οι λόγοι πιθανοφανειών του μοντέλου (Likelihood Ratio test) ικανοποιούν το κριτήριο: $LRT = -2*[L(b)-L(0)] > \chi^2$ με n-1 βαθμούς ελευθερίας σε επίπεδο σημαντικότητας 5% .
- ◆ Ο συντελεστής ρ^2 υπολογίσθηκε ίσος με 0,270.
- ◆ Ο μέσος όρος του ποσοστού που προβλέπονται τα ατυχήματα είναι 83,4%. Αναλυτικότερα η πιθανότητα να προβλεφθεί σωστά ότι συνέβη ατύχημα είναι 45,2% ενώ ότι δε συνέβη 94,5%.
- ◆ Οι μεταβλητές που επηρεάζουν την εξαρτημένη μεταβλητή παρουσιάζουν υψηλούς συντελεστές Wald.

5.5.5) Περιγραφή αποτελεσμάτων του μοντέλου

Παραπάνω παρουσιάστηκε το τελικό μοντέλο τη λογιστικής παλινδρόμησης. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η **μαθηματική σχέση** που αναπτύχθηκε για να υπολογίσει την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα. Η μαθηματική αυτή σχέση

υπολογίζει τη συνάρτηση χρησιμότητας U ή αλλιώς **Utility Function**. Οπότε η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα είναι:

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

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

$$U = 1,195 \times \text{call1} + 3,066 \times \text{RT} - 1,063 \times \text{like} + 0,033 \times \text{Speed} - 1,465 \times \text{dang1} - 5,859$$

όπου:

call1: εάν στο συγκεκριμένο τμήμα ο οδηγός μιλάει στο κινητό τηλέφωνο («δύσκολη» κλήση) (1=Ναι, 0=Όχι)

RT: χρόνος αντίδρασης οδηγού σε απρόσμενο συμβάν σε δευτερόλεπτα

like: εάν στον οδηγό αρέσει η οδήγηση (1=Ναι, 0=Όχι)

Speed: η μέση ταχύτητα οδήγησης σε km/h

dang1: ο οδηγός δε θεωρεί ιδιαίτερα επικίνδυνη την χρήση κινητού κατά την οδήγηση (1=Ναι, 0=Όχι)

«Δύσκολη» κλήση:

Το θετικό πρόσημο της μεταβλητής «call1» της οποίας η επιρροή εξετάζεται στο συγκεκριμένο μοντέλο, υποδηλώνει ότι με την αύξηση της μεταβλητής αυτής, αυξάνεται η τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής. Αυτό σημαίνει ότι **στην περίπτωση «δύσκολης» τηλεφωνικής συνομιλίας κατά την οδήγηση** (όταν η μεταβλητή παίρνει την τιμή 1), **αυξάνεται η πιθανότητα ατυχήματος σε περίπτωση απρόσμενου συμβάντος**. Όταν ο οδηγός συμμετέχει σε μία συνομιλία αυξημένου επιπέδου δυσκολίας μέσω κινητού, πρέπει να βρίσκεται σε πνευματική εγρήγορση και ταυτόχρονα να χειρίζεται το όχημα με ασφάλεια. Η προσοχή του αποσπάται από την οδήγηση και δυσκολεύεται να ανταποκριθεί στις αυξημένες αυτές απαιτήσεις, επομένως αυξάνεται η πιθανότητα να εμπλακεί σε ατύχημα λόγω απρόβλεπτου συμβάντος.

Χρόνος αντίδρασης οδηγού σε απρόσμενο συμβάν:

Η συνεχής μεταβλητή «RT» εμφανίζεται στο μοντέλο με θετικό πρόσημο, δηλαδή αύξησή της συνεπάγεται αύξηση της πιθανότητας ατυχήματος σε περίπτωση απρόβλεπτου συμβάντος. Συνεπώς, **όταν αυξάνεται ο χρόνος αντίδρασης του οδηγού στην περίπτωση απρόβλεπτου συμβάντος, αυξάνεται και η πιθανότητα να γίνει ατύχημα.** Το παραπάνω αποτέλεσμα είναι λογικό αφού όταν ο οδηγός καθυστερήσει να αντιδράσει σε ένα απρόβλεπτο συμβάν είναι πιθανότερο αυτό να εξελιχθεί σε ατύχημα συγκριτικά με την περίπτωση όπου θα το έχει αντιληφθεί έγκαιρα και θα έχει αντιδράσει σε λιγότερο χρόνο.

Απόλαυση οδήγησης:

Η μεταβλητή «απόλαυση οδήγησης» εμφανίζεται στο μοντέλο με αρνητικό πρόσημο, δηλαδή η αύξησή της συνεπάγεται μείωση της εξεταζόμενης εξαρτημένης μεταβλητής. Συμπερασματικά, **όταν ο οδηγός απολαμβάνει την οδήγηση** (τιμή 1 της μεταβλητής), **η πιθανότητα ατυχήματος σε ένα απρόβλεπτο συμβάν μειώνεται.** Το αποτέλεσμα αυτό ενδεχομένως να εξηγείται από το γεγονός ότι όταν η οδήγηση ως δραστηριότητα ευχαριστεί τον οδηγό, τότε είναι περισσότερο συγκεντρωμένος και οδηγεί με μεγαλύτερη προσοχή και ασφάλεια. Επίσης, είναι πιθανό να έχει μεγαλύτερη οδηγική εμπειρία από κάποιον άλλο οδηγό που δεν την προτιμά. Για τους παραπάνω λόγους, μπορεί να αντιμετωπίσει πιο αποτελεσματικά κάποιο επικίνδυνο συμβάν και να μειώσει την πιθανότητα ατυχήματος.

Μέση ταχύτητα οδήγησης:

Η συνεχής μεταβλητή «Speed» εμφανίζεται στο μοντέλο με θετικό πρόσημο δηλαδή η αύξησή της συνεπάγεται αύξηση της εξεταζόμενης εξαρτημένης μεταβλητής. Συνεπώς, **με την αύξηση της μέσης ταχύτητας οδήγησης αυξάνεται η πιθανότητα ατυχήματος σε περίπτωση απρόβλεπτου συμβάντος.** Το παραπάνω αποτέλεσμα είναι αναμενόμενο αφού σε μεγαλύτερες ταχύτητες ο οδηγός χρειάζεται περισσότερο χρόνο για να ακινητοποιήσει το όχημα σε περίπτωση που έρθει αντιμέτωπος με κάποιο

επικίνδυνο συμβάν, επομένως έχει μεγαλύτερη πιθανότητα να εμπλακεί σε ένα τέτοιου είδους ατύχημα.

Η μη θεώρηση της χρήσης κινητού ως ιδιαίτερα επικίνδυνης κατά την οδήγηση:

Η διακριτή μεταβλητή «dang1» εμφανίζεται στο μοντέλο με αρνητικό πρόσημο, δηλαδή αύξησή της συνεπάγεται μείωση της εξαρτημένης μεταβλητής. Προκύπτει λοιπόν ότι **στην περίπτωση κατά την οποία ο οδηγός δε θεωρεί τη χρήση κινητού ως ιδιαίτερα επικίνδυνη κατά την οδήγηση** (τιμή 1 της μεταβλητής), **η πιθανότητα ατυχήματος που σχετίζεται με κάποιο απρόβλεπτο συμβάν μειώνεται**. Το αποτέλεσμα αυτό ενδεχομένως να εξηγείται από το γεγονός ότι εκείνοι οι οδηγοί που δεν θεωρούν επικίνδυνη τη χρήση κινητού κατά την οδήγηση είναι συνήθως οι περισσότεροι εξοικειωμένοι με αυτή. Επειδή λοιπόν έχουν συνηθίσει να χειρίζονται το κινητό τους τηλέφωνο ενώ οδηγούν και κατ' επέκταση να έχουν πολλές ασχολίες ταυτόχρονα, είναι ικανοί να αντιμετωπίσουν καλύτερα τα πιθανά απρόβλεπτα συμβάντα και τελικά να μειώσουν την πιθανότητα ατυχήματος είτε μιλούν στο κινητό είτε όχι.

5.5.6) Σχετική επιρροή των μεταβλητών

Η σχετική επιρροή των μεταβλητών στο μοντέλο που αφορά στην πιθανότητα να συμβεί ατύχημα σε περίπτωση απρόβλεπτου συμβάντος υπολογίστηκε με τη **θεωρία ελαστικότητας με σχέσεις που αφορούν στο λογιστικό μοντέλο παλινδρόμησης**.

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

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

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

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

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

Εφόσον η παραπάνω σχέση αφορά σε κάθε άτομο (n), η σχετική ελαστικότητα αφορά στην ευαισθησία του συγκεκριμένου ατόμου στην αλλαγή της μεταβλητής και επομένως πρόκειται για εξατομικευμένη ελαστικότητα (disaggregate elasticity). Για τον υπολογισμό της **συγκεντρωτικής ελαστικότητας** (aggregate elasticity), από την οποία προκύπτει η ευαισθησία του συνόλου του δείγματος στην εξεταζόμενη μεταβολή, ως προς την αντίστοιχη

συνολική μεταβολή της πιθανότητας επιλογής μιας εναλλακτικής, εφαρμόζεται η σχέση (Ben-Akiva & Lerman, 1985):

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

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

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

Πίνακας 5.44: Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλου της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα σε περίπτωση απρόβλεπτου συμβάντος σε ορεινό περιβάλλον (παράγοντας απόσπασης προσοχής: δύσκολη κλήση).

Ανεξάρτητες μεταβλητές	β_i	Wald	Exp(β_i)	Σχετική επιρροή	
				e_i	e_i^*
Συνεχείς μεταβλητές					
Χρόνος αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν	3,066	29,534	21,463	2,198	2,840
Μέση ταχύτητα	0,033	2,921	1,034	0,774	1,000
Διακριτές μεταβλητές					
Δύσκολη κλήση	1,195	5,663	3,305	0,890	2,117
Απόλαυση οδήγησης	-1,063	3,342	0,346	-0,421	-1,000
Η μη θεώρηση της χρήσης κινητού ως ιδιαίτερα επικίνδυνης κατά την οδήγηση	-1,465	1,930	0,231	-0,586	-1,393

Παρατηρείται ότι:

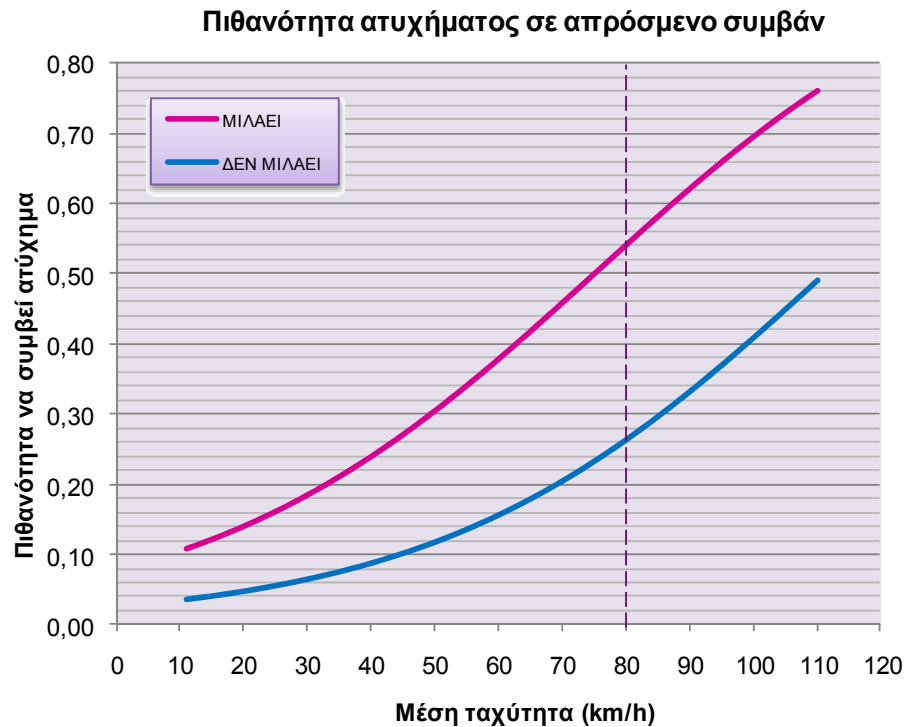
- ♦ Η μεταβλητή “δύσκολη κλήση” έχει τη σημαντικότερη επιρροή στην πιθανότητα ατυχήματος σε περίπτωση απρόβλεπτου συμβάντος. Συγκεκριμένα, η επιρροή της “δύσκολης κλήσης” εμφανίζεται διπλάσια από εκείνη της “απόλαυσης οδήγησης” και 1,5 φορές μεγαλύτερη από την επιρροή της “μη θεώρησης της χρήσης κινητού ως ιδιαίτερα επικίνδυνης κατά την οδήγηση”.
- ♦ Όταν ο οδηγός συμμετέχει σε μια δύσκολη τηλεφωνική συνομιλία όπως αυτή της κλήσης 1, η πιθανότητα ατυχήματος σε απρόβλεπτο συμβάν αυξάνεται κατά 3,3%.
- ♦ Ως προς τις συνεχείς μεταβλητές, ο “χρόνος αντίδρασης σε απρόβλεπτο συμβάν” έχει 2,8 φορές μεγαλύτερη επιρροή στην πιθανότητα ενός ατυχήματος που σχετίζεται με απρόβλεπτο συμβάν συγκριτικά με τη “μέση ταχύτητα”. Συγκεκριμένα, η αύξηση του χρόνου αντίδρασης κατά 1% αυξάνει την πιθανότητα ατυχήματος κατά 21%.

5.5.7) Ανάλυση ευαισθησίας

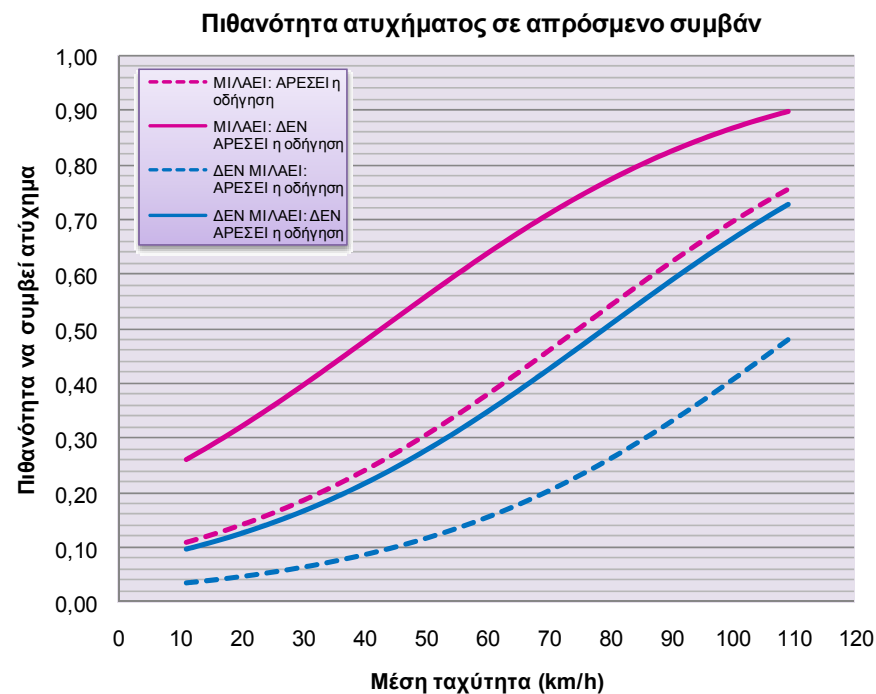
Στο παρόν υποκεφάλαιο παρουσιάζονται ορισμένα **διαγράμματα ευαισθησίας**, που αναπτύχθηκαν, με στόχο την καλύτερη κατανόηση της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη μεταβλητή, που προβλέπει το μοντέλο της λογιστικής ανάλυσης παλινδρόμησης. Τέλος, αναφέρονται μερικά γενικά συμπεράσματα.

Επισημαίνεται ότι το εύρος τιμών της μέσης ταχύτητας που εμφανίζεται στα διαγράμματα αφορά σε ταχύτητες που παρατηρήθηκαν στο πείραμα.

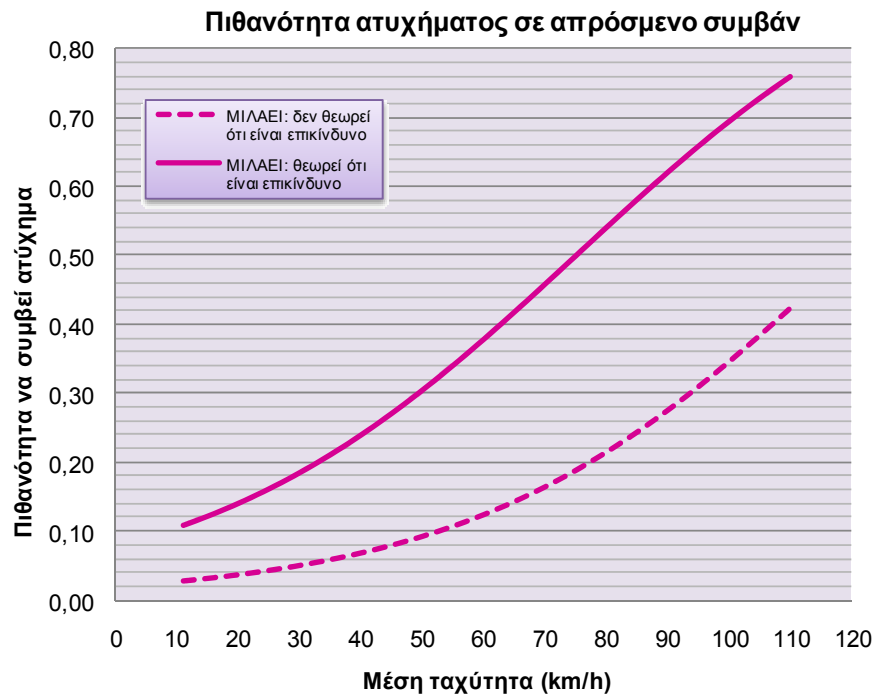
Διάγραμμα 5.42 : Συσχέτιση της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα με χρήση κινητού, με τη μέση ταχύτητα οδήγησης ($RT=1,06$, $dang1=0$, $like=1$).



Διάγραμμα 5.43 : Συσχέτιση της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα με χρήση κινητού, με τη μέση ταχύτητα οδήγησης ($RT=1,06$, $dang1=0$, $like=1$).



Διάγραμμα 5.44 : Συσχέτιση της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα με χρήση κινητού, με τη μέση ταχύτητα οδήγησης ($RT=1,06$, $like=1$, $call=1$).



Από τα διαγράμματα ευαισθησίας που παρουσιάστηκαν προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- ♦ Η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα σε περίπτωση απρόσμενου συμβάντος παρουσιάζεται σε όλα τα διαγράμματα αυξημένη όταν ο οδηγός συνομιλεί στο κινητό τηλέφωνο. Η μεγαλύτερη αύξηση παρατηρήθηκε σε ταχύτητα 80 km/h, όπου η πιθανότητα να εμπλακεί ο οδηγός σε ατύχημα ενώ συνομιλεί στο κινητό είναι περίπου διπλάσια από όταν δεν συνομιλεί στο κινητό τηλέφωνο.
- ♦ Οι οδηγοί που δήλωσαν ότι γενικά τους αρέσει η οδήγηση ως διαδικασία σημειώνουν μειωμένη πιθανότητα να εμπλακούν σε ατύχημα σε σύγκριση με εκείνους που δεν τους αρέσει η οδήγηση, είτε όταν μιλούν στο κινητό είτε όταν οδηγούν χωρίς αυτό. Ωστόσο η πιθανότητα ατυχήματος σε περίπτωση απρόβλεπτου συμβάντος παραμένει μεγαλύτερη όταν ο οδηγός συνομιλεί στο κινητό τηλέφωνο (διάγραμμα 5.43).

- ♦ Οι οδηγοί που δήλωσαν ότι δεν θεωρούν την χρήση του κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση ιδιαίτερα επικίνδυνη παρουσιάζουν μειωμένη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα όταν το χρησιμοποιούν, σε αντίθεση με αυτούς που θεωρούν ότι η συμπεριφορά αυτή είναι επικίνδυνη.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1) Σύνοψη αποτελεσμάτων

Στόχο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί η **διερεύνηση της επιρροής της χρήσης κινητού τηλεφώνου και της μουσικής στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια του οδηγού με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης σε οδό με ορεινό περιβάλλον.**

Για τη **συλλογή των απαραίτητων στοιχείων** πραγματοποιήθηκε πείραμα με τη συμμετοχή 48 νέων οδηγών στον προσομοιωτή οδήγησης (Driving Simulator FPF) του Εργαστηρίου Κυκλοφοριακής Τεχνικής του Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Σημειώνεται ότι για τη διεξαγωγή του πειράματος επιλέχθηκε σενάριο οδήγησης σε ορεινό περιβάλλον προσομοίωσης το οποίο χαρακτηρίζεται από αρκετές ανοιχτές και κλειστές στροφές και αρκετές έντονες κατά μήκος κλίσεις της οδού. Τέλος, συμπληρώθηκαν από τους οδηγούς ερωτηματολόγια που αφορούσαν στα χαρακτηριστικά τους και από τους συντονιστές ειδικά έντυπα καταγραφής παρατηρήσεων.

Σε ό,τι αφορά στη διερεύνηση της ασφάλειας του οδηγού, αυτή εξετάστηκε μέσω της πιθανότητας ατυχήματος για την περίπτωση απρόοπτου συμβάντος (ξαφνική εμφάνιση ζώου) που ενεργοποιούνταν από τον συντονιστή του πειράματος σε συγκεκριμένες θέσεις για όλους τους οδηγούς. Για την ερμηνεία των αποτελεσμάτων του πειράματος πρέπει να λαμβάνονται πάντα υπόψη οι περιορισμοί στη δυνατότητα αποτύπωσης της πραγματικής συμπεριφοράς και ασφάλειας του οδηγού μέσω των πειραμάτων με χρήση προσομοιωτή οδήγησης.

Για τη **στατιστική επεξεργασία των στοιχείων** καθώς και για την ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων της μέσης ταχύτητας οδήγησης, του μέσου χρόνου αντίδρασης σε απρόβλεπτο συμβάν και της μέσης απόστασης του οχήματος από τον άξονα της οδού, μετά από σειρά δοκιμών επιλέχθηκε η εφαρμογή της μεθόδου της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης. Σε ό,τι αφορά στην πιθανότητα να συμβεί ατύχημα σε περίπτωση απρόβλεπτου συμβάντος, επιλέχθηκε εξ αρχής η λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης. Πραγματοποιήθηκαν στατιστικές αναλύσεις με τις οποίες εξετάστηκε κάθε παράγοντας απόσπασης προσοχής ξεχωριστά και παρουσιάστηκαν εκείνες που ήταν στατιστικά σημαντικές. Συγκεκριμένα αναπτύχθηκαν τέσσερα μαθηματικά μοντέλα που αφορούν στη μέση ταχύτητα οδήγησης («δύσκολη» τηλεφωνική συνομιλία, μουσική, «εύκολη» τηλεφωνική συνομιλία και με συνδυασμό των παραπάνω παραγόντων απόσπασης προσοχής), ένα μοντέλο που αφορά στο μέσο χρόνο αντίδρασης σε απρόβλεπτα συμβάντα («δύσκολη» τηλεφωνική συνομιλία), δύο μοντέλα που αφορούν στη μέση απόσταση από τον άξονα της οδού («δύσκολη» τηλεφωνική συνομιλία, «εύκολη» τηλεφωνική συνομιλία) και ένα που αφορά στην πιθανότητα να συμβεί ατύχημα λόγω απρόβλεπτου συμβάντος («δύσκολη» τηλεφωνική συνομιλία).

Από τη στατιστική ανάλυση προέκυψαν **τα τελικά μαθηματικά μοντέλα** που αποτυπώνουν τη συσχέτιση μεταξύ των εξεταζόμενων μεταβλητών και των παραγόντων που τις επηρεάζουν. Επισημαίνεται ότι η σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών κάθε μοντέλου στην αντίστοιχη εξαρτημένη μεταβλητή (μέση ταχύτητα οδήγησης, μέση απόσταση από τον άξονα της οδού, μέσος χρόνος αντίδρασης και πιθανότητα ατυχήματος) 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 (6.1, 6.2, 6.3, 6.4), παρουσιάζεται η σχετική επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών στα μοντέλα της μέσης ταχύτητας, της

μέσης απόστασης από τον άξονα της οδού, του μέσου χρόνου αντίδρασης σε απρόβλεπτο συμβάν και της πιθανότητας να συμβεί ατύχημα. Στους πίνακες αυτούς περιλαμβάνονται οι τιμές των συντελεστών β_i των αποτελεσμάτων του ελέγχου t και οι τιμές της σχετικής επιρροής e_i και e_i^* των ανεξάρτητων μεταβλητών των μοντέλων.

Πίνακας 6.1: Σχετική επιρροή μεταβλητών μοντέλων μέσης ταχύτητας.

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Δύσκολη συνομιλία στο κινητό				Μουσική				Εύκολη συνομιλία στο κινητό				Συνδυασμός παραγόντων			
	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 [*]
Συνεχείς μεταβλητές																
Μέσος αριθμός στροφών κινητήρα	5,09E-05	13,842	0,097	3,009	4,97E-05	12,189	0,092	3,884	3,59E-05	9,883	0,068	4,168	7,11E-05	17,222	0,135	18,917
Μέση απόσταση οχήματος από δεξιά οριογραμμή της οδού	-	-	-	-	-0,025	-4,255	-0,024	-1,000	-1,70E-02	-3,142	-0,016	-1,000	-0,013	-2,235	-0,013	-1,860
Μέσος χρόνος για τη σύγκρουση	6,40E-06	4,955	0,032	1,000	7,77E-06	4,964	0,039	1,656	7,64E-06	5,963	0,038	2,334	-	-	-	-
Χρόνος μέχρι να ξεπεράσει το όχημα τα όρια της οδού	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-3,20E-05	-8,712	-0,007	-1,000
Διακριτές μεταβλητές																
Δύσκολη κλήση	-0,010	-1,808	-0,002	-1,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,027	-3,491	-0,004	-1,646
Μουσική	-	-	-	-	0,036	4,406	0,004	1,000	-	-	-	-	0,040	4,130	0,003	1,281
Εύκολη κλήση	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,018	-2,970	-0,003	-1,287	-0,022	-2,626	-0,002	-1,000
Ευθεία	0,138	25,615	0,032	17,340	0,169	24,959	0,037	9,245	0,149	25,729	0,038	18,425	-	-	-	-
Ανωφέρεια	-0,059	-10,776	-0,012	-6,741	-0,052	-6,695	-0,008	-2,020	-0,062	-9,654	-0,014	-6,865	-	-	-	-
Φύλο	-0,027	-5,101	-0,007	-3,688	-0,040	-6,871	-0,010	-2,445	-0,033	-5,980	-0,008	-3,931	-0,031	-4,925	-0,008	-3,507
Εβδομαδιαία διανυόμενη απόσταση πάνω από το μέσο όρο	0,017	3,403	0,004	2,261	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Χρήση κινητού κατά την οδήγηση περισσότερο από μια φορά τη μέρα	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,020	-3,702	-0,004	-1,913	-	-	-	-
Θεώρηση χρήσης κινητού κατά την οδήγηση ως επικίνδυνης	-0,045	-6,176	-0,004	-2,264	-	-	-	-	-0,023	-2,942	-0,002	-1,000	-	-	-	-
Δυσκολία στην απάντηση της ερώτησης στην εύκολη κλήση	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,020	-3,595	-0,004	-2,078	-0,028	-4,274	-0,006	-2,612
R ²	0.581				0.617				0.621				0.234			

Πίνακας 6.2: Σχετική επιρροή μεταβλητών του μοντέλου μέσου χρόνου αντίδρασης.

Ανεξάρτητες μεταβλητές	β_i	t	Σχετική επιρροή	
			e_i	e_i^*
Συνεχείς μεταβλητές				
Θέση γκαζιού σε ποσοστό %	-0,002	-2,000	-0,109	-1,000
Στροφή τιμονιού προς τα δεξιά (σε μοίρες)	3,87E-04	1,776	0,353	3,246
Διακριτές μεταβλητές				
Δύσκολη κλήση	0,114	3,710	0,135	1,000
Φύλο	-0,044	-1,798	-0,218	-1,618
Ευθεία	0,129	4,101	1,996	14,824
Δυσκολία στην απάντηση της ερώτησης στη δύσκολη κλήση	0,071	2,581	0,457	3,394
R^2	0,149			

Πίνακας 6.3: Σχετική επιρροή μεταβλητών των μοντέλων μέσης απόστασης από τον άξονα της οδού.

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Δύσκολη συνομιλία στο κινητό				Εύκολη συνομιλία στο κινητό			
	β_i	t	Σχετική επιρροή		β_i	t	Σχετική επιρροή	
			e_i	e_i^*			e_i	e_i^*
Συνεχείς μεταβλητές								
Μέσος χωρικός διαχωρισμός (σε μέτρα)	-4,70E-06	-5,519	-0,158	-1,968	-	-	-	-
Στροφή τιμονιού προς τ' αριστερά (σε μοίρες)	-0,002	-13,679	-0,104	-1,295	-	-	-	-
Στροφή τιμονιού προς τα δεξιά (σε μοίρες)	-	-	-	-	0,001	10,194	0,056	1,339
Ο χρόνος μέχρι να ξεπεράσει το όχημα τα όρια της οδού (σε δευτερόλεπτα)	-3,80E-05	-9,438	-0,080	-1,000	-3,50E-05	-8,894	-0,042	-1,000
Διακριτές μεταβλητές								
Δύσκολη συνομιλία στο κινητό	0,013	1,949	0,015	1,974	-	-	-	-
Εύκολη συνομιλία στο κινητό	-	-	-	-	0,015	2,157	0,014	2,077
Ανωφέρεια	-	-	-	-	-0,052	-8,628	-0,080	-11,897
Κλειστές στροφές	-0,032	-4,007	-0,023	-2,918	-	-	-	-
Φύλο	0,017	2,767	0,025	3,185	0,018	2,904	0,026	3,838
Ο οδηγός συνηθίζει να χρησιμοποιεί bluetooth	0,050	3,599	0,008	1,000	0,051	3,430	0,007	1,000
Εμπλοκή σε ατύχημα κατά τη χρήση κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση	-0,079	-5,247	-0,016	-2,084	-0,047	-3,114	-0,009	-1,402
Δυσκολία στην απάντηση της ερώτησης της εύκολης κλήσης	-	-	-	-	0,016	2,546	0,020	2,972
Εβδομαδιαία διανυόμενη απόσταση πάνω από το μέσο όρο	-0,016	-2,664	-0,025	-3,269	-0,016	-2,642	-0,024	-3,627
R^2	0,244				0,201			

Πίνακας 6.4: Σχετική επιρροή μεταβλητών του μοντέλου πιθανότητας ατυχήματος σε περίπτωση απρόβλεπτου συμβάντος.

Ανεξάρτητες μεταβλητές	β_i	Wald	Exp(β_i)	Σχετική επιρροή	
				e_i	e_i^*
Συνεχείς μεταβλητές					
Χρόνος αντίδρασης σε απρόοπτο συμβάν	3,066	29,534	21,463	2,198	2,840
Μέση ταχύτητα	0,033	2,921	1,034	0,774	1,000
Διακριτές μεταβλητές					
Δύσκολη κλήση	1,195	5,663	3,305	0,890	2,117
Απόλαυση οδήγησης	-1,063	3,342	0,346	-0,421	-1,000
Η μη θεώρηση της χρήσης κινητού ως ιδιαίτερα επικίνδυνης κατά την οδήγηση	-1,465	1,930	0,231	-0,586	-1,393

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 υποκεφάλαιο.

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 χρήσης κινητού τηλεφώνου και της μουσικής στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια του οδηγού **με χρήση προσομοιωτή οδήγησης σε οδό με ορεινό περιβάλλον**.
2. Συνολικά, αναπτύχθηκαν οκτώ μαθηματικά μοντέλα: τέσσερα με εξαρτημένη μεταβλητή τη μέση ταχύτητα, ένα με τον μέσο χρόνο αντίδρασης σε απρόβλεπτο συμβάν, δύο για τη μέση απόσταση από τον άξονα της οδού και ένα για την πιθανότητα ατυχήματος λόγω απρόβλεπτου συμβάντος. Η στατιστική επεξεργασία των στοιχείων σε ό,τι αφορά στη μέση ταχύτητα οδήγησης, στο μέσο χρόνο αντίδρασης και στη μέση απόσταση από τον άξονα της οδού πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της **λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης** που αποδείχθηκε κατάλληλη για τέτοιου είδους ανάλυση. Η ανάλυση των στοιχείων με τη λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση οδήγησε στην ανάπτυξη αξιόπιστων μαθηματικών μοντέλων συσχέτισης της εκάστοτε εξαρτημένης μεταβλητής με τις ανεξάρτητες. Η στατιστική επεξεργασία των στοιχείων σε ό,τι αφορά στην πιθανότητα να συμβεί ατύχημα λόγω

απρόβλεπτου συμβάντος πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της **λογιστικής ανάλυσης παλινδρόμησης**.

3. Από τα μοντέλα των ταχυτήτων διαπιστώθηκε ότι **η χρήση κινητού τηλεφώνου (δύσκολη συνομιλία, εύκολη συνομιλία) οδηγεί σε μείωση της μέσης ταχύτητας ενώ η μουσική επιφέρει αύξηση αυτής**. Μέσω της σχετικής επιρροής αποδείχθηκε ότι στη δύσκολη τηλεφωνική συνομιλία οι οδηγοί μειώνουν περισσότερο την ταχύτητά τους συγκριτικά με την εύκολη συνομιλία.
4. Από τη σύγκριση των τριών παραγόντων απόσπασης προσοχής προέκυψε ότι τη μεγαλύτερη επιρροή στην ταχύτητα έχει η δύσκολη τηλεφωνική συνομιλία, στη συνέχεια η μουσική και τέλος η εύκολη τηλεφωνική συνομιλία.
5. Όσον αφορά στις ταχύτητες, διαπιστώθηκε ακόμη ότι όσοι θεωρούν πολύ επικίνδυνη τη χρήση του κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση, οδηγούν σε μικρότερες ταχύτητες από τους υπόλοιπους, ακόμη και όταν δεν χρησιμοποιούν το κινητό. Επιπλέον, στην εύκολη τηλεφωνική συνομιλία, η ταχύτητα κάποιου ενώ μιλάει στο κινητό και δεν θεωρεί ότι είναι πολύ επικίνδυνο, είναι παρόμοια με την ταχύτητα κάποιου που δεν μιλάει στο κινητό και θεωρεί ότι αυτή η συμπεριφορά είναι πολύ επικίνδυνη ενώ στη δύσκολη τηλεφωνική συνομιλία αυτές οι ταχύτητες παρουσιάζουν μεγαλύτερες διαφορές. Σε οποιαδήποτε από τις καταστάσεις οδήγησης που εξετάστηκαν, με ή χωρίς τους περισπασμούς, οι γυναίκες παρουσιάζουν μειωμένες ταχύτητες οδήγησης σε σχέση με τους άνδρες.
6. Εξετάζοντας το μοντέλο του χρόνου αντίδρασης βρέθηκε ότι **η δύσκολη τηλεφωνική συνομιλία προκαλεί αύξηση του μέσου χρόνου αντίδρασης σε απρόβλεπτο συμβάν και για τα δύο φύλα**. Παρατηρήθηκε ότι οι οδηγοί που παρουσίασαν δυσκολία (ορισμένη σε πείραμα ως χρονική καθυστέρηση) στην ερώτηση της δύσκολης

τηλεφωνικής συνομιλίας σημείωσαν μεγαλύτερους χρόνους αντίδρασης από τους υπόλοιπους και επιπλέον ότι οι γυναίκες παρουσιάζουν μικρότερους χρόνους αντίδρασης από τους άνδρες όταν χρησιμοποιούν το κινητό αλλά και όταν οδηγούν χωρίς αυτό.

7. Όσον αφορά στα μοντέλα στα οποία εξετάστηκε η επιρροή της χρήσης κινητού στη μέση απόσταση από τον άξονα της οδού, διαπιστώθηκε ότι **η απόσταση του οχήματος από τον άξονα της οδού αυξάνεται όταν ο οδηγός χρησιμοποιεί το κινητό τηλέφωνο και συμμετέχει σε μια δύσκολη ή εύκολη συνομιλία**. Οι οδηγοί που συνηθίζουν να χρησιμοποιούν ασύρματο ακουστικό και μικρόφωνο (Bluetooth) για τις κλήσεις, παρατηρήθηκε ότι στο πείραμα, όπου χρησιμοποίησαν το κινητό για συνομιλίες χειροκίνητα, οδηγούσαν σε μεγαλύτερη απόσταση από τον άξονα της οδού. Επιπροσθέτως, οι οδηγοί που έχουν εμπλακεί στο παρελθόν σε οδικό ατύχημα συσχετιζόμενο με τη χρήση κινητού τηλεφώνου, οδηγούν πιο κοντά στον άξονα της οδού σε σχέση με τους υπόλοιπους όταν συνομιλούν στο κινητό αλλά και όταν οδηγούν χωρίς να το χρησιμοποιούν.
8. Από το μοντέλο που αφορά στην πιθανότητα ατυχήματος προέκυψε ότι **η δύσκολη συνομιλία στο κινητό τηλέφωνο οδηγεί σε σταδιακά σημαντική αύξηση της πιθανότητας ατυχήματος σε περίπτωση απρόβλεπτου συμβάντος**. Η μεγαλύτερη αύξηση παρατηρήθηκε σε ταχύτητα 80 km/h, όπου η πιθανότητα να εμπλακεί ο οδηγός σε ατύχημα ενώ συνομιλεί στο κινητό είναι περίπου διπλάσια από όταν δεν συνομιλεί στο κινητό τηλέφωνο. Επιπλέον, οι οδηγοί που δήλωσαν ότι δεν θεωρούν τη χρήση του κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση ιδιαίτερα επικίνδυνη παρουσιάζουν μειωμένη πιθανότητα να τους συμβεί ατύχημα όταν το χρησιμοποιούν, σε αντίθεση με εκείνους που θεωρούν ότι η συμπεριφορά αυτή είναι επικίνδυνη.
9. Συνοψίζοντας, προέκυψε ότι η δύσκολη τηλεφωνική συνομιλία στο κινητό οδηγεί σε μείωση της μέσης ταχύτητας του οδηγού και σε αύξηση

της μέσης απόστασης από τον άξονα της οδού, αποτελέσματα τα οποία έχουν θετική επίδραση στην οδική ασφάλεια ενώ παράλληλα επιφέρει αύξηση του μέσου χρόνου αντίδρασης, η οποία επιδρά αρνητικά στην οδική ασφάλεια. Επιπλέον, αποδείχθηκε ότι η δύσκολη τηλεφωνική συνομιλία αυξάνει την πιθανότητα ατυχήματος σε κάποιο απρόβλεπτο συμβάν και συνεπώς, μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι **με την ασφαλέστερη οδήγηση λόγω της μείωσης της ταχύτητας και της απομάκρυνσης από τον άξονα της οδού, δεν αντισταθμίζεται ο πολύ αυξημένος κίνδυνος ατυχήματος σε περίπτωση απρόβλεπτου συμβάντος, λόγω της αύξησης του χρόνου αντίδρασης.**

10. Δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική αύξηση της πιθανότητας ατυχήματος σε απρόοπτο συμβάν λόγω της εύκολης τηλεφωνικής συνομιλίας ή λόγω της μουσικής.
11. Από τη ανάλυση των αποτελεσμάτων του πειράματος διαπιστώθηκε ακόμη ότι η **εύκολη τηλεφωνική συνομιλία** οδηγεί σε μείωση της μέσης ταχύτητας οδήγησης ενώ δε βρέθηκε κάποια στατιστικά σημαντική μεταβολή στην πιθανότητα ατυχήματος. Ενδέχεται λοιπόν η αρνητική επιρροή στην οδική ασφάλεια της αύξησης του μέσου χρόνου αντίδρασης, να αντισταθμίζεται από τη μείωση της μέσης ταχύτητας, με αποτέλεσμα να μην προκύπτει μεταβολή στην πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα λόγω απρόβλεπτου συμβάντος.
12. Όσον αφορά στη **μουσική**, παρατηρήθηκε ότι οδηγεί σε αύξηση της μέσης ταχύτητας οδήγησης αλλά και στην περίπτωση αυτού του παράγοντα απόσπασης προσοχής δε βρέθηκε κάποια στατιστικά σημαντική μεταβολή στην πιθανότητα ατυχήματος. Ίσως λοιπόν η αύξηση αυτή να μην ήταν τόσο σημαντική ώστε να οδηγήσει στην αύξηση της πιθανότητας ατυχήματος λόγω απρόβλεπτου συμβάντος.

13. Τέλος αναφέρεται ότι, υπό προϋποθέσεις, μπορεί να καταστεί δυνατή η γενίκευση των αποτελεσμάτων της Διπλωματικής αυτής Εργασίας, ώστε να χρησιμοποιηθούν και σε επόμενες συναφείς έρευνες. Θα πρέπει βέβαια να πραγματοποιηθούν οι απαραίτητες προσαρμογές, όσον αφορά στο οδικό περιβάλλον, στις συνθήκες κυκλοφορίας και άλλα χαρακτηριστικά της οδού.

6.3) Προτάσεις για βελτίωση της οδικής ασφάλειας

Η βελτίωση του επιπέδου της οδικής ασφάλειας λειτουργεί προς το συμφέρον και των πολιτών και του Κράτους. Είναι δε, ένας τομέας όπου αν γίνει σωστός συντονισμός και ιεράρχηση των ενεργειών, μπορούν να επιτευχθούν σπουδαία αποτελέσματα ως προς τη μείωση των ατυχημάτων και της βαρύτητάς τους, αλλά και ως προς την αλλαγή της νοοτροπίας των πολιτών και τη διαπαιδαγώγησή τους.

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

1. Στην Ελλάδα, οι οδηγοί χαρακτηρίζονται από επιθετικότητα στην οδήγηση και μια τάση για παραβατικότητα. Για τους παραπάνω λόγους, συνηθίζουν να οδηγούν σε αυξημένες ταχύτητες ξεπερνώντας πολλές φορές τα όρια ταχύτητας που έχουν θεσπιστεί από το Κράτος. Επιπλέον, χρησιμοποιούν το κινητό τους τηλέφωνο ενώ οδηγούν, φαινόμενο το οποίο όπως έχει διαπιστωθεί από πλήθος ερευνών, είναι εξαιρετικά επικίνδυνο. Κρίνεται λοιπόν απαραίτητη η **συνεχής και αυστηρή αστυνόμευση των οδηγών** όσον αφορά τους δύο αυτούς παράγοντες.

2. Η οδήγηση αποτελεί μια σύνθετη διαδικασία που απαιτεί τη συγκέντρωση του οδηγού και τη μη απόσπασή του από εξωτερικούς παράγοντες, όπως η χρήση του κινητού τηλεφώνου ή η δύσκολη συνομιλία με το συνοδηγό. Επομένως, **οι πολίτες θα πρέπει να ενημερώνονται** για θέματα που αφορούν στην οδική ασφάλεια και στη διαχείριση της κυκλοφορίας, ώστε να γίνει ευρέως αντιληπτός ο κίνδυνος που προκαλούν οι διάφοροι παράγοντες απόσπασης της προσοχής τους. Το σχολείο, τα μέσα μαζικής ενημέρωσης και οι διάφορες εκστρατείες που πραγματοποιούνται από την Πολιτεία αλλά και το προσωπικό παράδειγμα των γονέων, τροχονόμων και όλων των εκπροσώπων της Πολιτείας, αποτελούν ένα βασικό τρόπο ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης.
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 επικίνδυνες καταστάσεις** σε συνθήκες πραγματικής οδήγησης και να είναι πιο εξοικειωμένοι με τη χρήση του οχήματος.
4. Επιπλέον, θεωρείται αναγκαία η **βελτίωση του ορεινού οδικού δικτύου**. Πιο συγκεκριμένα, θα πρέπει να επανεξετασθεί η οριζόντια και κατακόρυφη σήμανση ώστε να εντοπιστούν τα επικίνδυνα σημεία της οδού και να εξαλειφθούν οι περιπτώσεις λανθασμένης καθοδήγησης του οδηγού. Ακόμη, πολύ σημαντικό είναι να υπάρχει επαρκής φωτισμός, να τοποθετηθούν στηθαία ασφαλείας και να γίνουν οι απαραίτητες βελτιώσεις στο οδόστρωμα.
5. **Τέλος, κρίνεται σκόπιμη η θέσπιση από το κράτος σεμιναρίων οδικής ασφάλειας** για τη σωστή εκπαίδευση των οδηγών, **ενώ είναι απαραίτητη η χρηματοδότηση από την Πολιτεία** προκειμένου να πραγματοποιηθούν όλες οι παραπάνω προτάσεις.

6.4) Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

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

1. Ενδιαφέρον θα παρουσίαζε η διερεύνηση του φαινομένου της απόσπασης προσοχής, λόγω της χρήσης κινητού τηλεφώνου και της μουσικής, σε **μεγαλύτερο δείγμα**, για την εξαγωγή βελτιωμένων αποτελεσμάτων και την μεγαλύτερη αξιοπιστία των μαθηματικών μοντέλων. Επιπλέον, όσον αφορά στο δείγμα, σκόπιμο θα ήταν να διερευνηθεί το φαινόμενο και σε **μεγαλύτερο ηλικιακό εύρος** ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα για την επιρροή του κινητού και της μουσικής στη συμπεριφορά και την ασφάλεια του συνόλου των οδηγών.
2. Όσον αφορά στην μεθοδολογία ανάλυσης, ενδιαφέρον θα παρουσίαζε η **εφαρμογή διαφορετικών μεθόδων στατιστικής ανάλυσης** που βασίζονται σε άλλη κατανομή, πέραν της κανονικής που επιλέχθηκε στην παρούσα διπλωματική εργασία.
3. Όσον αφορά στη **χρήση του κινητού τηλεφώνου**, χρήσιμη θα ήταν η αντίστοιχη διερεύνηση με κατηγοριοποίηση των συμμετεχόντων στο πείραμα σε ομάδες που θα εφάρμοζαν τους **διαφορετικούς τρόπους χρήσης** του:
 - ◆ Συνομιλία με χειροκίνητη χρήση της συσκευής.
 - ◆ Συνομιλία μέσω ενσύρματων ακουστικών (hands free).
 - ◆ Συνομιλία μέσω ακουστικού ασύρματης επικοινωνίας (bluetooth).
 - ◆ Συνομιλία μέσω ανοικτής ακρόασης.
 - ◆ Σύνταξη, αποστολή και ανάγνωση γραπτών μηνυμάτων.

4. Όσον αφορά στην παρουσία **μουσικής** κατά την οδήγηση, ενδεχομένως να παρουσίαζε ενδιαφέρον η διερεύνηση της επιρροής διαφορετικών ειδών μουσικών αποσπασμάτων, διαφορετικών ρυθμών και σε ποικίλες εντάσεις ώστε να εξαχθεί σειρά συμπερασμάτων για τον ρόλο της μουσικής στην συμπεριφορά και στην ασφάλεια του οδηγού.
5. Επιπλέον, προτείνεται μια έρευνα αντίστοιχη της παρούσης, η οποία θα διεξαχθεί υπό **διαφορετικές κυκλοφοριακές συνθήκες**, σε άλλα **οδικά περιβάλλοντα** (αυτοκινητόδρομος, αστικό και υπεραστικό περιβάλλον) και υπό **διάφορες περιβαλλοντικές συνθήκες** (βροχόπτωση, ομίχλη, χαμηλός ή έντονος φυσικό και τεχνητός φωτισμός στην οδό, κλπ).
6. Προτείνεται επιπλέον, η **ταυτόχρονη μελέτη όλων των κυριότερων παραγόντων απόσπασης προσοχής** εντός του οχήματος (κινητό τηλέφωνο, μουσική, κατανάλωση φαγητού, συνομιλία με συνοδηγό, κάπνισμα) ώστε να δοθεί η δυνατότητα μέσω ενός συνδυαστικού μαθηματικού μοντέλου να συγκριθούν οι παράγοντες και να εντοπιστεί ποιος παράγοντας έχει τη μεγαλύτερη επιρροή στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια του οδηγού.
7. Τέλος, για την αντιμετώπιση των περιορισμών στη δυνατότητα αποτύπωσης της πραγματικής συμπεριφοράς και ασφάλειας του οδηγού μέσω των πειραμάτων με χρήση προσομοιωτή οδήγησης, όπως αυτοί αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο 1, προτείνεται να εξεταστούν τα χαρακτηριστικά συμπεριφοράς και ασφάλειας του οδηγού με **πειράματα πραγματικής οδήγησης** (naturalistic driving) με τη χρήση οχημάτων ειδικά εξοπλισμένων για την καταγραφή όλων των παραμέτρων της οδήγησης (οδηγός, οδός, κυκλοφορία, όχημα) που χρησιμοποιούνται σε πραγματικές κυκλοφοριακές συνθήκες καθημερινά από τους οδηγούς τους.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Βαρδάκη Σ., **“Διερεύνηση της συμπεριφοράς οδήγησης ηλικιωμένων οδηγών στον αυτοκινητόδρομο και των αντιλήψεών τους για θέματα οδικής ασφάλειας”**, Διδακτορική Διατριβή, ΕΜΠ, Οκτώβριος 2008.
2. Ε.Ε., **“Η Ευρωπαϊκή Πολιτική με ορίζοντα 2010: η ώρα των επιλογών”**, Λευκή Βίβλος, Τελική Έκθεση COM , 2001.
3. ΕΜΠ - ΤΜΣΥ, **“Ανάπτυξη Στρατηγικού Σχεδίου για τη βελτίωση της Οδικής Ασφάλειας στην Ελλάδα 2006-2010”**, Υπουργείο Μεταφορών και Επικοινωνιών, Αθήνα, 2005.
4. Κανελλαΐδης Γ., Γιαννής Γ., Βαρδάκη Σ., **“Σημειώσεις ειδικών θεμάτων σχεδιασμού οδών”**, Ε.Μ.Π., Αθήνα, 2008.
5. Κανελλαΐδης Γ., Γιαννής Γ., Βαρδάκη Σ., Δραγομάνοβιτς Α., Λαΐου Α., **“Ανάπτυξη Στρατηγικού Σχεδίου για τη βελτίωση της Οδικής Ασφάλειας στην Ελλάδα 2006-2010”**, 3^ο Πανελλήνιο συνέδριο οδικής ασφάλειας, Πάτρα, 2005.
6. Καρεκλά Ξ., Κοντοδήμα Ε., **“Επιρροή της χρήσης του κινητού τηλεφώνου στην ταχύτητα κυκλοφορίας”**, Ε.Μ.Π., Απρίλιος 2008.
7. Κοκολάκης Γ., Σπηλιώτης Ι., **“Εισαγωγή στη θεωρία πιθανοτήτων και στατιστική”**, Εκδόσεις Συμεών, Αθήνα 1999.
8. Μίντσης Γ., Ταξιλάρης Χ., Πετρόπουλος Ι., **“Συμβολή στον προσδιορισμό του κόστους οδικών ατυχημάτων με παθόντα**

- πρόσωπα**”, 1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Οδικής Ασφάλειας, Θεσσαλονίκη, 1994.
9. Μουρατίδης Α., Ηλιού Ν., **“Η οδική ασφάλεια σε σχέση με τα χαρακτηριστικά της οδού”**, 1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Οδικής Ασφάλειας, Θεσσαλονίκη, 1994.
10. Μπαϊράμης Χ., Σκλιας Β., **“Διερεύνηση της επιρροής της συνομιλίας, της κατανάλωσης φαγητού και του καπνίσματος στη συμπεριφορά του οδηγού και στην πιθανότητα ατυχήματος σε ορεινή οδό με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης”**, Ε.Μ.Π., Οκτώβριος 2010.
11. Παπαντωνίου Π., Πετρέλης Ν., **“Χρήση κινητού τηλεφώνου και χαρακτηριστικά κυκλοφορίας”**, Ε.Μ.Π., 2008.
12. Ρούμπας Λ., **“Διερεύνηση της επιρροής της χρήσης κινητού τηλεφώνου στη συμπεριφορά και στην ασφάλεια του οδηγού με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης”**, Ε.Μ.Π., Μάρτιος 2010.
13. Σ.Ε.Σ, 3^ο Πανελλήνιο συνέδριο οδικής ασφάλειας, Σ.Ε.Σ, Πάτρα, 2005.
14. Σ.Ε.Σ., **“Οι θέσεις του Συλλόγου Ελλήνων Συγκοινωνιολόγων”**, Σ.Ε.Σ., Αθήνα, 2003.
15. Σταθόπουλος Α., Καρλαύτης Μ., **“Σχεδιασμός Μεταφορικών Συστημάτων”**, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα 2008.
16. Σωσσίδου Ε., **“Σχεδιασμός έρευνας και εφαρμογές στατιστικής με τη χρήση του SPSS”**, Θεσσαλονίκη, 2007.
17. Τσώχος Γ., Χαυτόπουλος Κ., **“Μοντέλο εκτίμησης οικονομικού κόστους τροχαίων ατυχημάτων”**, 1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Οδικής Ασφάλειας, Θεσσαλονίκη, 1994.

18. Φραντζεσκάκης Ι., Γκόλιας Γ., **“Οδική Ασφάλεια”**, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα, 1994.
19. Φραντζεσκάκης Ι.Μ., Γιαννόπουλος Γ.Α., **“Σχεδιασμός των Μεταφορών και Κυκλοφοριακή Τεχνική, Τόμος Γ”**, Εκδόσεις Παρατηρητής, 1986.
20. Alm H., Nilsson L., **“Changes in driver behavior as a function of hands-free mobile phones- a simulatory study”**, Accident Analysis and Prevention, vol. 26, Issue 4, 1993.
21. Alm H., Nilsson L., **“Changes in driver behavior as a function of hands free mobile telephones: a simulator study”**, Accident Analysis and Prevention 26, 1994.
22. Beede K., Kass S., **“Engrossed in conversation: The impact of cell phones on simulated driving performance”**, Accident Analysis and Prevention, vol. 38, 2006.
23. Beh H. C., Hirst R., **“Performance on driving-related tasks during music”**, Ergonomics 42, 1999.
24. Bellinger D., Budde B., Machida M., Richardson G., Berg W., **“The effect of cellular telephone conversation and music listening on response time in braking”**, Transportation Research Part F 12, 2009.
25. Breen J., **“Car telephone use and road safety”**, Jeanne Breen Consulting, 2009.
26. Brodsky W., **“The effects of music tempo on simulated driving performance and vehicular control”**, Transportation Research Part F 4, 2002.

27. Brown I.D., Tickner A.H., Simmonds D.C.V., ***“Interference between concurrent tasks of driving and telephoning”***, J. Appl. Psychol. 53, 1969.
28. Charlton S., ***“Driving while conversing: Cell phones that distract and passengers who react”***, Accident Analysis and Prevention 41, 2009.
29. Chris S. Dula, Benjamin A. Martin, Russell T. Fox, Robin L. Leonard, ***“Differing types of cellular phone conversations and dangerous driving”***, Accident Analysis and Prevention, 2010.
30. Consiglio W., Driscoll P., Witte M., Berg W., ***“Effect of cellular telephone conversations and other potential interference on reaction time in a braking response”***, Accident Analysis and Prevention 35, 2003.
31. Cummings P., Koepsell T. D., Moffat J. M., Rivara E. P., ***“Drowsiness, counter-measures to drowsiness, and the risk of a motor vehicle crash”***, Injury Prevention 7, 2001.
32. Davenport W. G., ***“Vigilance and arousal: Effects of different types of background stimulation”***, Journal of Psychology 82, 1972.
33. DeNora T., ***“Music in everyday life”***, Cambridge University Press, UK, 2000.
34. Dibben N., Williamson V. J., ***“An exploratory survey of in-vehicle music listening”***. Psychology of Music 35, 2007.
35. Dragutinovic N., Twisk D., ***“Use of mobile phones while driving – effects on road safety”***, SWOV Institute for Road Safety Research, 2005.
36. Fontaine C. W., Schwalm N. D., ***“Effects of familiarity of music on vigilant performance”***, Perceptual and Motor Skills 49, 1979.

37. Furnham A., Allass K., ***“The influence of musical distraction of varying complexity on the cognitive performance of extraverts and introverts”***, European Journal of Personality 13, 1999.
38. Golias J., Kanellaidis G., ***“Estimation of Driver Behavior Model Parameters”***, Journal of Transportation Engineering, vol. 116, 1990.
39. Haigney D.E., Taylor R.G., Westerman S.J., ***“Concurrent mobile (cellular) phone use and driving performance: task demand characteristics and compensatory processes”***, Transportation Research Part F 3, 2000.
40. Hancock P.A., Lesch M., Simmons L., ***“The distraction effects of phone use during a crucial driving maneuver”***, Accident Analysis and Prevention 35, 2003.
41. Henry E. L., ***“The effect of music volume on simulated interstate driving skills”***, Florida State University, 2006.
42. Hilliard M. O., Tolin P., ***“Effect of familiarity with background music on performance of simple and difficult reading comprehension tasks”***, Perceptual and Motor Skills 49, 1979.
43. Intelligent Transportation Society of America, ***“Car cell phone use raises crash risk, studies find”***, ITS America, 2004.
44. Kanellaidis G., ***“Human factors in highway geometric design”***, ASCE Journal of Transportation Engineering, 1996.
45. Kanellaidis G., Zervas A., Karagioules V., ***“Drivers’ risk perception of road design elements”***, Transportation Human Factors Journal, Volume 2, 2000.

46. Lam L., ***“Distractions and the risk of car crash injury: The effect of drivers’ age”***, Journal of Safety Research 33, 2001.
47. Lesch M., Hancock P., ***“Driving performance during concurrent cell-phone use: are drivers aware of their performance decrements?”***, Accident Analysis and Prevention 36, 2004.
48. Matsoukis E., Golias J., Yannis G., ***“An overview of Road Safety in Greece”***, Transport Reviews, Vol.16, No.4, 1996.
49. McEvoy S.P., Stevenson M.R., McCartt A.T., Woodward M., Haworth C., Palamara P., Cercarelli R., ***“Role of mobile phones in motor vehicle crashes resulting in hospital attendance: a case-crossover study”***, BMJ 331, 2005.
50. Nunes L., Recarte M.A., ***“Cognitive demands of hands-free phone conversation while driving”***, Transportation Research Part F 5, 2002.
51. Paquin R., Messier J. R., ***“Probabilité et Statistique”***, Lidec Inc., 1969.
52. Peden M., Scurfield R., Sleet D., Mohan D., Hyder A., Jarawan E., Mathers C., ***“World report on road traffic injury prevention”***, WHO, 2004.
53. Pekcher C., Lemerrier C., Cellier J., ***“Emotions drive attention: Effects on driver’s behaviour”***, Safety Science 47, 2009.
54. Pöysti L., Rajalin S., Summalab H., ***“Factors influencing the use of cellular (mobile) phone during driving and hazards while using it”***, Accident Analysis and Prevention 37, 2005.

55. Rakauskas M., Gugerty L., Ward N., ***“Effects of naturalistic cell phone conversations on driving performance”***, Journal of Safety Research 35, 2004.
56. Redelmeier D.A., Tibshirani R.J., ***“Car phones and car crashes: some popular misconceptions”***, Canadian Medical Association Journal 164, 2001.
57. Redelmeier D.A., Tibshirani R.J., ***“The association between cellular telephone calls and motor vehicle collisions”***, New England Journal of Medicine 336, 1997.
58. Reed M.P., Green P.A., ***“Comparison of driving performance on-road and in a low-cost simulator using a concurrent telephone dialing task”***, Ergonomics 42, 1999.
59. Reyner L. A., Horne J. A., ***“Evaluation of in-car countermeasures to sleepiness: Cold air and radio”***, Sleep 21, 1998.
60. Seppelt B., Wickens C.D., ***“In-vehicle tasks: Effects of modality, driving relevance, and redundancy”*** (Technical Report AHFD 03016/GM-03-3) University of Illinois, 2003.
61. Sloboda J. A., ***“Everyday uses of music listening: A preliminary study”***, Suk Won Yi (Ed.), Music, mind, and science, Seoul: Western Music Institute, 1999.
62. Sloboda J. A., O'Neill S. A., Ivaldi A., ***“Functions of music in everyday life: An exploratory study using the experience sampling method”***, Musicae Scientiae 5, 2001.
63. Spence C., Ho C., ***“Multisensory interface design for drivers: Past, present and future”***, Ergonomics 51, 2008.

64. Spinney L., ***“ Pump down the volume”***, New Scientist 155, 1997.
65. Stevens A., Minton R., ***“In-vehicle distraction and fatal accidents in England and Wales”***, Accident Analysis and Prevention 33, 2001.
66. Strayer D., Drews F., Crouch D., ***“Fatal Distraction? A comparison of the cell phone driver and the drunk driver”***, Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, vol. 48, 2006.
67. Stutts J., Feaganes J., Reinfurt D., Rodgmana E., Hamlett C., Gish K., Staplin L., ***“Driver’s exposure to distractions in their natural driving environment”***, Accident Analysis and Prevention 37, 2005.
68. Svenson O., Patten C. (2003). ***“Information technology in cars: Mobile phones and traffic safety – review of contemporary research”***, Stockholm University, 2003.
69. Tornros J., Bolling A., ***“Mobile phone use-effects of conversation on mental workload and driving speed in rural and urban environments”***, Transport Research, Part F 9, 2006.
70. 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.
71. Turner M. L., Ferdandez J. E., Nelson K., ***“The effect of music amplitude on the reaction to unexpected visual events”***, Journal of General Psychology 123, 1996.
72. Vardaki S., ***“An investigation of older driver actual and perceived behavior on freeways”***, Transportation Research Record, Journal of the Transportation Research Board, No. 2078, 2008.

73. Violanti J.M., ***“Cellular phones and fatal traffic collisions”***, Accident Analysis and Prevention 30, 1998.
74. Violanti J.M., Marshall J.R., ***“Cellular phones and traffic accidents: an epidemiological approach”***, Accident Analysis and Prevention 28, 1996.
75. Violanti J.M., ***“Cellular phones and traffic accidents”***, Public health 111, 1997.
76. Wickens C. D., ***“Engineering psychology and human performance”*** Harper Collins Publishers Inc., USA, 1992.
77. Wiesenthal D. L., Hennessy D. A., Totten B., ***“The influence of music on driver stress”***, Journal of Applied Social Psychology 30, 2000.
78. Wiesenthal D., Hennessy D., Totten B., ***“The influence of music on mild driver aggression”***, Transportation Research Part F 6, 2003.
79. Wilcox St., ***“Comparison of driving in a simulated environment while using the cell phone with and without a headset”***, Design Science, FDISA, August 2004.
80. Yannis G., ***“Road Safety in Greece”***, Journal of IATSS, 2007.
81. Yannis G., Golias J., Papadimitriou E., ***“Accident risk of foreign drivers in various road environments”***, Journal of Safety Research vol.38, 2007.
82. Young K., Regan M. & Hammer M., ***“Driver distraction: A review of the literature”***, Monash University Accident Research Centre, Report No. 206, 2003.
83. Φωτογραφία εξωφύλλου: Wataniya Telecom, Kuwait, 2008.

8. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

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



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

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

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

α/α συμμετέχοντα: _____

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

ΝΑΙ	ΟΧΙ
☐	☐
☐	☐

 - μιλούσατε στο κινητό τηλέφωνο
 - ακούγατε μουσική

9. Χρησιμοποιείτε κινητό στο αυτοκίνητο:

- κρατώντας το στο χέρι
- με σύστημα ενσύρματων ακουστικών (hands free)
- με σύστημα ασύρματων ακουστικών (Bluetooth)
- με ανοικτή ακρόαση
- όχι, δεν μιλάω στο κινητό

10. Όταν οδηγείτε πόσο συχνά:

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

Μιλάτε στο κινητό

11. Πόσο συχνά:

- Απαντάτε στο τηλέφωνο όταν οδηγείτε;

ποτέ |-----|-----|-----|-----|-----| πάντα

- Σταματάτε το αυτοκίνητο για να κάνετε ένα τηλεφώνημα;

ποτέ |-----|-----|-----|-----|-----| πάντα

12. Πόσο επικίνδυνο θεωρείτε ότι είναι να μιλάτε στο κινητό τηλέφωνο όταν οδηγείτε;

- Όχι ιδιαίτερα _____
- Λίγο _____
- Μέτρια _____
- Αρκετά _____
- Πολύ _____

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

	Μιλάτε στο κινητό
➤ Δεν αλλάζετε συμπεριφορά	
➤ Σταματάτε το όχημα	
➤ Οδηγείτε στην άκρη του δρόμου	
➤ Μειώνετε ταχύτητα	
➤ Δεν μιλάω στο κινητό	

14. Πόσο συχνά ακούτε μουσική όταν οδηγείτε;

- Ποτέ ☐
- Συχνά ☐
- Πάντα ☐

15. Εάν ναι, σε τι ένταση συνήθως ακούτε μουσική όταν οδηγείτε;

- Χαμηλή ☐
- Μέτρια ☐
- Δυνατή ☐

16. Σας αρέσει ή συνηθίζετε να ακούτε έντονη, ροκ μουσική όταν οδηγείτε;

ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ ☐

ΕΝΤΥΠΟ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ Ι

P _____	ΑΡΧΗ	ΤΕΛΟΣ	Απάντησε σωστά	Δεν απάντησε σωστά	Δυσκολεύτηκε
1 ^η κλήση					
2 ^η κλήση					
	Καλό-Πολύ καλό		Κακό- ενοχλητικό		Αδιάφορο
Μουσικό απόσπασμα					

ΕΝΤΥΠΟ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ ΙΙ

α/α συμμετέχοντα:

ημερομηνία:

ώρα έναρξης:

ώρα λήξης:

	Ατύχημα				
	Χ.Θ.Ε.	Χ.Θ.Λ.	Ζώο	Όχημα	Εκτροπή οχήματος
Ελεύθερη οδήγηση 1	0,00				
Κλήση 1					
Ελεύθερη οδήγηση 2		3,40			
Μουσική	3,40	5,07			
Ελεύθερη οδήγηση 3	5,07				
Κλήση 2					
Ελεύθερη οδήγηση 4		6,65			